

037106
ERA



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DEHLEB DE BLIDA
USDB
Faculté des Sciences de l'Ingénieur
Département : Aéronautique



THEME

Application du concept RNP aux routes RNAV en Algérie

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR
D'ETAT EN AERONAUTIQUE

OPTION : OPERATION

➤ *Proposé et dirigé par :*

Mr : ZABOT

➤ *Présenté par :*

 *DJEDID ABDELAZIZ*

Promotion: 2005/2006.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

*A mes très chers parents qui m'ont encouragé le long de
mes études et
soutenu par leur amour et leur tendresse.*

A mes frères.

A mes sœurs.

*Et a toutes la famille Djedid, la famille farhi et
Sahnoune sans exception.*

A tous mes fidèles amis.

*A tous ce que j'ai connu, et qui me mon soutenus et que
me sont chers.*

*Et a toutes mes amis d'options
Opération et toutes mes camarades.*

D.AZIZ

REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué sous la direction de mon promoteur Mr : ZABOT, qui je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance, pour l'attention et l'aide permanente qu'il a manifesté et pour la confiance dont il a fait preuve à mon égard.

Notre profond respect et remerciements aux personnels de l'ENNA, Mr : REKAA et Mr : HAMOUNI de la direction de circulation aérienne.

J'adresse, également mes sincères remerciements à tous ceux qui nous ont aidé de près ou de loin

Enfin, nous présentons notre remerciement les plus distingués et nos salutations les plus chaleureuses à l'ensemble des enseignants de l'I.A.B, spécialement à ceux qui ont acceptés d'être membres de jury.

Résumé

Dans le présent travail on doit s'intéressé a tracer sur notre territoire Algérien des routes de survol RNP (des routes internationaux) dans un espace aérien RNP. On se basant sur les routes ATS RNAV. Ses routes ne passant pas nécessairement sur les aides radioélectriques au sol ; le long de cette route les aéronefs doivent naviguer avec une précision de navigation RNP-5. en se basant uniquement sur les moyens de navigation de bord .

Abstract

In present work we must interested to trace the roads of over flight RNP (the international roads) in our Algerian territory of in the airspace RNP. Basing on the roads ATS RNAV. These roads not necessarily flying over the assistances radioelectric on the ground; along this road the aircraft must sail with a navigation precision of RNP-5.

ملخص

يهتم هذا الموضوع بتصميم خطوط خارجية (ملاحة جوية نوعية) مرتكزين في ذلك على خطوط جوية من نوع (ملاحة جوية سطحية) في مجالنا الجوي. هذه الأخيرة لا تعتمد على أجهزة الملاحة الجوية الأرضية .

ABREVIATION :

- AAC : Communications Administratives Aéronautique.
AAIM : Contrôle Autonome De l'intégrité Par l'aéronef.
ABAS : Système de Renforcement Embarqué.
ACARS : Système Embarqué de Communications, d'Adressage et de Compte Rendu
ACAS : Système Anticollision Embarqué.
ADS : Surveillance Dépendante Automatique.
ADS-B : ADS en Mode Diffusion.
ANS : Service de Navigation Aérienne.
AOC : Contrôle d'Exploitation Aéronautique.
APC : Communication Aéronautique des Passagers.
ATFM : Gestion de Courant des Trafics Aériens.
ATM : Gestion du Trafic Aérien.
ATN : Réseaux de Télécommunication Aéronautique.
ATS : Service de la Circulation Aérienne.
ATSC : Communication des Services de la Circulation Aérienne.
ASM : Gestion de l'Espace Aérien.
ASDE : Radar de Surveillance des Mouvements de Surface.
CDTI : Affichage d'informations de Trafic dans le Poste de Pilotage.
CNS : Communication Navigation et Surveillance.
CNS/ATM : Communication Navigation et Surveillance/ Gestion du Trafic Aérien.
FANS : Comité Spécial des Futurs Systèmes de Navigation Aérienne.
FMS : Système de Gestion de Vol.
GBAS : Système de Renforcement à Base de Station Sol.
GLONASS : Système Mondial de Satellites de Navigation.
GNSS : Système Mondial de Navigation Par Satellites.
GPS : Système Mondiale de Localisation
HF : Haute Fréquence.
ILS : Système d'Atterrissage aux Instruments.
ISO : Organisation Internationale de Normalisation.
MMR : Récepteur Multimode.
OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale.
PAR : Radar d'Approche de Précision.
PSR : Radar primaire de Surveillance.
RA : Avis de Résolution.
RCP : Performances de Communication Requisites.
RFI : Brouillage Radio.
RNAV : Navigation de Surface.
RNP : Qualité de Navigation Requisite.
RSFTA : Réseau du Service Fixe des Télécommunications Aéronautique.
RSP : Performance de Surveillances Requisites.

SSR : Radar Secondaire de Surveillance.
SBAS : Système de Renforcement Satellitaire.
SMAS : Service Mobile Aéronautique par Satellite.
STDMA : Accès Multiple par Répartition dans le Temps.
UTC : Temps Universel Coordonnées.
VDL : Liaison Numérique VHF
VHF : Très Hautes Frequencies

SOMMAIRE

DEDICACES	
REMERCIEMENTS	
RESUME	
INTRODUCTION GENERALE.....	1-2

CHAPITRE I: CONCEPT CNS/ ATM

I.1-INTRODUCTION AUX SYSTEMES CNS/ATM	3
I.1.1- Evolution du trafic aérien	3
I.1.2-Le Comité FANS.....	3
I.1.3-La dixième Conférence de navigation aérienne	4
I.2-MOUVEMENTS D'AÉRONEFS DANS LE MONDE.....	5
I.2.1-Planification mondiale	5
I.3-FAIBLESSES DES SYSTEMES CLASSIQUES.....	6
I.4- APERÇU DES SYSTEMES CNS/ATM.....	6
I.4.1-Les systèmes CNS /ATM.....	6
I.4.1 (1-Définition.....	7
I.4.1 (2- Vision stratégique.....	7
I.4.1 (3- Mission de la mise en œuvre	7
I.4.2-SYSTEMES DE COMMUNICATION	7
I.4.2. (1-RÔLE.....	7
I.4.2. (2-SERVICES DE COMMUNICATION ENVISAGÉS	12
I.4.3--SYSTEMES DE NAVIGATION	12
I.4.3. (1-OBJECTIFS	17
I.4.4-SYSTEMES DE SURVEILLANCE	17
I.4.4. (1-SYSTEMES DE SURVEILLANCE ACTUELS	18
I.4.4. (2-DESCRIPTION FONCTIONNELLE	21
I.4.5. TENDANCES FUTURES	22
I.4.6-QUESTIONS GÉNÉRALES RELATIVES À LA TRANSITION	25
I.4.7-AVANTAGES DES NOUVEAUX SYSTEMES	26
I.4.8-ETUDES COÛTS-AVANTAGES	26
I.4.9-QUESTIONS D'ORGANISATION ETQUESTIONS FINANCIÈRES	26
I.4.10-BESOINS EN MATIÈRE D'ASSISTANCE ET DE COOPÉRATION TECHNIQUE	27
I.4.11-QUESTIONS JURIDIQUES	27

CHAPITRE II: LES ROUTES ATS

II.GENERALITES	28
II.1. DEFINITIONS	28
II.2-INDICATIF DES ROUTES ATS.....	29
II.2.1-Composition de l'indicatif	30
II.2.2 -Attribution des indicatifs de base	31
II.2.3- Emploi des indicatifs dans les communications.....	32
II.3-PRINCIPES REGISSANT L'ETABLISSEMENT ET L'IDENTIFICATION DES POINTS	32
SIGNIFICATIFS	32
II.3.1- Etablissement des points significatifs	32
II.3.2- Indicatifs des points significatifs identifiés par l'emplacement d'une aide de radionavigation	33
II.3.3-Indicatifs des points significatifs	34
II.3.4-Emploi des indicatifs dans les communications	34
II.3.5- Points significatifs utilisés comme points de compte rendu	34
II.3.5.1-Établissement de ces points de compte rendu	35
II.3.5.2-Établissement de ces points de compte rendu obligatoire	35
II.3.5.3-Établissement de ces points de compte rendu sur demande	37
II.4-ELEMENTS CONCERNANT UNE METHODE D'ETABLISSEMENT DES ROUTES ATS DEFINIES PAR VOR	37
II.4.1-Détermination des performances du système VOR	37
II.4.2- Détermination de l'espace aérien protégé le long des routes définies par VOR	43
II.4.3-Espacement des routes parallèles définies par VOR	46
II.4.5- Points de transition pour les VOR	46
II.4.6- Calcul du rayon de virage	46

CHAPITRE III: LE CONCEPT RNAV ET D'APPLICATION DU RNP

III.1-DEFINITION	48
III.2-DESCRIPTION DU SYSTEME	50
III.2.1-Point de cheminement	51
III.2.2-EXIGENCE D'INTEGRITE DU SYSTEME	52
III.2.3-PERTE D'UTILISATION DU SYSTEME ET PERTRE D'INTEGRITE	53
III.3 -EXPLOITATION DE LA RNAV	53
III.4-AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA RNAV	57
III.5-CONCEPT ET APPLICATION DE LA QUALITE DE NAVIGATION.....	60
REQUISE	60
III.5.1- GENERALITES	61
III.5.2- OPERATIONS RNAV DANS LE CADRE DU CONCEPT DE RNP	62
III.5.3- UTILISATION DE L'ESPACE AERIEN	62
III.5.3.1-Définition de l'espace aérien RNP	62
III.5.3.2-Application de la RNP dans un espace aérien	64
III.6.-DISPOSITIONS GENERALES RELATIVES A LA QUALITE DE NAVIGATION REQUISE	64
III.6.1- GENERALITES	64

III.6.2- éléments relatifs au concept RNP	64
III.6.3- Types de RNP	65
III.6.4-CRITERES RELATIFS A L'ESPACE AERIEN	66
III.6.4.1- espace aérien dans lequel s'applique la RNP	66
III.6.4.2- Caractéristique de l'espace aérien	67
III.7- CRITERES RELATIFS AUX PROCEDURES	69
III.7.1-Précision de navigation	69
III.8-CRITERES RELATIFS AUX AERONEFS	70
III.8.1- GENERALITES	70
III.8.2- Limites opérationnelles générales	71
III.9- CRITERES FONCTIONNELS	73
III.9.1- Généralités	73
III.9.2-Fonctions du système	73
III.9.2.(1-Fonctions désirées	75
III.9.3- PERFORMANCES DU SYSTEME	76
III.9.3.1-Critères relatifs a la précision de la navigation	76
III.9.3.3- Critères relatifs a l' exécution de la route	76
III.9.3.4- Critères relatifs a l' écart latéral.....	77
III.9.3.5- Critères relatifs aux sorties des commandes automatiques de vol.....	77
III.9.3.6- Anticipation de virage.....	77
III.9.3.7- Planification de route et construction de plan de vol	77
III.9.3.8-Actualisation en vol des plans de vol	78
III.10- Applications opérationnelles des routes RNAV fondées sur la RNP 4	78
III.10. 1- Généralités	78
III.10.2-Espace aérien protégé des routes ATS RNAV fondé sur la RNP 4	79
III.10. 3- Espacement entre routes RNAV parallèles fondé sur la RNP 4	80

CHAPITRE VI: APPLICATION DU CONCEPT RNP RNAV EN ALGERIE

IV.1-INTRODUCTION	81
IV.2- DESCRIPTION DES SYSTEMES CNS EXISTANT.....	81
IV.2.1- surveillance	81
IV.2.1.(1 Les stations radar en Algérie	81
IV.2.1.(1.1- Fourniture du service Radar	82
IV.2.1.1.2 Procédures Radar	82
IV.2.2.1- VSAT de L'ENNA	86
IV.2.3-Systèmes de navigation.....	87
IV.3-APPLICATION DU CONCEPT RNP AUX RESEAUX RNAV EN ALGERIE.....	87
IV.3.1-CHOIX DU L'ESPACE AERIEN	87
IV.3.2-indicatifs de routes RNAV existant	88
IV.4-CHOIX DU VALEUR DU RNP	88
IV.5-APPLICATION DU CONCEPT RNP-5 AUX RESEAU RNAV	89
IV.5.1-Couverture des routes RNP par les moyens CNS	89
CONCLUSION GENERALE	90

LES ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

Le Comité spécial des futurs systèmes de navigation aérienne (FANS) a constaté que, depuis des années, la méthode la plus couramment employée pour indiquer la capacité de navigation exigée consistait à prescrire l'emport obligatoire de certains équipements. Cette méthode avait pour effet de restreindre l'application optimale des équipements embarqués modernes. De plus, avec l'avènement des satellites, elle imposait un processus laborieux de sélection de la part de l'Organisation de l'aviation civile internationale. Afin de pallier ces difficultés, le Comité a élaboré le concept de qualité de navigation requise (RNP), alors désigné en anglais par l'expression required navigation performance capability (RNPC). Le Comité FANS a défini la RNPC comme un paramètre indiquant les écarts latéraux par rapport à une route assignée ou choisie, ainsi que la précision de détermination de la position le long de la route sur la base d'un niveau de confinement approprié. Tout en lui évitant d'avoir à choisir dès le départ entre des systèmes concurrents, ce concept n'empêche pas l'OACI de s'occuper des techniques de navigation qui sont utilisées sur le plan international. Après l'approbation du concept de RNPC par le Conseil de l'OACI, le Groupe d'experts sur l'examen de la notion générale d'espacement (RGCSP) a été chargé de l'étudier plus en détail. En 1990, ayant noté que les notions de capability et de performance sont des notions nettement différentes et que la planification de l'espace aérien est liée aux performances mesurées plutôt qu'aux possibilités prévues au stade de la conception, le Groupe RGCSP a modifié l'appellation RNPC qui est ainsi devenue, en anglais, required navigation performance (RNP), l'expression française qualité de navigation requise étant conservée avec le nouveau sigle.

Le Groupe RGCSP a ensuite poursuivi l'élaboration du concept de RNP en l'élargissant pour lui faire exprimer la précision de navigation nécessaire pour évoluer à l'intérieur d'un espace aérien défini. Un type spécifié de RNP a pour objet de définir les performances de navigation de la population d'utilisateurs à l'intérieur d'un espace aérien en fonction des possibilités de navigation qui existent dans cet espace. Les types de RNP sont identifiés par une valeur unique de précision, comme l'avait envisagé le Comité FANS.

La précision d'utilisation du système est fondée sur la combinaison de l'erreur de capteur de navigation, de l'erreur de récepteur embarqué, de l'erreur d'affichage et de l'erreur technique de vol. Le résultat de cette combinaison est aussi appelé précision de navigation. Les types de RNP spécifient la précision de navigation de toutes les combinaisons d'utilisateurs et de systèmes de navigation à l'intérieur d'un espace aérien. Ils peuvent être utilisés par les responsables de la planification de l'espace aérien pour déterminer le potentiel d'utilisation de cet espace et comme donnée servant à définir des largeurs de route et des critères de séparation du trafic, bien que la RNP ne constitue pas en soi une base suffisante pour établir une norme de séparation.

Les types de RNP spécifient la précision minimale de navigation à respecter dans un espace aérien défini. Il est évident qu'un aéronef ayant un type de RNP moins précis serait normalement exclu d'un espace dont les exigences sont plus sévères, une autre possibilité étant de lui attribuer des minimums de séparation accrus. S'il possède l'équipement approprié, un aéronef capable d'une précision de navigation supérieure à celle qui est spécifiée pour un espace aérien donné pourrait voler dans celui-ci (cas d'un aéronef certifié RNP 1 volant dans un espace aérien RNP 4).

Il peut toutefois se présenter des cas où, par exemple, la précision de navigation d'un aéronef répond aux exigences d'un espace aérien où est appliquée une RNP plus rigoureuse du fait de l'infrastructure des aides de navigation, mais pas à celles d'un autre espace aérien où est appliquée une RNP moins rigoureuse, faute d'aides correspondant à son équipement de navigation (cas d'un aéronef certifié RNP 1 sur la base d'un double DME mais qui ne serait pas équipé des aides à longue portée nécessaires pour lui permettre d'évoluer dans, par exemple, un espace aérien RNP 12,6).

Le travail présenté dans ce mémoire consiste d'expliquer le concept de la RNP et les dispositions qui la concernent, et d'appliquer ce dernier pour les réseaux des routes ATS type RNAV (routes internationales) dans l'espace aérien supérieur de l'Algérie et enfin de tracer de nouvelles routes RNP.

Pour parvenir à ce travail, notre présent mémoire est structuré de la manière suivante :

- Le chapitre (I), comporte des généralités sur le concept CNS /ATM et les nouveaux systèmes de navigations.
- Le chapitre (II), a été consacré pour l'étude des éléments concernant une méthode d'établissement des routes ATS définies par VOR.
- Le chapitre (III), on a présenté la méthode d'établissement de routes ATS destinées aux aéronefs équipés pour la RNAV.
- Le chapitre (IV), c'est d'appliquer le concept RNP-4 et concevoir des routes RNP basées sur un réseau RNAV (des lignes internationales) dans l'espace aérien de l'Algérie.

Enfin, une conclusion générale clôture le travail.

Chapitre I

CONCEPT CNS/ATM

1.1-INTRODUCTION AUX SYSTÈMES CNS/ATM :

1.1.1- Évolution du trafic aérien :

Au cours des décennies 1980 et 1990, la croissance du transport aérien a été plus rapide que celle de la plupart des autres secteurs de l'économie. Entre 1985 et 1995, le trafic de passagers et le trafic de marchandises sur les services réguliers ont progressé à un taux moyen annuel de 5.0 et de 7,6 % respectivement. Sur cette même période, le nombre de départs d'aéronefs et le nombre de kilomètres parcourus par l'ensemble des aéronefs ont augmenté à un taux moyen de 3.7 et 5.8 % respectivement. L'évolution annuelle de mouvements d'aéronefs en service régulier est illustrée à la figure I-1.

1.1.2-Le Comité FANS :

Constatant la croissance régulière de l'aviation civile avant 1983, informé des prévisions de croissance du trafic et conscient de ce que de nouvelles technologies apparaissaient à l'horizon, le Conseil de l'OACI se pencha à cette époque sur les besoins futurs de la communauté de l'aviation civile. Sa réflexion l'amena à conclure qu'il fallait engager une analyse et une réévaluation approfondies des méthodes et des techniques qui avaient servi l'aviation civile internationale pendant des années. Voyant que les systèmes et les procédures employés par l'aviation civile avaient atteint leurs limites, le Conseil prit une importante décision à un moment clé, celle de créer le comité spécial des futurs systèmes de navigation aérienne (FANS). Le Comité FANS fut chargé d'étudier, de reconnaître et d'évaluer de nouvelles techniques, dont l'utilisation des satellites, et de faire des recommandations en vue de développement de la navigation aérienne à l'intention de l'aviation civile pour une période de l'ordre de 25 ans.

Le Comité FANS constata qu'il serait nécessaire de mettre au point des systèmes nouveaux pour s'affranchir des limites des systèmes classiques et pour permettre de développer à l'échelle mondiale. Les futurs systèmes devaient pouvoir évoluer, de façon à répondre davantage aux besoins des usagers, dont la santé économique allait être directement liée à l'efficacité des systèmes. Le Comité FANS conclut que la technologie reposant sur les satellites offrait une solution viable pour remédier aux carences des systèmes classiques à base de stations sol et pour répondre aux futurs besoins de la communauté de l'aviation civile internationale.

Le Comité FANS jugea en outre que, du fait que ses nombreux éléments sont étroitement liés et interdépendants, l'évolution de l'ATM à l'échelle mondiale faisant appel à ces nouveaux systèmes exigerait une approche multidisciplinaire. Conscient que les nouveaux concepts pourraient un jour soulever des questions de coordination et des questions institutionnelles et se rendant compte qu'il faudrait une planification au niveau mondial, le Comité FANS recommanda au Conseil de l'OACI, dans son rapport final, de créer un nouveau comité qui donnerait des avis sur le contrôle, la coordination de la mise au point et la planification de la transition à l'échelle mondiale. Ainsi, on pourrait mettre en oeuvre les futurs systèmes CNS/ATM de façon rentable et équilibrée dans le monde entier, tout en tenant compte des systèmes de navigation aérienne et des zones géographiques.

En juillet 1989, donnant suite à la recommandation du Comité FANS, le Conseil de l'OACI institua le Comité spécial chargé de surveiller et de coordonner le développement du futur système de navigation aérienne et la planification de la transition (FANS Phase II).

Le Comité FANS Phase II acheva ses travaux en octobre 1993. Il reconnut que la mise en oeuvre des technologies connexes et les bénéfices escomptés ne se produiraient pas du jour au lendemain, mais s'étaleraient sur un certain temps, selon les infrastructures aéronautiques dont étaient dotés les divers États et régions et selon les besoins d'ensemble de la communauté aéronautique. Le Comité FANS Phase II convint en outre que, pour l'essentiel, les technologies auxquelles il songeait devaient être accessibles et qu'il fallait commencer par rassembler de l'information et, lorsque c'était possible, par tirer rapidement parti des technologies disponibles.

1.1.3-La dixième Conférence de navigation aérienne :

En septembre 1991, 450 représentants de 85 États et de 13 organisations internationales se réunirent au siège de l'OACI, à Montréal, à l'occasion de la dixième Conférence de navigation aérienne, pour étudier et adopter le concept d'un futur système de navigation aérienne élaboré par les Comités FANS qui réponde aux besoins de la communauté de l'aviation civile jusque bien au-delà du tournant du siècle. Le concept FANS, connu aujourd'hui sous la désignation de systèmes de communications, navigation et surveillance et de gestion du trafic aérien (CNS/ATM), fait intervenir un ensemble complexe de technologies connexes qui reposent largement sur les satellites. Il s'agit de la vision qu'a élaborée l'OACI avec l'entière coopération de tous les secteurs de la communauté aéronautique pour répondre aux besoins futurs du transport aérien international.

La Conférence a produit une série de recommandations acceptées de façon universelle et couvrant l'éventail complet des activités CNS/ATM, qui continue à guider et à orienter la communauté de l'aviation civile internationale dans ses travaux de planification et de mise en oeuvre des aspects techniques et opérationnels des systèmes CNS/ATM. Cet entérinement des systèmes CNS/ATM à la dixième Conférence de navigation aérienne a marqué le début d'une ère nouvelle pour l'aviation civile internationale et il a ouvert la voie à de multiples activités relatives à la planification et à l'implantation des nouveaux systèmes tout autour du monde. A la suite de cette conférence, le Conseil de l'OACI souligna à nouveau l'importance du rôle des régions et des États en matière de planification et de mise en oeuvre des systèmes CNS/ATM et en matière de transition vers ces systèmes et il réaffirma la nécessité d'une participation active des bureaux régionaux de l'OACI dans ces domaines.

1.2-MOUVEMENTS D'AÉRONEFS DANS LE MONDE :

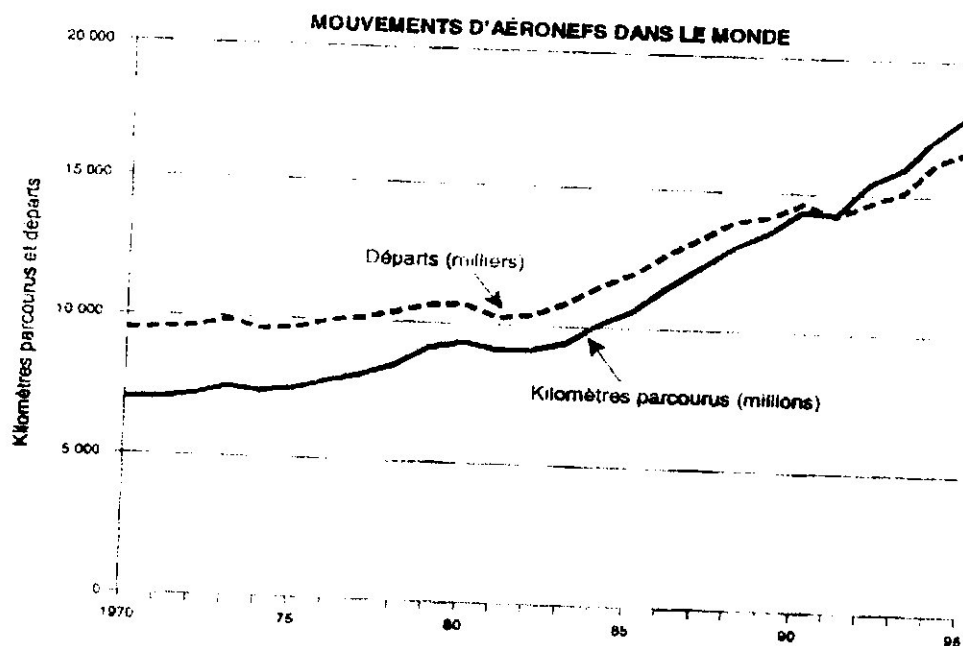


FIGURE I-1 : Evolution annuelle des mouvements d'aéronefs en service régulier

L'assemblée a la 31^e session de l'OACI approuve et appuie l'implantation rapide des systèmes CNS/ATM.

1.2.1-Planification mondiale :

Pour faire progresser la mise en oeuvre des systèmes CNS/ATM, il fallait un plan d'action. Le premier pas sur cette voie fut la rédaction du Plan mondial coordonné aux systèmes CNS/ATM de l'OACI, qui constituait un appendice au Rapport de la quatrième réunion du comité spécial chargé de surveiller et de coordonner le développement du futur système de navigation aérienne et la planification de la transition (FANS Phase II) (Doc 9623). en 1996, le Conseil de l'OACI jugea que ce plan avait bien joué son rôle et qu'il avait contribué de façon significative à la concrétisation de la vision des Comités FANS, tout en sensibilisant la communauté internationale aux systèmes aux questions connexes de mise en oeuvre. Il conclut toutefois que les systèmes CNS/ATM avaient acquis une certaine maturité et qu'il fallait donc un plan plus concret, qui englobe tout les faits nouveaux et qui soit axé sur la mise en oeuvre au niveau régional.

Le Conseil demanda par conséquent au Secrétariat de l'OACI de revoir le plan mondial et d'en faire un document évolutif, composé d'éléments techniques, opérationnels, économiques,

financiers, juridiques et institutionnels, offrant des indications pratiques et des conseils aux groupes régionaux et aux états sur les stratégies de mise en oeuvre et de financement et traitant aussi des aspects relatifs à la coopération technique. L'édition révisée du Plan mondial couvre donc ces aspects des systèmes CNS/ATM.

1.3-FAIBLESSES DES SYSTÈMES CLASSIQUES :

Comité FANS se rendit rapidement compte que pour un dispositif de navigation aérienne mondiale idéal, l'objectif ultime devait être de fournir un système rationnel et rentable adaptable à tous les types de vols et offrant ceux-ci toute la liberté quadrimensionnelle (espace et temps) que leurs capacités leur permettraient. Dans cette optique il apparut que le dispositif global de navigation qui existait ainsi que ses sous-systèmes souffraient d'un certain nombre de faiblesses d'ordre technique, opérationnel et économique ainsi qu'en matière de procédures et de mise en oeuvre. Après des analyses approfondies, le Comité FANS en conclut que les insuffisances des systèmes d'alors (FANS I a travaillé de 1983 à 1988) dans les diverses régions du monde se résumaient essentiellement à trois facteurs:

- ✓ les limites de propagation des systèmes ont portée optique;
- ✓ les difficultés que causaient, pour diverses raisons, la mise en oeuvre des systèmes CNS/ATM existants et leur exploitation régulière dans de vastes parties du monde;
- ✓ les limites des communications vocales et le manque de systèmes d'échange de données numériques air-sol pour permettre le fonctionnement de systèmes automatisés à bord et au sol.

Les effets de ces limites n'étaient pas les mêmes dans toutes les régions du monde, mais le Comité FANS jugea que presque partout, une ou plusieurs d'entre elles faisaient obstacle au développement de l'ATM. Les limites étant inhérentes aux systèmes eux-mêmes, le Comité FANS jugea peu probable que le système ATS mondial de l'époque puisse être sensiblement amélioré. Il fallait donc de nouvelles approches permettant de repousser ces limites en faisant évoluer les systèmes ATS en un système ATM qui prenne mieux en compte les besoins des usagers. Autrement dit, il fallait que les systèmes CNS/ATM se traduisent par des progrès considérables en matière de sécurité, d'efficacité et de souplesse dans l'ensemble du monde.

1.4- APERÇU SUR LES SYSTÈMES CNS/ATM :

1.4.1-Les systèmes CNS/ATM :

1.4.1 (1-Définition :

Système de communication, de navigation et de surveillance faisant appel aux technologies numériques et aux systèmes satellitaires ainsi qu'à divers niveaux d'automatisation est appliquées au besoin d'un dispositif de gestion du trafic aérien mondiale homogène.

1.4.1 (2- Vision stratégique :

Favoriser la mise en œuvre d'un dispositif d'une gestion du trafic aérien mondiale homogène qui permettra aux exploitants d'aéronefs de respecter leurs heures de départ et d'arrivées prévues et de suivre avec un minimum de contraintes les profils de vol qu'ils préfèrent, sans compromettre les niveaux de sécurité convenus.

1.4.1 (3- Mission de la mise en œuvre :

Mettre sur pied un réseau de services de navigation aérienne homogène et coordonnées à l'échelle de la planète qui permettra d'absorber la croissances mondiale du trafic aérien, tout en :

- ✓ Rehaussant le niveau de sécurité actuels ;
- ✓ Rehaussant le niveau de régularité actuels ;
- ✓ Améliorant l'efficacité globale des opérations dans l'espace aérien et aux aéroports, de façon à accroître la capacité ;
- ✓ Augmentant les possibilités pour les usagers de suivre les horaires et les profils de vol qu'ils préfèrent.
- ✓ Réduisant au minimum les différences d'équipements de bord nécessaires
Entre les régions.

Les quatre principaux éléments des systèmes CNS/ATM sont brièvement décrits ci-dessous; ils sont traités plus en détail dans les chapitres suivants du Plan mondial.

1.4.2-SYSTEMES DE COMMUNICATION :

1.4.2. (1-RÔLE :

L'élément communications des systèmes CNS/ATM permet l'échange de données et de messages aéronautiques entre les usagers et/ou les systèmes automatisés aéronautiques. Les systèmes de communication servent aussi à appuyer certaines fonctions de navigation et de surveillance.

1.4.2. (2-SERVICES DE COMMUNICATION ENVISAGÉS :

Il y a essentiellement deux catégories de communications aéronautiques:

- ✓ Les communications liées à la sécurité, qui exigent une haute intégrité et une réponse rapide:

- communications des services de la circulation aérienne (ATSC) entre organes ATS ou entre un organe ATS et un aéronef dans le cadre du contrôle de la circulation aérienne (ATC), informations de vol, alertes, etc.;
- communications du contrôle d'exploitation aéronautique (AOC) des exploitants d'aéronefs, qui concernent la sécurité, la régularité et l'efficacité des vols;

Les communications sans rapport avec la sécurité:

- communications administratives aéronautiques (AAC) de membres du personnel ou d'organismes de l'aviation, qui portent sur des questions d'ordre administratif ou privé;
- communications aéronautiques des passagers (APC).

En général, les systèmes de communications CNS/ATM peuvent prendre en charge les deux catégories décrites ci-dessus. Cependant, les communications intéressant la sécurité auront toujours priorité sur celles de l'autre catégorie.

1.4.2. (3--PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES NOUVEAUX SYSTÈMES DE COMMUNICATION :

Il y a un certain nombre de différences fondamentales entre les systèmes de communication aéronautiques classiques et les nouveaux systèmes de communications CNS/ATM. Voici quelques-unes des principales caractéristiques propres aux nouveaux systèmes:

- ✓ la plupart des communications de routine sont assurées par échange de données;
- ✓ les communications vocales sont principalement utilisées dans les situations
- ✓ autres que de routine et dans les situations d'urgence;
- ✓ l'accent est mis sur une connectivité et une exploitation mondiales.

Ces caractéristiques permettent une meilleure utilisation des canaux de communication et le partage des installations par de nombreux usagers.

1.4.2. (4-COMMUNICATIONS AIR-SOL :

La plupart des communications air-sol régulières de la phase en route du vol se font par échange de données numériques, le plus souvent comme suit: à l'aide d'un menu affiché sur un écran, l'usager choisit le message approprié parmi un ensemble préétabli, ajoute les éléments nécessaires (ou un texte en style libre), puis le transmet. Certains transferts de données s'effectuent entre les systèmes automatiques embarqués et au sol sans nécessiter d'intervention

manuelle, ce qui réduit considérablement le volume des communications vocales, et, par conséquent, la charge de travail des pilotes et des contrôleurs. En revanche, dans les régions terminales encombrées, les communications vocales resteront probablement le moyen d'échange de prédilection. Dans les situations d'urgence et les situations autres que de routine, elles restent le principal moyen de communication air-sol utilisé.

Les messages air-sol empruntent une des liaisons radio suivantes:

- ✓ SMAS - Satellites de communication géostationnaires conçus expressément pour les communications mobiles, qui offrent une couverture étendue/quasi mondiale ainsi que des canaux voix et données de grande qualité. Le SMAS convient particulièrement aux aéronefs qui volent dans les espaces aériens océaniques et les espaces aériens continentaux éloignés;
- ✓ VHF (analogique) - Les radios VHF analogiques existantes offrent une excellente fiabilité opérationnelle; elles continueront d'être utilisées pour les communications vocales dans les régions terminales encombrées ainsi que pour les communications générales autres que de routine dans les zones de couverture correspondantes. Mais à court ou à moyen terme, il pourrait y avoir saturation de la bande VHF attribuée aux communications aéronautiques dans certaines parties du monde. Pour y faire face, des mesures ont été prises afin de réduire de 25 KHz à 8,33 kHz l'espacement entre les canaux, là où cela est nécessaire, et d'augmenter ainsi le nombre de canaux disponibles. De plus, on travaille actuellement à l'élaboration de normes relatives à une radio numérique à accès multiple par répartition dans le temps qui devrait permettre de résoudre à moyen terme (après 2002) le problème de l'encombrement du spectre des fréquences et d'améliorer les services air-sol;
- ✓ HF (analogique) - Les radiocommunications par la bande HF permettent les échanges par-delà l'horizon, mais leur fiabilité est limitée en raison principalement de la nature variable des caractéristiques de propagation des ondes. On prévoit que l'emploi accru du SMAS dans les régions océaniques ou éloignées entraînera une atténuation de l'encombrement des canaux HF et, éventuellement, une diminution de l'emploi de la bande HF pour les communications de routine. Mais tant qu'une nouvelle constellation de satellites utilisable en aviation et couvrant la totalité du globe n'aura pas été mise en place, la HF demeurera le seul moyen de communication disponible pour les vols dans les régions polaires;
- ✓ Liaison numérique VHF (VDL) mode I - C'est vers la fin des années 1970 que les exploitants d'aéronefs ont commencé à utiliser la radio VHF analogique pour échanger des données. Les radios VHF de bord existantes ont servi au transfert de données AOC et AAC entre les aéronefs et leurs exploitants au moyen de stations sol et de réseaux d'interconnexion spéciaux. Le système connu sous le nom

d'ACARS (système embarqué de communications, d'adressage et de compte rendu) a considérablement évolué et pris de l'ampleur. Aujourd'hui, plusieurs grands transporteurs aériens l'utilisent pour leurs communications AOC et AAC- ainsi que, dans une mesure limitée, pour les communications ATSC non sensibles au facteur temps. L'ACARS n'a été soumis à aucun processus de normalisation OACI, mais la VDL mode 1 a été expressément conçue pour permettre l'emploi de la radio ainsi que du plan et de l'équipement de modulation ACARS. Le débit de données de la VDL mode 1 est de 2 400 bauds. Le mode 1 peut être considéré comme une étape vers le mode 2;

- ✓ VDL mode 2 - Ce mode, qui a été normalisé par l'OACI, exploite des techniques radio numériques. Le débit de données nominal de 31,5 kbit/s est compatible avec l'espacement de 25 kHz des canaux et la VDL mode 3 (voix et données intégrées). Le plan de modulation de la VDL mode 2 est capable de prendre en charge les suites de protocoles de différentes applications opérationnelles, ce qui permet une utilisation beaucoup plus efficace du canal VHF;
- ✓ VDL mode 3 - Ce mode, que l'OACI est en train de normaliser, utilise une technique d'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT). L'AMRT fait appel à des processus radio numériques capables d'intégrer les systèmes de communications vocales et les systèmes de communication de données. L'utilisation du spectre VHF est améliorée par la fourniture de quatre canaux radio distincts sur une même porteuse (espacement de 25 kHz);
- ✓ VDL mode 4 - Ce mode est fondé sur la technique dite de l'accès multiple par répartition dans le temps autogéré (STDMA), qui devrait autoriser des capacités de liaison de données en navigation et en surveillance en plus de fonctions de communication de données;
- ✓ Liaison de données SSR mode S- La liaison de données mode S du SSR permet une capacité de surveillance et une liaison de données air-sol qui convient en particulier pour une messagerie de données limitée dans les régions à forte densité. Elle peut en outre fonctionner dans un environnement mixte de transpondeurs d'aéronef présentant des niveaux différents de capacité de liaison de données;
- ✓ Liaison de données HF - Des études ont démontré que l'on pourrait utiliser la liaison de données HF pour les communications ATSC. Étant donné que les anomalies de propagation affectent rarement l'ensemble des fréquences de la bande HF en tous lieux, grâce à un réseau soigneusement disposé de stations sol bien interconnectées et à un ensemble approprié de fréquences communes, il serait possible, quels que soient le moment et le lieu, de trouver la fréquence qui convient le mieux pour transmettre des paquets de données. La liaison de données HF pourrait compléter le SMAS dans les régions océaniques ou éloignées et constituer un moyen primaire dans les régions polaires.

Les liaisons de données SMAS, VDL, SSR mode S et HF exploitent des techniques de transmission de données différentes, mais en tant que réseaux individuels, elles utilisent toutes le même protocole d'accès de réseau, qui est conforme au modèle de référence de systèmes ouverts (051) de l'organisation internationale de normalisation (ISO). On peut donc les connecter à d'autres réseaux sol de façon à en relier l'extrémité aéronef à n'importe quel système sol en utilisant des services et des protocoles d'interface communs également fondés sur le modèle 051 de l'ISO. Le service de communication qui assure l'interopérabilité des sous-réseaux de données sol, air-sol et avioniques pour les applications aéronautiques spécifiées est l'ATN. Les liaisons de données air-sol mentionnées ci-dessus sont compatibles avec l'ATN; elles peuvent donc en constituer des sous-réseaux. Dans l'environnement ATN, les sous-réseaux sont reliés entre eux par des routeurs ATN qui choisissent le meilleur itinéraire à utiliser pour acheminer chaque message de données. La sélection de la liaison de données air-sol se fait donc souvent de façon transparente pour l'utilisateur d'extrémité.

Les liaisons radio utilisées pour communiquer avec les aéronefs en vol sont d'une extrême importance pour la sécurité, la régularité et l'exploitation économique des vols. Il importe donc de mettre en place les arrangements techniques et institutionnels nécessaires pour:

- ✓ veiller à ce que les services aéronautiques disposent d'un spectre radioélectrique (RF) suffisant, en tenant compte des niveaux actuels et prévus de trafic;
- ✓ prévenir le brouillage RF (RFI) dans les fréquences, les bandes et les services ainsi que chez les usagers des systèmes de radiocommunication aéronautiques;
- ✓ autoriser la fourniture de services de communication par des prestataires commerciaux.

1.4.2. (5-COMMUNICATIONS SOL-SOL :

On prévoit que la plupart des communications de routine entre les usagers et les systèmes aéronautiques au sol se feront par échange de données. Les échanges entre des entités telles que les centres météorologiques, les bureaux NOTAM, les banques de données aéronautiques, les organes ATS, etc., pourront prendre l'une quelconque des formes suivantes:

- ✓ messages de texte en style libre;
- ✓ messages de données préétablis (auxquels un certain nombre d'éléments seront ajoutés manuellement);
- ✓ échanges automatiques de données entre systèmes informatisés.

Une variété de réseaux au sol mis en oeuvre par des États, par des groupes d'États ou par des fournisseurs commerciaux continueront d'offrir des services de communication de données aux usagers aéronautiques. Toutefois, seuls les réseaux à commutation de paquets qui sont compatibles avec le modèle de référence OSI de l'ISO seront capables d'utiliser les services d'interconnexion de réseaux de l'ATN. Avec la mise en oeuvre progressive de l'ATN, l'emploi du réseau du service fixe des télécommunications aéronautiques (RSFTA) diminuera. Pendant

la période de transition, il sera cependant possible de relier des terminaux du RSFTA à l'ATN grâce à des passerelles spéciales.

Avoir le choix entre plusieurs types de systèmes de communication offre des avantages sur le plan de la mise en oeuvre mais complique la planification régionale de systèmes de navigation aérienne, surtout lorsqu'il s'agit d'harmoniser et de synchroniser des FIR voisines du point de vue des communications. Une façon de régler ce problème consiste à abandonner la spécification de systèmes individuels et à traduire tous les besoins opérationnels pertinents propres à un espace aérien et à un scénario donnés en une série de paramètres de performance de communication. Ainsi l'expression « performances de communication requises (RCP) » désigne un ensemble de critères de communication bien quantifiés à respecter (capacité, disponibilité, taux d'erreur, temps d'acheminement). Une fois les RCP spécifiées pour un scénario opérationnel dans un espace aérien donné, tout système de communication unique ou toute combinaison de systèmes qui satisfait aux critères établis peut être considéré comme étant acceptable pour l'exploitation.

1.4.2. (6-QUESTIONS GÉNÉRALES RELATIVES À LA TRANSITION :

Les lignes directrices relatives à la transition vers les systèmes futurs incitent les usagers à se doter rapidement de l'équipement nécessaire pour tirer parti dès que possible des systèmes. On ne pourra éviter une période de transition au cours de laquelle, à bord comme au sol, il faudra utiliser deux types d'équipement pour assurer la fiabilité et la disponibilité du nouveau système, mais les lignes directrices visent à limiter cette période au minimum. Les lignes directrices que les États, les régions, les usagers, les prestataires de services et les fabricants devraient prendre en compte dans l'élaboration ou la planification de la mise en oeuvre de systèmes CNS/ATM.

1.4.3.--SYSTÈMES DE NAVIGATION :

1.4.3. (1-OBJECTIFS :

L'élément navigation des systèmes CNS/ATM a pour objet d'assurer une capacité de détermination précise, fiable et fluide de la position des aéronefs, à l'échelle mondiale, grâce à l'introduction de la navigation aéronautique par satellite.

1.4.3. (2-QUALITÉ DE NAVIGATION REQUISE (RNP) :

Les aéronefs modernes sont de plus en plus équipés pour la RNAV, laquelle facilite la mise en place d'un réseau de routes souple. De plus, en ayant recours au concept de RNP, on peut éviter d'avoir à choisir entre des réseaux concurrents. Cependant, il demeure nécessaire d'assurer une normalisation internationale des techniques de navigation qui sont largement utilisées à l'échelle internationale.

La RNP est l'énoncé de la précision de qualité de navigation à l'intérieur d'un espace aérien défini, compte tenu de la combinaison de l'erreur de capteur de navigation, de l'erreur de récepteur embarqué, de l'erreur d'affichage et de l'erreur technique de vol.

Les types de RNP pour les opérations en route sont identifiés à l'aide d'une seule valeur de précision, définie comme étant la précision minimale de navigation requise pour un niveau de confinement spécifié. Les types de RNP en route sont décrits dans le Doc 9613.

Les types de RNP pour les opérations d'approche, d'atterrissage et de départ sont définis du point de vue de la précision, de l'intégrité, de la continuité et de la disponibilité de navigation requises. Bien que certains types de RNP prévoient une spécification de précision dans le plan latéral seulement (comme pour les phases en route), d'autres types prévoient des spécifications pour les plans latéral et vertical. Les types similaires à une spécification en route sont prévus pour les opérations tels des approches classiques ou des départs. La plupart des types de RNP pour les opérations d'approche et d'atterrissage exigent un confinement dans le plan vertical, fondé sur des renseignements produits par le système de navigation.

1.4.3. (3)-SYSTÈME MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS) :

Le GNSS est un système mondial de détermination de la position et de l'heure, qui se compose d'une ou plusieurs constellations de satellites, de récepteurs embarqués et d'un contrôle de l'intégrité du système, renforcés selon les besoins afin d'appuyer la RNP pour la phase effective d'exploitation.

Les systèmes de navigation par satellite actuellement en exploitation sont le GPS (système mondial de localisation) des États-Unis et le GLONASS (système mondial de satellites de navigation) de la Fédération de Russie. Ces deux systèmes ont été présentés à l'OACI comme moyens pour appuyer le développement évolutif du GNSS. En 1994, le Conseil de l'OACI a accepté la proposition des États-Unis concernant le GPS et, en 1996, il a accepté l'offre de la Fédération de Russie concernant le GLONASS.

Le secteur spatial GPS est composé de 24 satellites sur six plans d'orbite. Les satellites évoluent sur des orbites quasi circulaires à 20 200 km (10 900 NM), indiquées à 55° par rapport à l'équateur, et chaque satellite effectue une révolution en 12 heures approximativement.

Le secteur spatial GLONASS comporte 24 satellites opérationnels et plusieurs autres de rechange. Les satellites GLONASS évoluent à une altitude de 19 100 km et ont une durée de révolution de 11 heures 15 minutes. Huit satellites sont placés à distance égale sur chacun des trois plans d'orbite; l'inclinaison est de 64,8° et l'espacement de 120°

1.4.3. (4)-RENFORCEMENTS GNSS :

Pour surmonter les limites inhérentes au système et répondre aux besoins en matière de performances (précision, intégrité, disponibilité et continuité du service) pour toutes les phases de vol, le GPS et le GLONASS ont besoin de divers degrés de renforcement. Les renforcements sont classés en trois grandes catégories: sur aéronef, au sol et sur satellite.

1.4.3. (4.1-Renforcements sur aéronef :

L'un des types de systèmes de renforcement embarqué (ABAS) est appelé contrôle autonome de l'intégrité par le récepteur (RMM) et peut être utilisé s'il y a plus de quatre satellites en visibilité directe, disposés selon une géométrie adéquate. Si l'on dispose de cinq satellites en visibilité, cinq positions indépendantes peuvent être calculées. Si ces positions ne concordent pas, on peut en déduire qu'un ou plusieurs des satellites fournit des renseignements inexacts. Si l'on dispose de six satellites ou plus en visibilité, on peut calculer un plus grand nombre de positions indépendantes et un récepteur peut alors être en mesure d'identifier un satellite défaillant et l'exclure des calculs pour la détermination des positions.

D'autres renforcements sur aéronef peuvent aussi être mis en oeuvre: on parle habituellement de contrôle autonome de l'intégrité par l'aéronef (AAIM). Par exemple, un système de navigation par inertie peut aider le GNSS durant de courtes périodes, lorsque les antennes de navigation par satellite sont masquées par l'aéronef à l'occasion de manoeuvres, ou durant les périodes où le nombre de satellites en visibilité est insuffisant. Les techniques de renforcement, particulièrement utiles pour améliorer la disponibilité de la fonction navigation, comprennent aussi l'aide altimétrique, des sources d'indication de l'heure plus précises ou certaines combinaisons de données de capteur réunies à l'aide de techniques de filtrage.

1.4.3. (4.2-Renforcements au sol :

Pour les systèmes de renforcement à base de stations sol (GBAS) (on parle aussi de renforcement à couverture locale), un moniteur est placé à l'aéroport où l'on souhaite effectuer des opérations de précision, ou à proximité. Les signaux sont envoyés directement aux aéronefs qui se trouvent à proximité (environ 37 km, soit 20 NM). Ces signaux fournissent des rectifications pour augmenter la précision de la position localement, ainsi que des renseignements sur l'intégrité des satellites. Cette capacité exige des liaisons de données entre surface et aéronefs.

1.4.3. (4.3-Renforcements sur satellite :

Il n'est pas possible en pratique d'assurer une couverture à l'aide des systèmes au sol pour toutes les phases de vol. L'une des manières d'assurer une couverture de renforcement sur de vastes régions consiste à utiliser des satellites pour transmettre des renseignements de renforcement. C'est ce que l'on appelle le système de renforcement satellitaire (SBAS) (également connu comme renforcement à couverture étendue ou régional).

La fourniture d'un renforcement satellitaire par des satellites géostationnaires présente certaines limites qui font que l'on ne peut en attendre un soutien pour toutes les phases de vol, notamment pour les approches de précision et les atterrissages de plus hautes catégories. Étant donné que ces satellites évoluent sur une orbite équatoriale, leurs signaux ne seraient pas reçus dans les régions polaires et peuvent être masqués par la structure des aéronefs ou le relief. On en déduit que d'autres orbites de satellites de renforcement GNSS et/ou des renforcements au sol devront peut-être être envisagés pour combler ces failles.

1.4.3. (4-AVIONIQUE :

Les récepteurs GPS ou GLONASS simples qui n'ont pas de capacité RAIM (ou d'autres formes de contrôle d'intégrité) ne peuvent généralement pas répondre aux besoins dans toutes les phases de vol.

Des systèmes à capteurs multiples, utilisant le GNSS comme l'un des capteurs, devraient entrer en service prochainement. Ces systèmes de navigation présentent généralement de meilleurs niveaux de performances que les capteurs distincts ou les systèmes autonomes. Les aéronefs qui utilisent des systèmes de navigation à capteurs multiples, tels les systèmes intégrés GNSS/IRS ou GNSS/IRS/FMS, peuvent être certifiés comme répondant à des niveaux de RNP qui ne pourraient être obtenus grâce au seul emploi du GPS ou du GLONASS. renforcements nécessaire pour l'exploitation dans une phase particulière de vol. Les applications à long terme se feront sur les futurs systèmes de navigation par satellite.

Trois niveaux d'approbation sont généralement acceptés pour l'introduction des opérations fondées sur le GNSS:

1.4.3. (5-SYSTÈME COORDONNÉ WGS-84 :

Le succès de la mise en oeuvre mondiale de la navigation par satellite dépend de l'existence d'une base de données de coordonnées et de procédures d'une très haute qualité. Il n'est possible d'obtenir une navigation précise par satellite que lorsque les coordonnées obtenues du sol, les coordonnées calculées et les coordonnées obtenues du système satellitaire ont le même système de référence géodésique.

Pour appuyer une technologie satellitaire en pleine évolution, l'OACI a adopté le WGS-84 comme système de référence géodésique commun pour l'aviation civile, en fixant au 1^{er} janvier 1998 la date d'application (Annexe 15). La mise en oeuvre du WGS-84 prévoit entre autres l'adaptation des coordonnées et des systèmes de référence existants au WGS-84.

Les bases de données aéronautiques sont établies et mises à jour en ayant recours à des enquêtes concernant les aides de navigation, les repères de position et les seuils de piste existants, et en concevant de nouvelles routes ou procédures d'approche. Des systèmes doivent être mis en place pour garantir la qualité (précision, intégrité et résolution) des données de position depuis le moment où l'enquête est menée jusqu'au moment où les renseignements sont transmis au prochain usager visé. Les bases de données aéronautiques doivent être mises à jour sur une base régulière.

1.4.3. (6-INTRODUCTION PROGRESSIVE :

La mise en oeuvre du GNSS s'effectuera de façon progressive, permettant ainsi d'apporter au système des améliorations graduelles. Les applications à court terme du GNSS devraient permettre l'introduction rapide de la navigation en route par satellite, en utilisant les systèmes

satellites existants (GPS et GLONASS) et essentiellement des renforcements sur aéronef.

Les applications à moyen terme feront appel aux systèmes existants de navigation par satellite, complétés à l'aide de tout renforcement ou toute combinaison de :

- ✓ GNSS comme moyen supplémentaire doit être utilisé en conjonction avec un système unique de navigation. Il doit répondre aux exigences en matière de précision et d'intégrité pour une opération ou une phase de vol donnée, mais on admet que les exigences de disponibilité et de continuité ne soient pas respectées. Les systèmes uniques de navigation qui appuient une opération ou une phase de vol donnée doivent être embarqués et peuvent être contrôlés par vérification croisée;
- ✓ GNSS comme moyen primaire doit répondre aux exigences en matière de précision et d'intégrité, mais n'a pas besoin de répondre intégralement aux exigences de disponibilité et de continuité de service pour une opération ou une phase de vol donnée. La sécurité est assurée en limitant les opérations à des périodes spécifiques et en appliquant des restrictions appropriées en matière de procédures. Il n'est pas nécessaire de prévoir à bord un système unique de navigation pour appuyer le GNSS;
- ✓ GNSS comme moyen unique doit permettre aux aéronefs de répondre, pour une opération ou une phase de vol donnée, aux quatre exigences que sont la précision, l'intégrité, la disponibilité et la continuité du service. Cet objectif peut être réalisé à l'aide d'une installation autonome ou d'une installation à capteurs multiples.

Des exemples d'architectures de GNSS destinées à appuyer diverses opérations ou phases de vol sont présentés dans le Tableau 1-6-1, avec indication des types de RNP pertinents.

1.4.3. (7)-SYSTÈMES VISANT À APPUYER LES OPÉRATIONS D'APPROCHE D'ATTERRISSAGE ET DE DÉPART :

Les aides non visuelles standard pour les approches de précision et les atterrissages sont définies dans l'Annexe 10, Volume 1, Chapitre 2. Il est prévu que l'introduction et l'application de ces aides non visuelles se feront conformément à la stratégie mondiale énoncée dans l'Annexe 10, Volume 1, Supplément B. Cette stratégie consiste à :

- ✓ continuer d'utiliser l'ILS au plus haut niveau de service tant qu'il est acceptable pour l'exploitation et économiquement avantageux;
- ✓ mettre le MLS en oeuvre aux endroits où il est nécessaire pour l'exploitation et économiquement avantageux;

- ✓ promouvoir l'emploi du récepteur multimode (MMR) ou d'un équivalent embarqué pour préserver l'interopérabilité;
- ✓ valider l'utilisation du GNSS, renforcé selon les besoins, pour appuyer les opérations d'approche et de départ, y compris les opérations de catégorie I, et mettre le GNSS en oeuvre pour ces opérations, le cas échéant;
- ✓ effectuer des études pour établir si un GNSS, renforcé selon les besoins, peut être utilisé pour appuyer des opérations des catégories II et III. Dans l'affirmative, mettre le GNSS en oeuvre pour ces opérations aux endroits où il est acceptable pour l'exploitation et économiquement avantageux;
- ✓ faire en sorte que chaque région mette sur pied une stratégie de mise en oeuvre vers les systèmes futurs, qui soit harmonisée avec la stratégie mondiale.

1.4.3. (8-QUESTIONS GÉNÉRALES RELATIVES À LA TRANSITION :

Les lignes directrices pour la transition aux systèmes futurs encouragent les usagers à s'équiper de manière à profiter le plus tôt possible des avantages des systèmes prévus. Bien qu'une période de transition prévoyant un équipement en double, à savoir embarqué et au sol, soit souvent nécessaire pour garantir la fiabilité et la disponibilité d'un nouveau système, les lignes directrices visent à réduire au minimum cette période, dans toute la mesure possible. L'Appendice B au présent chapitre énumère les lignes directrices que les États, les régions, les usagers, les fournisseurs de services et les fabricants devraient envisager lorsqu'ils élaboreront des systèmes CNS/ATM ou planifieront la mise en oeuvre de ces systèmes.

1.4.4-SYSTÈMES DE SURVEILLANCE :

1.4.4. (1-SYSTÈMES DE SURVEILLANCE ACTUELS :

Les systèmes de surveillance utilisés actuellement peuvent être divisés en deux types principaux: les systèmes de surveillance dépendante et les systèmes de surveillance indépendante. Dans les systèmes de surveillance dépendante, la position de l'aéronef est déterminée à bord puis transmise à l'ATC. Les comptes rendus de position vocaux actuels sont un système de surveillance dépendante dans lequel la position de l'aéronef est déterminée à partir de l'équipement de navigation de bord puis communiquée par le pilote à l'ATC sur une liaison radiotéléphonique. La surveillance indépendante est un système qui mesure la position de l'aéronef à partir du sol. La surveillance actuelle est basée sur les comptes rendus de position vocaux ou sur le radar (PSR ou SSR), qui mesure la distance et l'azimut de l'aéronef depuis la station au sol.

1.4.4. (2-DESCRIPTION FONCTIONNELLE :

1.4.4. (3-Comptes rendus de position vocaux :

La surveillance par comptes rendus de position vocaux est principalement utilisée dans l'espace aérien océanique et pour le contrôle d'aérodrome et le contrôle régional à l'extérieur de la zone de couverture radar. Les pilotes rendent compte de leur position par radio VHF ou HF.

1.4.4. (4-Radar primaire de surveillance (PSR) :

Le système PSR au sol donne des informations sur le relèvement et la distance de l'aéronef. Il ne requiert aucun emport d'équipement par l'aéronef et peut détecter presque n'importe quelle cible en mouvement. L'utilisation croissante de systèmes de surveillance plus perfectionnés aura pour effet de réduire l'emploi du PSR dans la gestion du trafic aérien international, quoiqu'il continuera à être utilisé dans les applications nationales. Les radars primaires sont actuellement employés pour la détection des mouvements à la surface et des phénomènes météorologiques. Les radars d'approche de précision (PAR) sont des radars primaires utilisés pour les approches effectuées selon des procédures précises auxquelles sont assujettis le pilote et le contrôleur; l'emploi des PAR dans les applications civiles diminue toutefois rapidement.

1.4.4. (5-Radar secondaire de surveillance (SSR) :

Le SSR interroge le transpondeur installé à bord de l'aéronef. En mode A, le transpondeur fournit des informations d'identification ainsi que le relèvement et la distance de l'aéronef, et en mode C, il indique l'altitude pression. Le SSR actuel est largement utilisé dans de nombreuses parties du monde où les systèmes de surveillance terrestres en visibilité directe sont appropriés. Le recours aux techniques monopulse (y compris les antennes à grande ouverture verticale) et à d'autres techniques de traitement avancées améliore la précision, la résolution et la qualité globale des données de distance et d'azimut. L'emploi du mode S, une technique qui utilise une adresse unique (l'adresse à 24 bits) pour chaque aéronef rend le SSR encore plus utile pour la surveillance. Le SSR permet l'interrogation sélective des aéronefs équipés de transpondeurs mode S et élimine ainsi le chevauchement des réponses. Il fournit également une liaison de données bidirectionnelle entre les stations mode S au sol et les transpondeurs mode S. Le SSR mode S est l'outil de surveillance approprié dans les régions à forte densité de circulation. L'interconnexion des stations sol en groupes permet d'obtenir un système de surveillance et de communication plus performant.

1.4.4. (6-Surveillance dépendante automatique (ADS) :

La mise en oeuvre de liaisons de données air-sol et de systèmes de navigation embarqués précis et fiables offre la possibilité d'assurer des services de surveillance dans les régions qui en sont dépourvues dans l'infrastructure actuelle, en particulier dans les régions océaniques et dans d'autres régions où il est difficile, peu économique ou carrément impossible de mettre en oeuvre les systèmes actuels. L'ADS est une application destinée aux services ATS: les aéronefs transmettent automatiquement, sur une liaison de données, des données obtenues à l'aide des

systèmes embarqués de navigation. Ces données comprennent au minimum la position de l'aéronef en quatre dimensions, ainsi que des données complémentaires, le cas échéant. Le système ATC automatique utiliserait les données ADS pour afficher l'information à l'écran du contrôleur. En plus de fournir des données de position dans les régions dépourvues de couverture radar, l'ADS sera utile dans d'autres régions, notamment les régions à forte densité de circulation, où elle peut compléter le radar secondaire de surveillance ou le remplacer en cas de panne et réduire de ce fait la nécessité du radar primaire. De plus, dans certaines circonstances, elle peut même prendre la place du radar secondaire. Comme en ce qui concerne les systèmes de surveillance actuels, pour tirer pleinement parti de l'ADS, il faudra disposer de communications voix et données bidirectionnel pilote-contrôleur (les communications vocales doivent être disponibles au moins pour les messages d'urgence et les communications extraordinaires).

1.4.4. (7-ADS en mode diffusion (ADS-B) :

L'ADS-B est une extension de la technique ADS permettant de diffuser des données de position à plusieurs aéronefs ou organes ATM. Les aéronefs et les véhicules au sol munis de l'ADS-B diffusent périodiquement leur position et d'autres données pertinentes tirées de l'équipement de bord. Tout secteur usager, à bord ou au sol, situé dans la zone de couverture de l'émetteur peut traiter l'information. L'ADS-B n'est actuellement définie que pour les opérations en visibilité directe (diffusion sur les liaisons numériques VHF ou par squitter long SSR mode S). Il est également envisagé que l'ADS-B soit appliquée à la circulation à la surface, constituant ainsi une technique de remplacement pour les radars de surface comme les radars de surveillance des mouvements de surface (ASDE).

1.4.4. (8-APERÇU DES OPTIONS TECHNIQUES :

La mise en oeuvre de l'ADS exige:

- ✓ l'horodatage des messages exact à une seconde près par rapport au temps universel coordonné (UTC);
- ✓ une liaison de données air-sol;
- ✓ une infrastructure au sol pour communiquer les informations à l'ATC;
- ✓ des procédures appropriées des services de la circulation aérienne.

L'ADS exige une liaison de données air-sol bidirectionnelle tandis que l'ADS-B ne requiert que des liaisons unidirectionnelles puisque l'information est diffusée. Il est en outre fortement recommandé que l'ADS et l'ADS-B soient synchronisées sur une heure déterminée, par exemple l'heure du GNSS.

1.4.4. (9-BESOINS ATM EN MATIÈRE DE SURVEILLANCE :

Les besoins ATM en matière de surveillance varient selon l'espace aérien et selon la densité

et la complexité de la circulation aérienne. Ils peuvent être définis comme suit:

- ✓ les systèmes de surveillance actuels doivent transmettre des comptes rendus actualisés de la position de l'aéronef de manière à garantir une séparation sûre:
 - dans l'espace aérien océanique et à faible densité de circulation, y compris les régions isolées, une cadence d'actualisation de 12 secondes est appropriée;
 - dans les environnements à forte densité de circulation en route et en région terminale, une cadence d'actualisation de 4 secondes convient mieux aux besoins;
- ✓ la précision du système de surveillance devrait permettre d'assurer les minimums de séparation pour l'espace aérien défini;
 - le système de surveillance devrait permettre à l'ATM d'offrir à l'utilisateur un choix de trajectoires de vol en route et de prendre complètement en charge les procédures d'urgence;
 - le système de surveillance devrait appuyer les opérations de recherche et de sauvetage.

1.4.4. (10)-SYSTÈME ANTICOLLISION EMBARQUÉ (ACAS) :

L'ACAS est un système embarqué qui, au moyen des signaux du transpondeur SSR et indépendamment des systèmes sol, renseigne le pilote sur les aéronefs dotés d'un transpondeur SSR (mode C ou mode S; l'ACAS ne peut pas détecter les transpondeurs mode A) qui risquent d'entrer en conflit avec son aéronef. L'ACAS I émet des renseignements pour faciliter le déclenchement de mesures conformes au principe «voir et éviter», mais ne possède pas la capacité d'émettre des avis de résolution (RA). L'ACAS II transmet des avis de résolution (RA) dans le plan vertical au pilote. Lorsque les deux aéronefs qui se rencontrent sont équipés de l'ACAS, les manoeuvres peuvent être coordonnées automatiquement (liaison inter-ACAS). L'ACAS II est actuellement mis en oeuvre dans plusieurs États ou groupes d'États. La mise en oeuvre de l'ACAS II doit être examinée parallèlement à l'emport des transpondeurs signalant l'altitude-pression. L'ACAS III, qui émettra des avis de résolution dans le plan horizontal et dans le plan vertical, est actuellement mis au point.

1.4.4. (11)-PERFORMANCES DE SURVEILLANCE REQUISES (RSP) :

L'émergence de plusieurs types de systèmes et de procédures de surveillance pour appuyer les fonctions ATM, en plus des moyens de surveillance existante, faite craindre que le système de navigation aérienne actuel ne devienne trop complexe. Il est vrai que l'idéal serait de n'avoir qu'un seul système capable de répondre à tous les besoins de surveillance pour toutes les phases de vol dans tous les types d'espace aérien. Du point de vue coût-efficacité, cependant, il est nécessaire d'avoir des systèmes de surveillance de caractéristiques et de capacités différentes pour faire face à des conditions de trafic qui varient considérablement d'une région à faible

densité de circulation à une région terminale à forte densité de circulation. Jusqu'à ce qu'il y ait un système de surveillance capable de répondre à tous les besoins, la communauté aéronautique se doit d'examiner toutes les possibilités. Même si la diversité des options de surveillance assouplit le processus de planification, elle complique l'harmonisation des fonctions de surveillance. Une manière de faciliter la planification serait de traduire tous les besoins opérationnels pertinents en une série de paramètres de performance de surveillance. L'expression «performances de surveillance requises (RSP) désigne donc un ensemble de paramètres de performance de surveillance bien quantifiés comme la capacité, la disponibilité, la précision, la cadence d'actualisation, etc. Une fois les RSP définies pour un scénario opérationnel dans un espace aérien donné, tout système ou toute combinaison de systèmes de surveillance qui satisfait aux paramètres fixés peut être jugé opérationnellement acceptable.

1.4.5. TENDANCES FUTURES :

L'ADS-B pourrait être utilisée comme complément du SSR (couverture complémentaire) ou même le remplacer dans les régions à densité de circulation faible à moyenne. Si les aéronefs sont convenablement équipés, les données fournies par l'ADS-B peuvent également servir de base à l'affichage d'informations de trafic dans le poste de pilotage (CDTI) et il est prévu d'incorporer cette fonction à l'ACAS III.

L'ACAS assure la surveillance en vol et l'évitement des abordages. Les systèmes de surveillance en vol pourraient même offrir, en plus de l'évitement des abordages, des fonctionnalités comme la conscience de la situation et l'assurance de la séparation. On étudie actuellement les possibilités de la surveillance en vol tout en veillant à maintenir l'intégrité de la fonction d'évitement des abordages.

Au 31 décembre 1996, quelque 20 000 aéronefs étaient équipés de transpondeurs mode S et 10 000 d'entre eux étaient aussi munis de l'ACAS. Le nombre d'aéronefs ainsi équipés devrait augmenter par suite de l'obligation mondiale d'emporter l'ACAS et les transpondeurs SSR signalant l'altitude-pression.

1.4.6-QUESTIONS GÉNÉRALES RELATIVES À LA TRANSITION :

Les lignes directrices relatives à la transition aux futurs systèmes incitent les usagers à se doter rapidement de l'équipement nécessaire pour bénéficier le plus tôt possible des avantages des nouveaux systèmes. On ne pourra, bien sûr, éviter une période de transition au cours de laquelle, à bord comme au sol, deux types d'équipement seront nécessaires pour assurer la fiabilité et la disponibilité du nouveau système, mais les lignes directrices visent à limiter cette période au minimum. L'Appendice B au présent chapitre contient les lignes directrices qui devraient guider les États, les régions, les usagers, les fournisseurs de services et les fabricants dans la mise au point et le développement des systèmes CNS/ATM ainsi que dans la planification de leur mise en oeuvre.

1.4.7-AVANTAGES DES NOUVEAUX SYSTÈMES :

Les systèmes CNS/ATM amélioreront le traitement et la transmission de l'information, étendront la surveillance grâce à l'ADS et accroîtront la précision de la navigation. Cela se traduira notamment par des réductions de la séparation des aéronefs et, en conséquence, par une augmentation de la capacité de l'espace aérien. L'arrivée de systèmes CNS/ATM avancés s'accompagnera de la mise en oeuvre de systèmes sol informatisés pour faire face à la croissance du trafic. Ces systèmes sol échangeront les données directement avec les FMS au moyen de liaisons de données. Le prestataire des services ATM et l'utilisateur de l'espace aérien en bénéficieront tous les deux puisque cela permettra d'améliorer la détection et la résolution des conflits grâce à un traitement intelligent, de produire et d'envoyer automatiquement des autorisations de vol exemptes de conflit et de disposer du moyen de s'adapter rapidement à un changement des besoins. Le dispositif ATM sera ainsi mieux en mesure de respecter les profils de vol privilégiés de l'utilisateur, ce qui contribuera à réduire les coûts des exploitants d'aéronefs ainsi que les retards. Le Tableau I-1 indique les objectifs des systèmes CNS/ATM et les avantages qui en résultent.

1.4.7. (1-Avantages pour les compagnies aériennes :

Les avantages des systèmes CNS/ATM résulteront de la formation de rapports plus étroits, qui se traduiront par des communications rapides et fiables entre les éléments sol et les éléments embarqués. Les systèmes de navigation plus précis et plus fiables permettront en outre aux aéronefs de naviguer dans tous les types d'espace aérien et de voler plus près les uns des autres.

Ce que les compagnies aériennes escomptent des systèmes CNS/ATM, ce sont des normes de séparation réduites dans l'espace aérien océanique, un plus grand accès aux régions isolées, la mise en place progressive d'une séparation verticale de 1 000 ft au-dessus de 29 000 ft, des possibilités d'établissement plus dynamique des routes, des acheminements plus directs ainsi qu'un rehaussement général de la sécurité.

1.4.7. (2-Avantages pour les États qui fournissent l'infrastructure de navigation aérienne :

Pour ce qui est des États qui fournissent et assurent le fonctionnement d'importantes infrastructures au sol, on escompte une réduction des frais de fonctionnement et d'entretien des installations, à mesure que les systèmes sol traditionnels deviendront dépassés et feront de plus en plus place à la technologie des satellites. Ces États bénéficieront en outre de l'amélioration de la sécurité.

Le CNS/ATM fournit aux États en développement une occasion tout à fait opportune de renforcer leur infrastructure de façon à faire face au surcroît de trafic moyennant un investissement minimal. Nombre de ces États disposent d'un vaste espace aérien qui n'est pas utilisable, surtout à cause des dépenses que représentent l'achat, le fonctionnement et l'entretien des infrastructures au sol nécessaires. Les systèmes CNS/ATM leur apporteront la possibilité de moderniser leurs infrastructures à moindres frais, y compris pour les approches classiques et

pour les approches de précision.

1.4.7. (3-Aviation générale :

Les appareils de l'aviation générale et les aéronefs à vocation utilitaire pourront accéder de plus en plus facilement à une avionique qui leur permettra d'évoluer dans des conditions de vol qui leur seraient normalement interdites ainsi que de décoller et d'atterrir dans des aéroports qu'ils ne pourraient normalement pas utiliser à cause des coûts et des autres impératifs que cela suppose. De plus, la mise en oeuvre des systèmes CNS/ATM ouvrira à la plupart des appareils de l'aviation générale de nombreuses zones isolées qui leur sont actuellement inaccessibles parce qu'ils ne peuvent pas y assurer leurs communications ou leur navigation dans de bonnes conditions de sécurité.

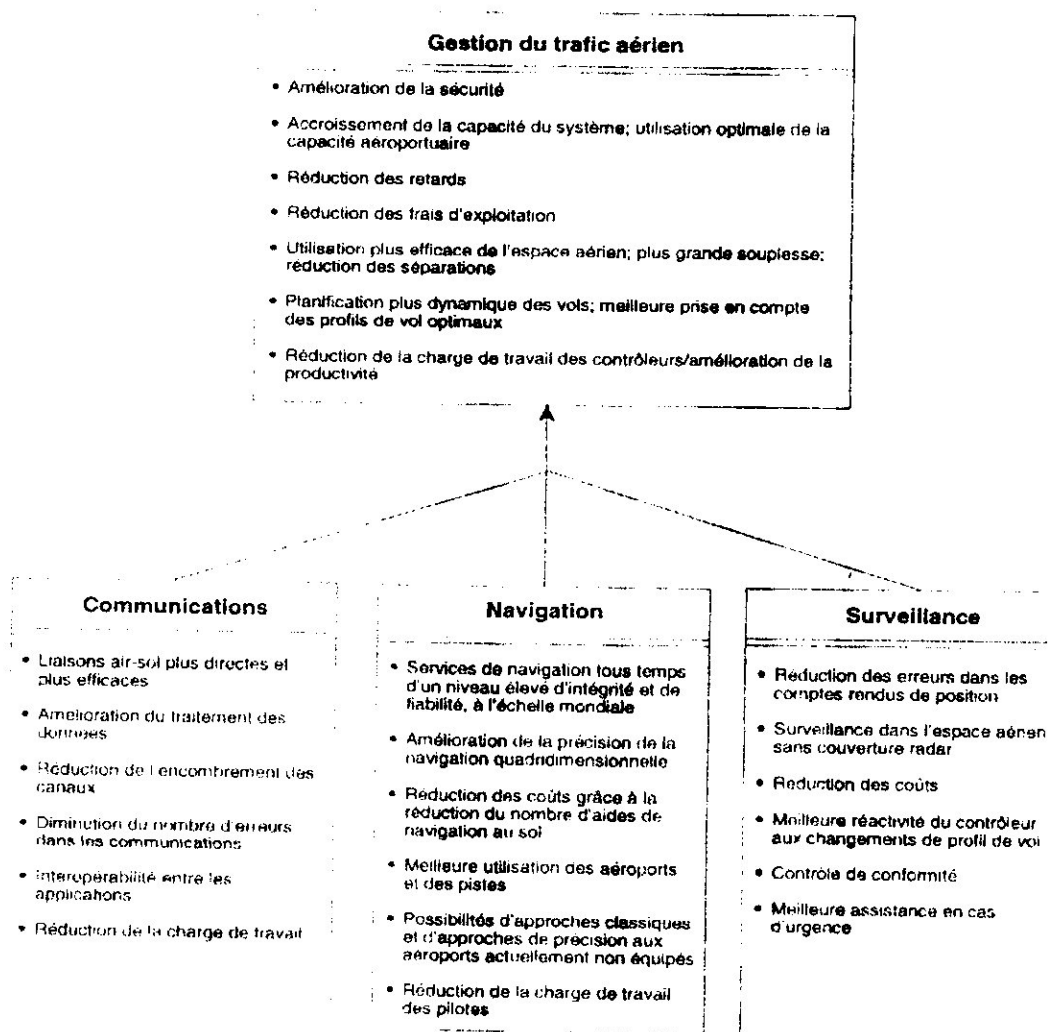


FIGURE I-2 : Aperçus des avantages escomptés des nouveaux systèmes

Tableau I-1-1. Objectifs des systèmes CNS/ATM

	GESTION DU TRAFIC AÉRIEN	OPÉRATIONS AÉRIENNES
Généralités	<ul style="list-style-type: none"> faire en sorte que les systèmes sol et les systèmes embarqués disposent tous de l'information nécessaire, y compris l'information qu'exige la planification dynamique des vols améliorer l'intégration fonctionnelle des systèmes sol avec les systèmes embarqués et les aspects des opérations aériennes liés à l'ATM améliorer la précision de la prédiction et de la résolution des conflits ainsi que la fourniture d'information en temps réel aux contrôleurs et aux exploitants 	<ul style="list-style-type: none"> améliorer la précision de l'information relative à la progression des vols améliorer l'intégration fonctionnelle des systèmes embarqués et des opérations aériennes avec les systèmes sol assurer la fourniture d'une information précise entre éléments des systèmes embarqués et éléments des systèmes sol pour permettre la planification dynamique des vols
Sécurité	<ul style="list-style-type: none"> assurer la fourniture de procédures sûres à la fois bien adaptées et harmonisées à l'échelle mondiale faire en sorte que la séparation entre aéronefs soit maintenue faire en sorte que les marges de franchissement entre les aéronefs et les obstacles soient maintenues prévoir une planification d'urgence améliorée faire en sorte qu'un service d'alerte rapide soit disponible faire en sorte que les niveaux de sécurité soient préservés à mesure que l'automatisation augmente 	<ul style="list-style-type: none"> améliorer la conscience de la situation* par les pilotes assurer les marges de franchissement adéquates par rapport au relief permettre aux aéronefs de maintenir leur propre séparation dans des conditions précises* faire en sorte que les niveaux de sécurité soient préservés à mesure que l'automatisation augmente assurer l'intégrité de l'information des bases de données
Régularité et efficacité	<ul style="list-style-type: none"> prévoir l'application de l'ATM mondiale dans toutes les conditions d'exploitation améliorer l'application de la gestion tactique de l'espace aérien par une participation dynamique de l'utilisateur, pour parvenir à une utilisation plus efficace de l'espace aérien améliorer la gestion stratégique de l'espace aérien tout en accroissant la souplesse tactique assurer la fourniture de l'information nécessaire à l'ATM tactique et stratégique améliorer l'ATM tactique et stratégique globale de façon que la demande ne dépasse pas la capacité accroître la capacité disponible sans accroître la charge de travail du contrôleur 	<ul style="list-style-type: none"> faire en sorte que les aéronefs puissent voler dans tous les types de conditions météorologiques prévoir l'application des profils de vol préférés de l'utilisateur faire en sorte que l'infrastructure nécessaire aux opérations de poste de stationnement à poste de stationnement soit disponible améliorer la possibilité donnée à l'utilisateur d'optimiser dynamiquement ses plans de vol de façon à améliorer la capacité de l'espace aérien grâce à une exploitation plus souple réduire au minimum les pénalités relatives au coût d'exploitation des aéronefs réduire au minimum les différences d'équipements de bord nécessaires entre les régions
COMMUNICATIONS, NAVIGATION ET SURVEILLANCE		
Communications	<ul style="list-style-type: none"> améliorer la couverture, l'accessibilité, les capacités, l'intégrité, la sûreté et les performances des systèmes de communication aéronautiques conformément aux besoins ATM 	
Navigation	<ul style="list-style-type: none"> améliorer la couverture et permettre la navigation tous temps dans tous les espaces aériens, y compris à l'approche et à l'atterrissage, tout en maintenant et en améliorant l'intégrité, la précision et les performances conformément aux besoins ATM 	
Surveillance	<ul style="list-style-type: none"> améliorer et étendre la surveillance effective dans les régions océaniques ou isolées tout en améliorant la conscience de la situation* du trafic aérien dans les postes de pilotage conformément aux besoins ATM 	

TABLEAU I-1 : objectif des systèmes CNS/ATM

1.4.7. (4-Avantages indirects :

Outre ces avantages directs, on compte aussi de nombreux avantages indirects, et notamment les suivants:

- abaissement des tarifs;
- gains de temps pour les passagers;
- gains pour l'environnement;
- transferts de compétences technologiques;
- gains de productivité et restructuration de l'industrie;
- stimulation des industries connexes;
- augmentation des possibilités d'échanges commerciaux;
- développement de l'emploi.

1.4.8-ETUDES COÛTS-AVANTAGES :

Pour assurer le succès de la mise en oeuvre des systèmes CNS/ATM, il est indispensable que les prestataires de services de la circulation aérienne, les usagers de ces services et les organismes de financement soient tous informés des incidences financières de cette mise en oeuvre et qu'ils soient convaincus de la viabilité économique des nouveaux systèmes. Pour cela, il faut une analyse coûts-avantages complète, qui dégage les conséquences financières du processus de mise en oeuvre pour tous les partenaires. En plus d'évaluer la viabilité globale des systèmes, il importe d'en déterminer séparément les incidences sur les administrations nationales ou les organismes chargés d'assurer les services ainsi que sur les compagnies aériennes et les autres exploitants d'aéronefs qui les utilisent. Il se peut par exemple que certaines administrations nationales constatent que l'investissement et les frais d'exploitation d'un nouveau système sont supérieurs à ceux du système actuel. Mais d'autre part, les frais d'équipement et d'exploitation supplémentaires que devront éventuellement assumer les compagnies aériennes seront probablement plus que compensés par les gains qu'elles tireront de la rationalisation des itinéraires que permettra le nouveau système. Dans ces conditions. Il se pourrait que les redevances de route doivent être ajustées pour assurer le recouvrement intégral des coûts des prestataires de services. Les analyses coûts-avantages pourront servir de guide quant à la nature et à l'ampleur des ajustements à opérer.

La mise en oeuvre des systèmes CNS/ATM se prête à toute une gamme d'options techniques, opérationnelles et institutionnelles. Ainsi, dans un espace aérien donné, les communications air-sol pourront se faire au moyen du service mobile aéronautique par satellite (SMAS) (voix et données), de la VHF (voix et données), du mode S du SSR (liaison de données), de la HF (voix et données) ou d'une combinaison de ces supports. Pour ce qui est des questions d'organisation, un État pourra fournir les services de façon indépendante à l'intérieur de son espace aérien ou se joindre à d'autres États dans le cadre de diverses formules, dont la délégation à des intermédiaires. Étant donné que les coûts et les avantages liés aux systèmes CNS/ATM sont en rapport avec le plan de mise en oeuvre, l'analyse coûts-avantages peut aider un État ou une région à choisir l'option de mise en oeuvre la mieux adaptée aux besoins et aux conditions qui lui sont propres.

L'analyse coûts-avantages peut aussi fournir des indications sur le calendrier qui convient pour la mise en oeuvre des divers éléments d'un nouveau système. Les valeurs relatives des coûts et des avantages de la mise en oeuvre ont toute chance de varier selon le volume du trafic. Il se peut par exemple que la croissance du trafic se répercute davantage sur les avantages retirés des systèmes CNS/ATM que sur les coûts, de sorte que le nouveau système deviendra plus attrayant économiquement à mesure que le trafic augmentera avec le temps. Il ne faut pas oublier non plus que des retards dans la mise en oeuvre peuvent faire perdre des avantages sur le court terme. L'analyse coûts-avantages peut prendre en compte ces divers facteurs et aider à déterminer le calendrier des investissements qui sera globalement le plus avantageux.

1.4.9-QUESTIONS D'ORGANISATION ET QUESTIONS FINANCIÈRES :

Les aspects organisationnels et les aspects financiers du processus de mise en oeuvre des systèmes CNS/ATM constituent un défi majeur. De nombreux éléments des systèmes CNS/ATM ont pour caractéristique d'être d'envergure multinationale, ce qui veut dire qu'il faudra dans une large mesure une coopération internationale tout au long du processus de mise en oeuvre et, à terme, dans le futur environnement opérationnel. Dans bien des cas, les États intéressés devront peut-être assurer conjointement le financement d'éléments de base du système au niveau régional ou mondial. Pour ce qui est du financement au niveau national, il sera normalement envisagé de la même façon que dans le cas des systèmes de navigation aérienne classiques. La création d'organismes financièrement autonomes chargés d'exploiter les services de navigation aérienne (ANS) au niveau national, voire au niveau international, est susceptible de faciliter le financement des systèmes CNS/ATM.

1.4.10-BESOINS EN MATIÈRE D'ASSISTANCE ET DE COOPÉRATION TECHNIQUE :

Si certains États seront en mesure d'élaborer leurs plans CNS/ATM nationaux et de mettre en oeuvre les systèmes en faisant appel à leurs propres ressources, la majorité aura besoin pour ce faire d'une certaine assistance. Les enquêtes qu'a réalisées l'OACI au moyen de questionnaires ont montré qu'il fallait aux États une assistance dans les secteurs suivants:

- ✓ évaluation des besoins et élaboration des projets;
- ✓ séminaires et ateliers de familiarisation et de spécialisation;
- ✓ préparation de la transition, en particulier analyses des coûts et des avantages ainsi que du recouvrement des coûts;
- ✓ mobilisation des donateurs et arrangements financiers;
- ✓ planification des systèmes, spécifications, acquisition, installation et mise en service;
- ✓ planification et développement des ressources humaines.

L'Énoncé de politique de l'OACI sur la mise en oeuvre et l'exploitation des systèmes CNS/ATM prévoit notamment que l'Organisation jouera son rôle central dans la coordination des arrangements de coopération technique concernant la mise en oeuvre des systèmes CNS/ATM. L'Assemblée de l'OACI a créé le Mécanisme de mise en oeuvre des

objectifs de l'OACI dans le but notamment d'apporter aux États, sans but lucratif, l'assistance technique dont ils ont besoin pour la planification et la mise en oeuvre des systèmes CNS/ATM au niveau national. Il peut aussi être fourni une assistance pour la mise sur pied d'arrangements de coopération entre États, sous les auspices de l'OACI, par exemple pour répondre à des besoins communs de matériel ou de formation.

1.4.11-QUESTIONS JURIDIQUES :

Le cadre juridique de la fourniture des services de gestion du trafic aérien actuellement en place, à savoir la Convention de Chicago et ses Annexes, régit la conduite des fournisseurs de services (y compris les fournisseurs d'éléments de service, tels que les signaux de positionnement des aides de navigation), et des usagers (y compris les exploitants aériens). Les systèmes CNS/ATM se traduiront par des avantages sensibles pour les États. Il est généralement admis qu'il n'y a pas d'obstacle juridique à la mise en oeuvre des systèmes CNS/ATM et qu'il n'y a rien d'inhérent aux systèmes CNS/ATM qui soit incompatible avec la Convention de Chicago. Le Groupe d'experts juridiques et techniques est parvenu à un certain nombre de conclusions:

- ✓ le GNSS doit être compatible avec le droit international, y compris la Convention de Chicago, ses Annexes et les règles pertinentes applicables aux activités dans l'espace extra-atmosphérique;
- ✓ l'intégrité de tout cadre juridique pour la mise en oeuvre et l'exploitation du GNSS exigent l'observation de principes fondamentaux, qui devraient être établis dans une charte;
- ✓ d'autres questions juridiques devraient être étudiées plus avant à mesure que sera mis au point le GNSS à long terme.

Le Groupe d'experts est donc convenu du texte d'un projet de Charte sur les droits et obligations des États concernant les services GNSS et il a étudié d'autres questions juridiques relatives au GNSS. Le projet de charte réunit les principes applicables à la mise en oeuvre et à l'exploitation du GNSS, notamment en ce qui concerne la sécurité de l'aviation civile internationale, l'accessibilité universelle aux services du GNSS sans discrimination, la préservation de la souveraineté, de l'autorité et de la responsabilité des États, la continuité, la disponibilité, l'intégrité, la précision et la fiabilité des services GNSS, la compatibilité des arrangements régionaux avec le processus de planification et de mise en oeuvre mondial ainsi que le principe de coopération et d'assistance mutuelle. La question sur laquelle ni le Conseil, ni le Comité juridique ne sont parvenus à un consensus est la question de savoir Si le CNS/ATM comporte des caractéristiques nouvelles qui posent des problèmes tels qu'il faille un instrument ou une combinaison d'instruments juridiques nouveaux. On trouvera au Chapitre II des explications plus détaillées sur les questions juridiques.

Chapitre III

les routes ATS

II. GENERALITES :**II.1. DEFINITIONS :**

Dans le présent chapitre, les termes suivants ont la signification indiquée ci-après :

a. Route :

Projection a la surface de la terre de la trajectoire d'un aéronef. Trajectoire dont l'orientation. En un point quelconque, est généralement exprimée en degrés par rapport au nord (vrai, magnétique ou grille).

b. Route a navigation de surface :

Route ATS établie à l'usage des aéronefs qui peuvent utiliser la navigation de surface.

c. Route ATS :

Route déterminée destinée à canaliser la circulation pour permettre d'assurer les services de la circulation aérienne.

d. Service de la circulation aérienne (ATS) :

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

e. Service d'information de vol :

Service assure dans le but de fournir les avis et les renseignements utiles à l'exécution sûre et efficace des vols.

f. Service du contrôle de la circulation aérienne :

Service assure dans le but d'empêcher:

- ✓ les abordages entre aéronefs;
- ✓ les collisions, sur l'aire de manoeuvre, entre les aéronefs et des obstacles;
- ✓ d'accélérer et de régulariser la circulation aérienne.

g. Service consultatif de la circulation aérienne :

Service fourni à l'intérieur de l'espace aérien a service consultatif aux fins d'assurer, autant que possible, l'espacement des avions volant conformément a un plan de vol IFR.

h. Service d'alerte :

Service assure dans le but d'alerter les organes appropriés lorsque des aéronefs ont besoin de l'aide des organismes de recherches et de sauvetage et de prêter à ces organes le concours nécessaire

II.2-INDICATIF DES ROUTES ATS :

Le but d'un système d'indicatifs de route et de type de qualité de navigation requise (RNP) applicable à des tronçons de route ATS, des routes ATS ou des zones spécifiquement désignés est de permettre aux pilotes et aux services ATS, compte tenu des nécessités de l'automatisation:

- ✓ De se référer sans ambiguïté à une route ATS sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'emploi de coordonnées géographiques ou à d'autres moyens pour décrire cette route;
- ✓ D'établir une relation entre une route ATS et une structure verticale déterminée de l'espace aérien;
- ✓ D'indiquer un niveau de précision de navigation à respecter le long d'une route ATS ou à l'intérieur de zones spécifiées; et enfin,
- ✓ D'indiquer qu'une route est utilisée principalement ou exclusivement par certains types d'aéronefs.

Afin de répondre à cet objectif, le système de désignation devra:

- ✓ Permettre l'identification de toute route ATS d'une manière simple et non équivoque;
- ✓ Eviter les redondances;
- ✓ Pouvoir être utilisé aussi bien par le système automatique au sol que par le système automatique de bord;
- ✓ Permettre la plus grande concision dans l'utilisation du système en exploitation; et enfin
- ✓ Assurer une possibilité de développement suffisante pour répondre aux besoins futurs sans qu'il soit nécessaire de procéder à des modifications fondamentales.

Les routes ATS contrôlées, non contrôlées et à caractère consultatif, à l'exception des itinéraires normalisés d'arrivée et de départ, seront donc identifiées de la manière spécifiée ci-après.

II.2.1-Composition de l'indicatif :

L'indicatif de route ATS sera composé d'un indicatif de base complété, en cas de besoin, par:

- ✓ Un préfixe,
- ✓ Une lettre supplémentaire,

Le nombre de caractères nécessaires pour composer l'indicatif devrait, si possible, être limité à un maximum de cinq, et ne dépasse 6 caractères dans le cas contraire.

L'indicatif de base sera composé d'une lettre de l'alphabet suivie d'un numéro compris entre 1 et 999.

La lettre sera choisie parmi les suivantes:

- ✓ A, B, G, R pour les routes qui font partie des réseaux régionaux de routes ATS autres que les routes à navigation de surface;
Exemple : UA31, UB730, UG26, UR34.
- ✓ L, M, N, P pour les routes à navigation de surface qui font partie des réseaux régionaux de routes ATS;
Exemple : UM608, UN855, UL102.
- ✓ H, J, V, W pour les routes qui ne font pas partie des réseaux régionaux de routes ATS et qui ne sont pas des routes à navigation de surface;
Exemple : UJ30, UJ36, V 71.
- ✓ Q, T, Y, Z pour les routes à navigation de surface qui ne font pas partie des réseaux régionaux de routes ATS.

Le cas échéant, une lettre supplémentaire sera ajoutée comme préfixe à l'indicatif de base conformément aux indications ci-après:

- ✓ K afin d'indiquer une route à basse altitude établie principalement à l'intention des hélicoptères;
- ✓ U afin d'indiquer que la route ou une partie de cette route est établie dans l'espace aérien supérieur;
- ✓ S afin d'indiquer une route établie exclusivement pour que les avions supersoniques l'empruntent pendant l'accélération, pendant la décélération et pendant le vol supersonique.

Lorsque l'autorité ATS compétente le prescrit, ou sur la base d'un accord régional de navigation aérienne, une lettre supplémentaire pourra être ajoutée après l'indicatif de base de la route ATS en question, pour indiquer le type de service assuré ou les performances en virage exigées sur cette route, comme suit:

- Pour les routes RNP 1 au niveau de vol 200 et au dessus, la lettre Y pour indiquer que tous les virages de la route entre 30 et 90 degrés doivent être exécutés dans les limites de la tolérance RNP, en suivant un arc tangentiel entre les tronçons rectilignes défini par un rayon de 22,5 NM (par exemple A123Y);
- Pour les routes RNP 1 au niveau de vol 190 et au dessous, la lettre Z pour indiquer que tous les virages de la route entre 30 et 90 degrés doivent être exécutés dans les limites de la tolérance RNP, en suivant un arc tangentiel entre les tronçons rectilignes défini par un rayon de 15 NM (par exemple G246Z);
- La lettre F pour indiquer que seul un service consultatif est assuré sur la route ou sur une partie de la route;
- La lettre G pour indiquer que seul un service d'information de vol est assuré sur la route ou sur une partie de la route.

Remarque : En raison de limitations inhérentes aux dispositifs de visualisation de bord, les lettres supplémentaires <F>, <G> <Y> et <Z> peuvent ne pas être affichées dans le poste de pilotage.

II.2.2 -Attribution des indicatifs de base :

Les indicatifs de base des routes ATS seront attribués selon les principes suivants. Le même indicatif de base sera attribué à une route long courrier principal sur toute sa longueur, indépendamment des régions de contrôle terminales, des Etats et des régions traverses.

Remarque : Cette attribution est particulièrement importante dans le cas où l'on utilise un traitement automatique des données ATS et un équipement de navigation de bord par ordinateur.

Lorsque deux ou plusieurs routes long-courriers ont un tronçon commun, il sera attribué à ce dernier chacun des indicatifs des routes intéressées, sauf lorsqu'il en résulterait des difficultés pour les services de la circulation aérienne, auquel cas, d'un commun accord, un seul indicatif sera utilisé.

Un indicatif de base attribué à une route ne sera pas attribué à une autre route.
Les besoins des Etats en indicatifs seront notifiés aux bureaux régionaux de l'OACI en vue de leur coordination.

II.2.3- Emploi des indicatifs dans les communications

Dans les communications imprimées, l'indicatif sera toujours exprimé au moyen de deux caractères au moins et de six caractères au plus.

Dans les communications en phonie, la lettre de base d'un indicatif sera prononcée conformément au code d'épellation OACI.

Lorsque les préfixes K, U ou S sont utilisés, ils seront, dans les communications verbales, prononcés comme suit:

K — KOPTER
U — UPPER
S — SUPERSONIC

Le mot « kopter » sera prononcé comme le mot « hélicoptère » et les mots « upper » et « supersonic » comme en anglais.

Lorsque les lettres « F », « G », « Y » et « Z » sont utilisées, l'équipage de conduite ne sera pas tenu de les utiliser dans ses communications vocales.

II.3-PRINCIPES REGISSANT L'ETABLISSEMENT ET L'IDENTIFICATION DES POINTS SIGNIFICATIFS :

II.3.1- Etablissement des points significatifs :

Chaque fois que cela est possible, les points significatifs devraient être établis par rapport à des aides de radionavigation installées au sol, de préférence des aides VHF ou à fréquences plus élevées.

Lorsqu'il n'existe pas de telles aides de radio- navigation installées au sol, des points significatifs seront établis en des emplacements qui peuvent être déterminés par des aides autonomes de bord ou par observation visuelle, lorsque la navigation doit être effectuée par référence visuelle au sol. Des points particuliers peuvent être désignés comme points de « transfert de contrôle » par accord entre organes adjacents du contrôle de la circulation aérienne ou entre postes de contrôle intéressés.

II.3.2- Indicatifs des points significatifs identifiés par l'emplacement d'une aide de radionavigation :

Noms en langage clair pour les points significatifs identifiés par l'emplacement d'une aide de radionavigation.

Dans la mesure du possible, les points significatifs seront désignés par référence à un point géographique identifiable et de préférence important.

Dans le choix d'un nom pour le point significatif, on veillera à ce que les conditions ci-après soient réunies:

- ✓ Le nom ne posera aucune difficulté de prononciation pour les pilotes ou le personnel ATS lorsqu'ils utilisent la langue employée dans les communications ATS. Lorsque le nom d'un emplacement géographique dans la langue nationale choisie pour désigner un point significatif pose des difficultés de prononciation, une forme abrégée ou contractée de ce nom, lui conservant le plus possible sa signification géographique, sera choisie;
Exemple: FUERSTENFELDBRUCK = FURSTY
- ✓ Le nom sera aisément reconnaissable dans les communications en phonie et ne prêter pas à confusion avec d'autres points significatifs de la même région d'ensemble. En outre, le nom ne créera pas de confusion par rapport à d'autres communications échangées entre les services de la circulation aérienne et les pilotes;
- ✓ Le nom devrait si possible comprendre au moins six lettres formant deux syllabes et, de préférence, un maximum de trois;
- ✓ Le nom choisi sera le même pour le point significatif et pour l'aide de radionavigation dont l'emplacement identifie ce point.
- ✓ L'indicatif code correspondra à l'identification radio de l'aide de radionavigation; il sera, si possible, de nature à faciliter le rapprochement avec le nom du point significatif en langage clair.
- ✓ Le même indicatif code ne sera pas réutilisé à moins de 1100 km (600 NM) de l'emplacement de l'aide de radio- navigation en cause, sauf dans le cas indiqué ci-après.

Remarque : Lorsque deux aides de radionavigation fonctionnant dans des bandes différentes du spectre des fréquences sont situées au même emplacement, leur identification radio est en principe la même.

- ✓ Les besoins des Etats en indicatifs codes seront notifiés aux bureaux régionaux de l'OACI en vue de leur coordination.

II.3.3-Indicatifs des points significatifs :

Lorsqu'il est nécessaire d'établir un point significatif à un endroit qui n'est pas identifié par l'emplacement d'une aide de radionavigation, ce point significatif sera désigné par un groupe « nom-indicatif codé » unique de cinq lettres qui soit prononçable. Ce « nom de code » sert alors de nom aussi bien que d'indicatif code au point significatif.

Le nom de code sera choisi de manière à éviter toute difficulté de prononciation pour les pilotes ou le personnel ATS lorsqu'ils emploient la langue utilisée dans les communications ATS.

Exemples: ADOLA, KODAP

Le nom de code sera facilement identifiable dans les communications en phonie et ne prêter pas à confusion avec les indicatifs utilisés pour d'autres points significatifs de la même région d'ensemble. Le nom de code assigné à Un point significatif ne sera pas assigné à un autre point significatif. Les besoins des Etats en noms de code seront notifiés aux bureaux régionaux de l'OACI en vue de leur coordination.

Dans les régions où n'existe pas de système de routes fixes ou lorsque les routes suivies par des aéronefs varient en fonction de considérations opérationnelles, les points significatifs seront déterminés et communiqués en coordonnées géographiques du Système géodésique mondial - 1984 (WGS-84); toutefois, les points significatifs établis de manière permanente et servant de points d'entrée ou de points de sortie dans ces régions seront désignés conformément aux dispositions pertinentes des sections II.3.2 ou II.3.3.

II.3.4-Emploi des indicatifs dans les communications :

En principe, le nom choisi comme il est indiqué aux sections II.3.2 ou II.3.3 sera utilisé pour désigner le point significatif dans les communications en phonie. Si le nom en langage clair d'un point significatif identifié par l'emplacement d'une aide de radionavigation, choisi conformément à la disposition de II.3.2, n'est pas utilisé, ce nom sera remplacé par l'indicatif code. Dans les communications en phonie, cet indicatif code sera épelé conformément au code d'appellation de l'OACI

Dans les communications imprimées ou codées, seul l'indicatif code ou le nom de code choisi sera utilisé pour désigner un point significatif.

II.3.5- Points significatifs utilisés comme points de compte rendu :

Afin de permettre aux services ATS d'obtenir des renseignements concernant la progression des aéronefs en vol, il peut être nécessaire de désigner comme points de compte rendu des points significatifs sélectionnés.

II.3.5.1-Établissement de ces points de compte rendu :

On tiendra compte des facteurs suivants:

- Type des services de la circulation aérienne assurés;
- Volume de circulation normalement constaté;
- Précision avec laquelle les aéronefs peuvent se conformer au plan de vol en vigueur;
- Vitesse des aéronefs;
- Minimums d'espacement appliqués;

- Complexité de la structure de l'espace aérien;
- Méthode(s) de contrôle utilisée(s);
- Début ou fin des phases importantes d'un vol (montée, descente, changement de direction, etc.);
- Procédures de transfert de contrôle;
- Sécurité, recherches et sauvetage;
- Charge de travail dans le poste de pilotage et volume des communications air-sol.

II.3.5.2-Établissement de ces points de compte rendu obligatoire :

On attribuera aux points de compte rendu l'un des qualificatifs suivants: « obligatoires » ou « sur demande ».

On s'inspirera des principes suivants pour établir des points de compte rendu « obligatoires »:

- ✓ Le nombre des points de compte rendu obligatoires sera limité au minimum qui est nécessaire à la communication régulière de renseignements sur la progression des vols aux organes des services de la circulation aérienne, compte tenu de la nécessité de réduire au minimum la charge de travail dans le poste de pilotage et celle des contrôleurs, ainsi que le volume des communications air-sol ;
- ✓ Le fait, qu'une aide de radionavigation soit installée à un emplacement donné ne devrait pas déterminer nécessairement sa désignation comme point de compte rendu obligatoire ;
- ✓ Des points significatifs obligatoires ne devraient pas nécessairement être établis aux limites d'une région d'information de vol ou d'une région de contrôle.

II.3.5.3-Établissement de ces points de compte rendu sur demande :

Des points de compte rendu « sur demande » peuvent être établis en fonction des comptes rendus de position additionnels dont les services de la circulation aérienne ont besoin lorsque les conditions de la circulation aérienne l'exigent.

On réexaminera à intervalles réguliers la désignation des points de compte rendu obligatoires et sur demande afin de réduire les comptes rendus réguliers de position au minimum nécessaire pour assurer l'efficacité des services de la circulation aérienne.

Classe	Type de vol	Séparation assurée	Services assurés	Limite de vitesse ¹	Radiocommunications obligatoires	Autorisation ATC requise
A	IFR seulement	A tous les aéronefs	ATC	Sans objet	Continues deux sens	Oui
	IFR	A tous les aéronefs	ATC	Sans objet	Continues deux sens	Oui
B	VFR	A tous les aéronefs	ATC	Sans objet	Continues deux sens	Oui
	IFR	IFR d'avec IFR IFR d'avec VFR	ATC	Sans objet	Continues deux sens	Oui
C	VFR	VFR d'avec IFR	1) ATC pour séparation d'avec IFR 2) Information de circulation entre vols VFR (et suggestion de manœuvre d'évitement sur demande)	250 kt VI au-dessous de 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continues deux sens	Oui
	IFR	IFR d'avec VFR	ATC, information de circulation des vols VFR (et suggestion de manœuvre d'évitement sur demande)	250 kt VI au-dessous de 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continues deux sens	Oui
D	VFR	Neant	Information de circulation entre vols VFR et vols IFR et entre vols VFR (et suggestion de manœuvre d'évitement sur demande)	250 kt VI au-dessous de 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continues deux sens	Oui
	IFR	IFR d'avec IFR	ATC et autant que possible information de circulation des vols VFR	250 kt VI au-dessous de 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continues deux sens	Oui
E	VFR	Neant	Autant que possible information de circulation	250 kt VI au-dessous de 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Non	Non
	IFR	IFR d'avec IFR autant que possible	Service consistant de la circulation aérienne, service d'information de vol	250 kt V au-dessous de 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continues deux sens	Non
F	VFR	Neant	Service d'information de vol	250 kt VI au-dessous de 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Non	Non
	IFR	Neant	Service d'information de vol	250 kt VI au-dessous de 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continues deux sens	Non
G	VFR	Neant	Service d'information de vol	250 kt VI au-dessous de 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Non	Non
	IFR	Neant	Service d'information de vol	250 kt VI au-dessous de 3 050 m (10 000 ft) AMSL	Continues deux sens	Non

¹ Quand la hauteur de l'airode de transition est inférieure à 3 050 m (10 000 ft) AMSL, il faudrait utiliser FL 100 au lieu de 10 000 ft.

TABLEAU II.1-classe d'espace aérien.

II.4-ELEMENTS CONCERNANT UNE METHODE D'ETABLISSEMENT DES ROUTES ATS DEFINIES PAR VOR :

II.4.1-Détermination des performances du système VOR :

Les valeurs susceptibles d'être associées à chacun des facteurs qui constituent le système VOR global sont extrêmement variables et les méthodes dont on dispose actuellement pour mesurer tous les effets individuels avec la précision voulue sont limitées; ces considérations ont amené à conclure que l'évaluation de l'erreur du système global fournit une méthode plus réaliste pour déterminer les performances du système VOR.

II.4.2- Détermination de l'espace aérien protégé le long des routes définies par VOR :

Remarque : Le mot rétention, utilisé dans la présente section, sert à indiquer que l'espace aérien protégé contiendra le trafic pendant 95 % du temps de vol total (c'est-à-dire accumulé pour tous les aéronefs) pendant lequel la circulation a lieu sur la route considérée. Lorsqu'un niveau de rétention de 95 % est assuré, il est implicite que, pendant 5 % du temps total de vol, le trafic se trouvera à l'extérieur de l'espace aérien protégé. Il n'est pas possible de quantifier la distance maximale dont ce trafic risque de s'éloigner au-delà de l'espace aérien protégé.

Les éléments indicatifs ci-après sont applicables aux routes définies par VOR sur lesquelles le radar n'est pas utilisé pour aider les aéronefs à rester à l'intérieur de l'espace aérien protégé. Toutefois, lorsque les écarts latéraux des aéronefs sont contrôlés par surveillance radar, la taille de l'espace aérien protégé nécessaire peut être réduite, comme l'indique l'expérience pratique acquise dans l'espace aérien considéré.

Au minimum, la protection contre l'activité dans l'espace aérien protégé autour de l'axe de la route aux routes devrait offrir une rétention de 95%.

Les travaux de l'OACI ont montré que les performances d'un système VOR, dans l'hypothèse de la probabilité d'une rétention de 95 % exigeraient que l'espace aérien protégé autour de l'axe de la route ait les limites ci-dessous si l'on veut tenir compte des écarts possibles:

- Routes VOR ou les VOR sont au plus distants de 93 km (50 NM): $\pm 7,4$ km (4 NM);
- Routes VOR avec une distance entre VOR allant jusqu'à 278 km (150 NM): $\pm 7,4$ km (4 NM) jusqu'à 46 km (25 NM) du VOR, l'espace aérien protégé s'élargissant ensuite progressivement pour atteindre $\pm 11,1$ km (6 NM) à 139 km (75 NM) du VOR.

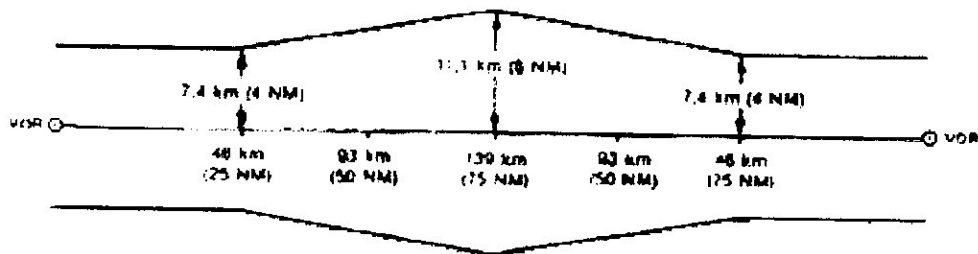


FIGURE II.1 – route ATS avec une route entre VOR (150NM).

Si l'autorité compétente des services de la circulation aérienne estime qu'il est nécessaire d'assurer une meilleure protection, par exemple en raison de la proximité de zones interdites, réglementées ou dangereuses, de trajectoires de montée ou de descente réservées aux aéronefs militaires, etc., elle pourra décider qu'un niveau plus élevé de rétention devrait être assuré. Les valeurs ci-après devraient être utilisées pour délimiter l'espace aérien protégé:

- pour les tronçons de 93 km (50 NM) ou moins entre VOR: utiliser les valeurs de la ligne A du tableau ci-après;
- pour les tronçons de plus de 93 km (50 NM) et de moins de 278 km (150 NM) entre VOR: utiliser les valeurs de la ligne A du tableau jusqu'à 46 km (25 NM) puis élargir progressivement la zone jusqu'aux valeurs données à la ligne B à la distance de 139 km (75 NM) du VOR.

	Pourcentage de rétention					
	91	96	97	98	99	99,5
A (km)	± 7,4	± 7,4	± 8,3	± 9,3	± 10,2	± 11,1
(NM)	± 4,0	± 4,0	± 4,5	± 5,0	± 5,5	± 6,0
B (km)	± 11,1	± 11,1	± 12,0	± 12,0	± 13,0	± 13,7
(NM)	± 6,0	± 6,0	± 6,5	± 6,5	± 7,0	± 7,5

TABLEAU II.2 – pourcentage de rétention

Par exemple, la zone protégée pour une route de 222 km (120 NM) entre deux VOR, pour laquelle une rétention de 99,5 % est requise devrait avoir les dimensions suivantes:

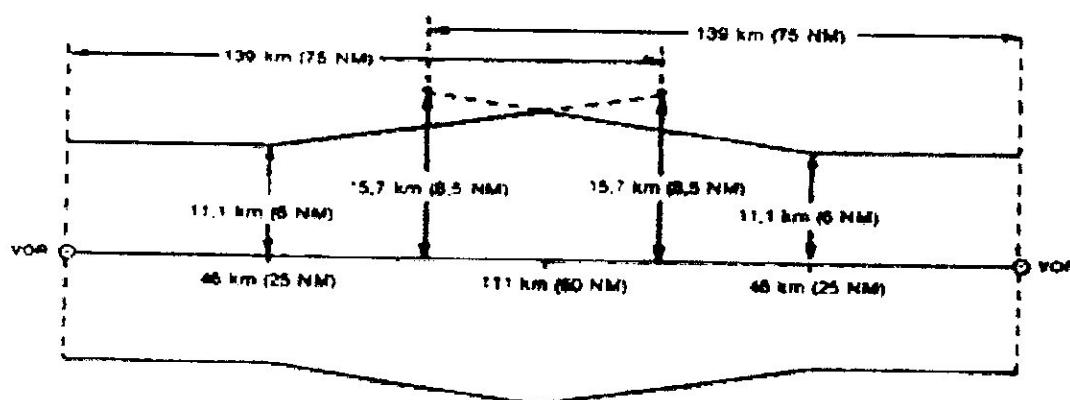


FIGURE II.2- route ATS avec une route entre VOR (150 NM) et rétention de 99,5% :

Si deux tronçons d'une route ATS définie par un VOR se coupent sous un angle supérieur à 25° , Un espace aérien protégé supplémentaire devrait être fourni à l'extérieur du virage et aussi du côté intérieur du virage selon les besoins. Cet espace supplémentaire servira de tampon pour le déplacement latéral accru des aéronefs, que l'on constate dans la pratique lors des changements de direction de plus de 25° . L'étendue de l'espace aérien supplémentaire varie selon l'angle d'intersection: plus l'angle est grand, plus l'espace supplémentaire protégé doit être étendu. Des éléments indicatifs sont donnés au sujet de l'espace aérien protégé nécessaire dans les virages de 90° maximum. Dans le cas exceptionnel ou une route ATS doit tourner de plus de 90° , les Etats devraient faire en sorte qu'un espace aérien protégé adéquat soit prévu à la fois du côté intérieur et du côté extérieur du virage.

Les exemples ci-après sont le résultat d'une synthèse des pratiques suivies dans deux Etats qui utilisent des gabarits pour faciliter la planification de l'utilisation de l'espace aérien. Les gabarits des aires de virage ont été conçus en tenant compte de facteurs tels que la vitesse des aéronefs, l'angle d'inclinaison latérale dans les virages, la vitesse probable du vent, les erreurs de position, le temps de réaction du pilote, et un angle d'interception de la nouvelle route d'au moins 30° ; ils assurent un confinement d'au moins 95 %.

Un gabarit a été utilisé pour déterminer l'espace aérien supplémentaire nécessaire du côté extérieur des virages pour des virages de 30° , 45° , 60° , 75° et 90° . Les figures ci-dessous présentent de façon schématisque les limites extérieures de cet espace aérien; les courbes de raccordement ont été supprimées pour faciliter la trace. Dans chaque cas, l'espace aérien supplémentaire est représenté pour l'aéronef qui vole dans le sens de la flèche en trait gras. Lorsque la route est utilisée dans les deux sens, le même espace aérien supplémentaire doit être prévu sur l'autre limite extérieure.

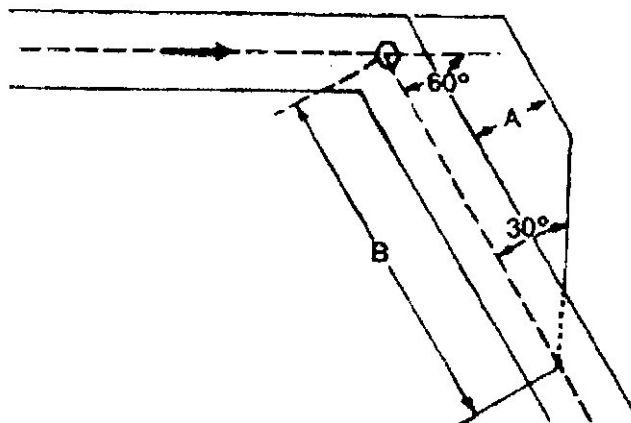


FIGURE.II.3- cas de deux tronçons de route qui se coupent à un VOR sous un angle de 60°.

Cas de deux tronçons de route qui se coupent sous un angle de 60° à l'intersection de deux radiales VOR, au-delà du point où l'espace protégé doit s'élargir conformément au Figure II-1

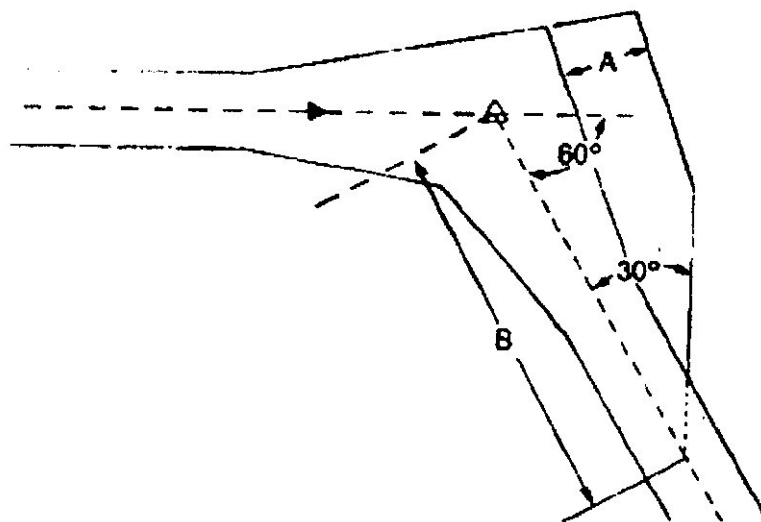


Figure .II.4 -Cas de deux tronçons de route qui se coupent sous un angle de 60° à l'intersection de deux radiales VOR

Cas de deux tronçons de route qui se coupent sous un angle de 60° à l'intersection de deux radiales VOR, au-delà du point où l'espace protégé doit s'élargir conformément au Figure II-1

Le tableau ci-après donne les distances à utiliser pour délimiter un espace aérien protégé supplémentaire, au niveau 45° et au-dessous, dans le cas de tronçons de route qui se coupent à un VOR ou à l'intersection de deux radiales VOR, lorsque cette intersection ne se trouve pas à plus de 139 km (75 NM) de chacun des VOR.

Angle à l'intersection	30°	45°	60°	75°	90°
VOR					
* Distance - VOR (km)	5	9	11	17	21
* Distance - RV (NM)	3	5	7	9	11
* Distance - RV (km)	46	62	71	86	92
* Distance - RV (NM)	25	34	40	46	50
Indicateur					
* Distance - VOR (km)	7	11	13	20	25
* Distance - RV (NM)	4	6	9	11	14
* Distance - RV (km)	66	76	88	105	111
* Distance - RV (NM)	36	41	48	56	60

* Les distances sont arrondies au kilomètre/mille marin entier le plus proche.

TABLEAU.II-3 les distances ont utilisé pour délimiter un espace aérien protégé supplémentaire

La Figure II.5 illustre une méthode à utiliser pour construire l'espace aérien protégé supplémentaire nécessaire du côté intérieur du virage pour les virages de 90° maximum:

Prendre sur l'axe de la voie aérienne un point situé en amont du point de virage nominal, à une distance égale au rayon de virage plus la tolérance longitudinale. Tracer la normale en ce point à l'axe, jusqu'à la limite de la voie aérienne côté intérieur du virage.

A partir du point d'intersection de cette normale avec la limite intérieure de la voie aérienne, tracer une droite qui coupe l'axe de la voie aérienne au-delà du virage sous un angle égal à la moitié de l'angle de virage.

Le triangle ainsi obtenu du côté intérieur du virage représente l'espace aérien supplémentaire qui devrait être protégé pour le changement de direction. Pour tout virage de 90° maximum, cet espace aérien supplémentaire servira aux aéronefs qui s'appêtent à négocier le virage dans l'un ou l'autre sens.

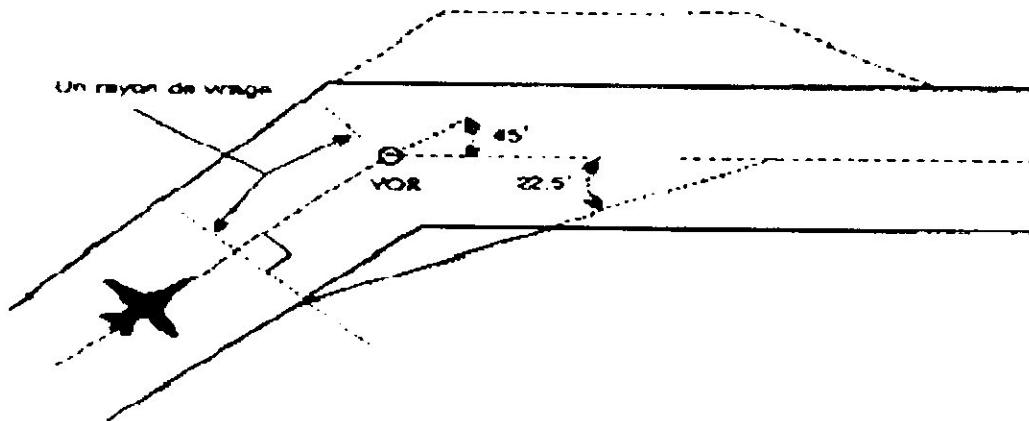


FIGURE II.5- une méthode à utiliser pour construire l'espace aérien protégé supplémentaire nécessaire du côté intérieur du virage pour les virages de 90° maximum

Pour les virages prévus à des intersections VOR, on peut appliquer les principes de construction d'espace aérien Supplémentaire du côté intérieur d'un virage qui sont exposés au figure II.5. Selon la distance de l'intersection aux deux VOR ou A l'un d'eux, il peut y avoir évasement des voies aériennes ou de l'une d'elles à l'intersection. Selon la situation, l'espace Aérien supplémentaire peut se trouver du côté intérieur, Partiellement à l'intérieur, ou en dehors des limites de confinement de 95 %. Si la route est utilisée dans les deux sens, la construction devrait se faire entièrement séparément pour chaque sens.

On ne dispose pas encore de mesures pour les routes de plus de 278 km (150 NM) entre VOR. Pour déterminer l'espace aérien protégé au-delà de 139 km (75 NM) à partir VOR, l'utilisation d'une valeur angulaire de l'ordre de 5° représentant les performances probables du système semblerait satisfaisante. La figure ci-après illustre cette application:

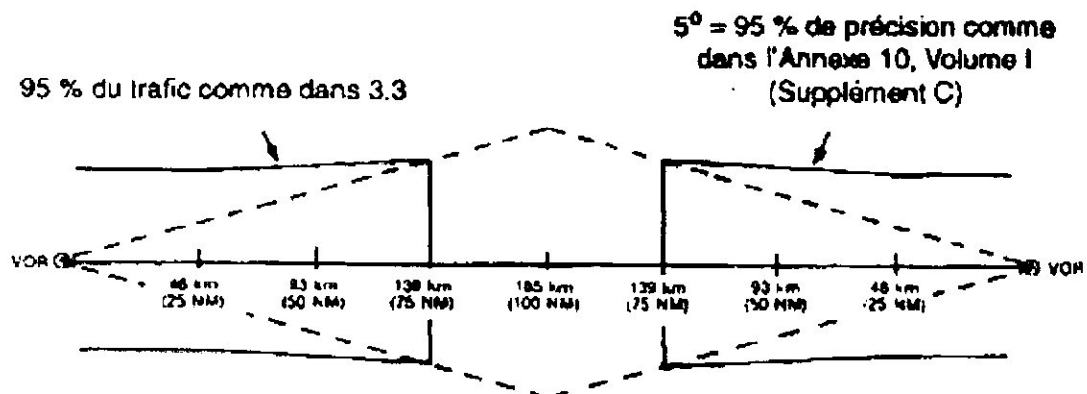


FIGURE II.6- détermination de l'espace aérien protégé pour les routes de (150 NM)

II.4.3-Espacement des routes parallèles définies par VOR :

Pour des distances de 278 km (150 NM) ou moins entre VOR, la distance entre les axes de routes (S dans la Figure II.7) dans le type d'environnement étudié devrait normalement être au minimum de:

- 33,3 km (18 NM) pour les routes parallèles sur lesquelles les aéronefs volent en sens opposés; et
- 30,6 km (16,5 NM) pour les routes parallèles sur lesquelles les aéronefs volent dans le même sens.

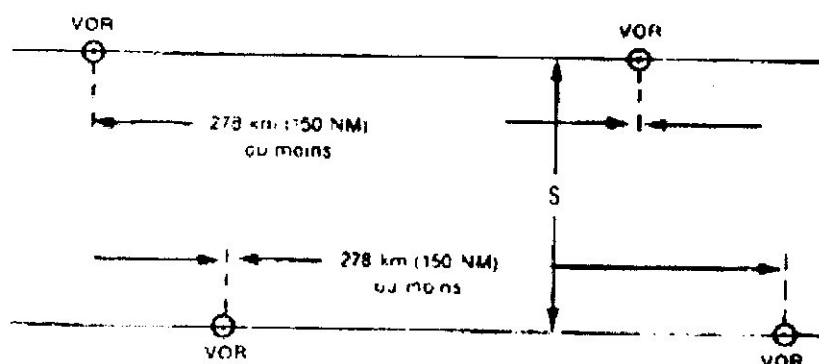


FIGURE II.7- Espacement des routes parallèles définies par VOR

Remarque : Deux tronçons de route sont considérés comme parallèles dans les conditions suivantes:

Leur orientation est à peu près identique; en d'autres termes, elles font entre elles un angle qui ne dépasse pas 100 ;

- Ils ne se coupent pas; en d'autres termes, il faut qu'une autre forme de séparation existe à une distance déterminée de l'intersection;
- La circulation sur chacune des routes est indépendante de la circulation sur l'autre route; en d'autres termes, elle n'exige pas d'imposer des restrictions sur l'autre route.

Cet espacement entre routes parallèles suppose:

- Que les aéronefs se trouvent soit en montée ou en descente, soit en palier aux mêmes niveaux du vol sur les deux routes;
- Que la densité de la circulation est comprise entre 25 000 et 50 000 vols par période de pointe de deux mois;
- Que les émissions VOR sont régulièrement contrôlées en vol conformément au Doc 8071 de l'OACI Manuel sur la vérification des aides radio à la navigation, Volume

l et qu'on a constaté qu'elles sont satisfaisantes, eu égard aux procédures décrites dans ce document, aux fins de la navigation sur les routes ainsi définies: et

→ Qu'il n'y a pas d'assistance ou contrôle radar en temps réel des écarts latéraux.

Des travaux préliminaires indiquent que, dans les circonstances décrites aux alinéas ci-dessous, il est éventuellement possible de réduire la distance minimale entre routes. Cependant, les valeurs données n'ont pas été calculées avec précision et, dans chaque cas, une étude détaillée des circonstances particulières est indispensable:

→ Si des niveaux de vol différents sont assignés aux aéronefs qui volent sur des routes adjacentes, la distance entre les routes peut être réduite; l'ampleur de la réduction sera fonction de la séparation verticale entre aéronefs sur les routes adjacentes et du pourcentage de la circulation en montée et en descente, mais il est peu probable qu'elle dépasse 5,6 km (3 NM);

→ Si les caractéristiques de la circulation diffèrent de façon significative de celles qui figurent dans la Circulaire 120, il faudra peut-être modifier les minimums indiqués en 4.1. Par exemple, pour des densités de circulation de l'ordre de 10 000 vols par période de pointe de deux mois, une réduction de 900 à 1 850 m (0,5 à 1,0 NM) peut être possible;

→ Les emplacements relatifs des VOR qui définissent les deux routes et les distances entre les VOR auront un effet sur l'espacement, mais cet effet n'a pas encore été chiffré.

L'application d'une assistance et d'un contrôle radar des écarts latéraux des aéronefs peut avoir une incidence importante sur la distance minimale admissible entre les routes. Il ressort d'études des incidences de l'assistance radar:

→ Que la mise au point d'un modèle mathématique pleinement satisfaisant exigera d'autres travaux;

→ Que toute réduction de la séparation est étroitement liée:

→ A la circulation (volume, caractéristiques);

→ A la couverture et au traitement radar, ainsi qu'à l'existence d'une alarme automatique;

→ A la continuité de l'assistance radar;

→ A la charge de travail dans les différents secteurs;

→ A la qualité de la radiotéléphonie.

D'après ces études, et compte tenu de l'expérience acquise au fil des ans par certains Etats ayant des réseaux de routes parallèles ou le contrôle radar est continu, on peut s'attendre qu'une réduction de nature a ramener la distance a quelque 15 a 18,5 km (8 a 10 NM), mais très probablement pas a moins de 13 km (7 NM), soit possible pour autant qu'elle n'augmente pas sensiblement la charge de travail d'assistance radar. L'utilisation réelle de ces réseaux avec un espacement latéral réduit montre:

→ Qu'il est très important de définir et de promulguer des points de transition (voir également la section 6);

→ Que les grands changements de cap sont a éviter si possible;

→ Que, s'il n'est pas possible d'éviter les grands changements de cap, les profils de virage nécessaires devraient être définis pour les virages de plus de 20°.

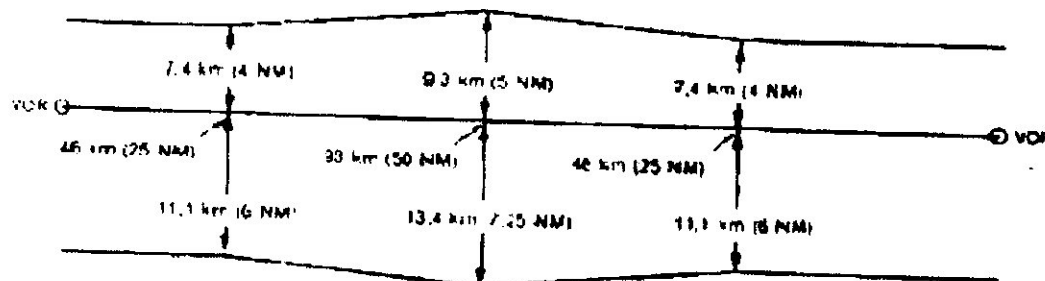
Même si la probabilité de défaillance radar totale est très faible, il faudrait envisager des procédures applicables en pareil cas.

II.4.4-Espacement des routes adjacentes non parallèles définies par VOR :

Remarque: Les éléments indicatifs de la présente section sont applicables au cas des routes adjacentes, définies par VOR, qui ne se coupent par et font entre elles un angle de plus de 100°.

L'espace aérien protégé entre de telles routes ne devrait pas être moindre que celui qui est indiqué au tableau II.2 pour assurer, sans chevauchement, une rétention de 99,5 % (voir l'exemple de la Figure.II.8).

Lorsque l'écart angulaire entre les tronçons de route dépasse 25°, Il convient de prévoir un espace aérien protégé supplémentaire.



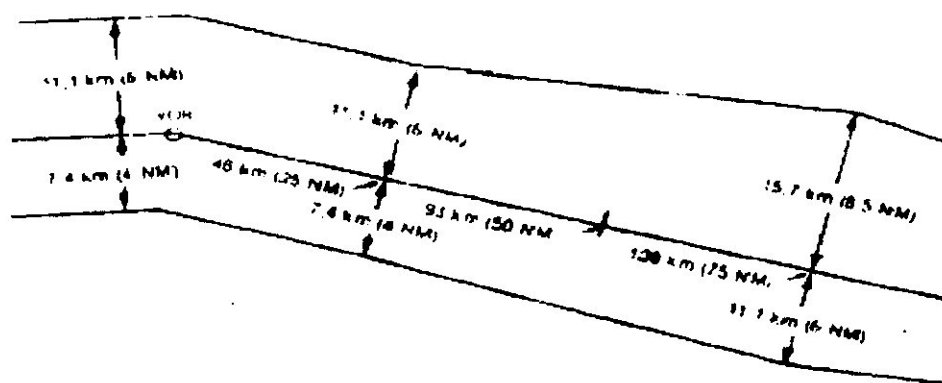


FIGURE II.8- Espacement des routes adjacentes non parallèles définies par VOR

II.4.5- Points de transition pour les VOR :

Quand l'établissement de points de transition d'un VOR à un autre est envisagé comme principal moyen de guidage sur des routes ATS définies par VOR, les Etats devraient tenir compte des points suivants :

- les points de transition devraient être déterminés sur la base des performances des stations VOR en cause, et notamment de l'évaluation des critères de protection contre les interférences. Ce processus devrait se faire par des contrôles en vol (voir Doc 8071, Volume I, 2 Partie);
- lorsque la protection des fréquences est critique, l'inspection en vol devrait être effectuée aux altitudes les plus élevées jusqu'auxquelles l'installation est protégée.

II.4.6- Calcul du rayon de virage :

Les rayons de virage indiqués ci-dessous ainsi que la méthode utilisée pour leur calcul est applicable aux aéronefs dont le rayon de virage est constant. Les éléments en question s'inspirent des critères de performance de virage établis pour les routes ATS RNP 1, et peuvent être utilisés pour la construction de l'espace aérien protégé supplémentaire nécessaire à l'intérieur du virage ainsi que pour les routes ATS autres que celles qui sont définies par VOR.

Les performances en virage sont tributaires de deux paramètres: la vitesse-sol et l'angle d'inclinaison latérale. Sous l'effet de la composante vent, qui varie avec le changement de cap, la vitesse-sol et, partant, l'angle d'inclinaison évolueront pendant un virage à rayon constant. Cependant, pour les virages ne dépassant pas 90° environ et pour les vitesses considérées ci-dessous, on peut utiliser la formule ci-après pour calculer le rayon de virage constant réalisable, dans laquelle la vitesse-sol est la somme de la vitesse vraie et de la vitesse vent:

$$\text{Rayon de virage} = \frac{\text{Vitesse-sol}^2}{\text{Constante } g \cdot \text{tg (angle d'inclinaison)}}$$

Plus la vitesse-sol sera élevée, plus l'angle d'inclinaison requis sera grand. Pour que le rayon de virage soit représentatif de toutes les conditions prévisibles, il faut envisager les paramètres extrêmes. Une vitesse vraie de 1 020 km/h (550 kt) est considérée comme la vitesse la plus importante rencontrée aux niveaux supérieurs. Si l'on combine cette valeur avec des vitesses vent maximales de 370 km/h (200 kt) aux niveaux de vol moyens et supérieurs (valeurs 99,5 % sur la base des données météorologiques), il faudrait envisager une vitesse-sol maximale de 1 400 km/h (750 kt). L'angle d'inclinaison maximale Vane, dans une large mesure, avec chaque aéronef. Les aéronefs à forte charge alaire opérant à leur niveau de vol maximal où presque supportent très mal les angles extrêmes. La plupart des aéronefs de transport sont homologués pour voler à une vitesse minimale égale à 1,3 fois leur vitesse de décrochage dans toute configuration donnée. Etant donné que la vitesse de décrochage augmente avec tg (angle d'inclinaison), bon nombre d'exploitants essaient de ne pas opérer en croisière à moins de 1,4 fois la vitesse de décrochage à titre de protection contre les rafales ou la turbulence. Pour la même raison, bon nombre d'aéronefs de transport volent à des angles d'inclinaison maximaux réduits en conditions de croisière. On peut donc supposer que l'angle d'inclinaison maximal pouvant être toléré par tous les types d'aéronefs est de l'ordre de 20°.

7.4 Par calcul, le rayon de virage d'un aéronef volant à une vitesse-sol de 1 400 km/h (750 kt) avec un angle d'inclinaison latérale de 20°, est de 22,5 NM (41,69 km). Pour la facilité, ce chiffre a été ramené à 22,5 NM (41,6 km). Si l'on applique la même logique à l'espace inférieur, on considère que jusqu'au niveau de vol 200 (6 100 m), les valeurs maximales rencontrées sont une vitesse vraie de 740 km/h (400 kt), avec un vent arrière de 370 km/h (200 kt).

Si l'on conserve l'angle d'inclinaison maximale de 20°, et que l'on applique la même formule, le virage serait défini suivant un rayon de 14,45 NM (26,76 km). Pour la facilité, ce chiffre a été arrondi à 15 NM (27,8 km).

Compte tenu de ce qui précède, la démarcation la plus logique entre les deux conditions de vitesse-sol se situe entre le niveau de vol 190 (5 800 m) et le niveau de vol 200 (6 100 m). Afin d'englober les divers algorithmes de prévision de virage utilisés dans les systèmes de gestion de vol (FMS) actuels dans toutes les conditions prévisibles, le rayon de virage devrait être défini comme étant égal à 22,5 NM (41,6 km) à partir du niveau de vol 200, et égal à 15 NM (27,8 km) jusqu'au niveau de vol 190.

Chapitre III

le concept RNAV et d'application du RNP

III.1-DEFINITION :

Pour les besoins de la présente norme, les définitions suivantes ont été adoptées. Le cas échéant, le document source (celui dont la définition est issue) est précisé entre parenthèses à la fin de la définition.

a. Disponibilité :

La disponibilité est l'indication de l'aptitude du système à fournir un service utilisable pour l'application voulue.

b. Intégrité :

L'intégrité est l'aptitude d'un système à fournir en temps utile des avertissements aux usagers lorsqu'il ne devrait pas être utilisé pour la navigation. (OACI - Doc. 9613-AN/937)

c. Ecart transversal :

Ecart transversal est la distance mesurée perpendiculairement à la route désirée, représentant l'écart d'un aéronef à gauche ou à droite de cette route.

d. Equipement de navigation de surface :

Equipement de navigation de surface est la Combinaison d'équipements utilisés pour assurer un guidage RNAV entièrement calculée par le FMS recalée par les senseurs disponibles GPS, DME/DME ou INS. (OACI - Doc. 9613-AN/937).

e. Erreur globale du système :

Erreur globale du système est la différence entre la position réelle et la position souhaitée. L'erreur globale du système est égale au vecteur somme de l'erreur de direction de la trajectoire, de l'erreur de définition de la trajectoire et de l'erreur d'appréciation de la position. Ces erreurs sont

Illustrées ci-dessous :

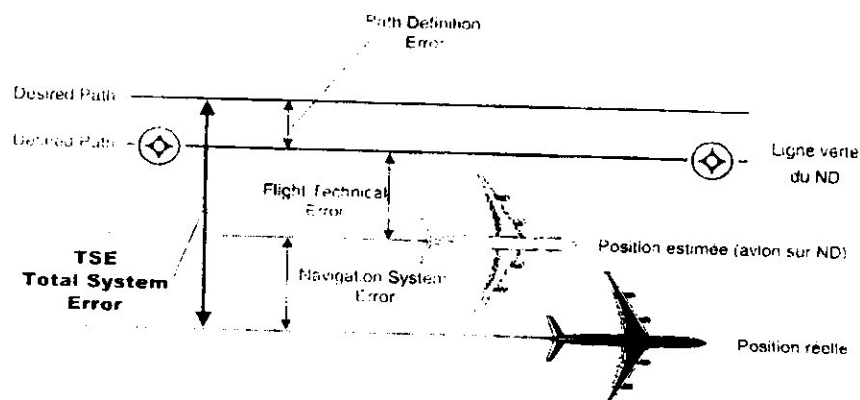


FIGURE III-1 : Erreur globale du système

f. Erreur technique du vol :

Erreur technique du vol est la Précision avec laquelle l'aéronef est contrôlé, mesurée par la position indiquée de l'aéronef par rapport à la directive indiquée ou à la position désirée. Elle ne comprend pas les erreurs opérationnelles (Concept RNP)

g. Géodésie :

La Géodésie est la Plus courte distance entre deux points d'un modèle de la surface de la terre défini par l'ellipsoïde WGS-84 (ou équivalent).

h. Mille marin :

Dans l'ensemble du présent document, lorsque les distances sont exprimées en milles marins (NM), 1 NM est égal à 1852 mètre (m).

i. Navigation de surface (RNAV) :

Une méthode de navigation permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue, dans les limites de la couverture des aides à la navigation de référence sur station au sol, ou dans les limites d'une aides autonome, ou grâce à la combinaison des deux moyen.

j. Précision d'utilisation du système :

Précision d'utilisation du système est la Combinaison de l'erreur de capteur de navigation, de l'erreur du récepteur embarqué, de l'erreur d'affichage et de l'erreur technique de vol. On dit également "précision de navigation". (OACI - Doc 9613-AN/937)

k. Précision de Navigation :

Une précision de navigation « x » est la valeur de précision qui est exigée pendant au moins 95% du temps de vol total.

Elle désigne l'écart latéral et longitudinal maximal admissible pour rester à l'intérieur des aires de protection de la trajectoire.

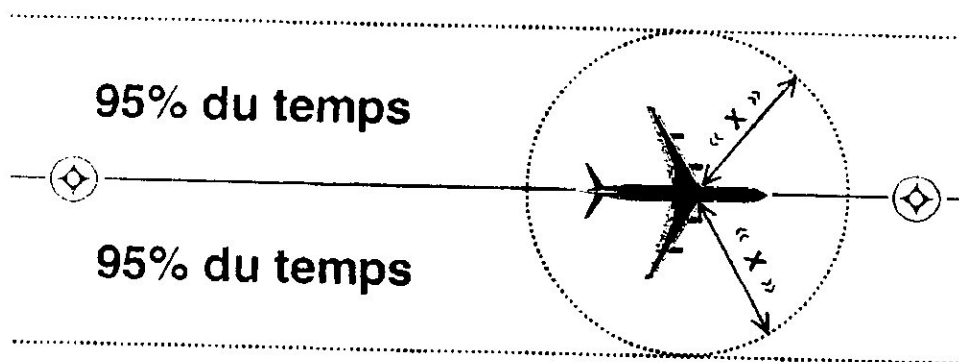


FIGURE III-2 : Précision de Navigation

l. Point de cheminement :

Point de cheminement est l'emplacement géographique spécifié utilisé pour définir une route de navigation de surface ou la trajectoire d'un aéronef utilisant la navigation de surface. (OACI - Doc. 4444)

m. RNAV libre :

RNAV libre c'est opération RNAV dans le cadre de laquelle des itinéraires peuvent être planifiés sur des segments non définis par des routes ATS fixes. De telles opérations peuvent être limitées à certaines régions d'information de vol (FIR) ou certaines parties de FIR au sein de la zone CEAC, et peuvent faire l'objet de limitations de niveau de vol.

n. Route ATS :

Route ATS est une route déterminée, conçue de manière à canaliser les flux de trafic pour permettre d'assurer les services de la circulation aérienne.

L'expression "route ATS" est utilisée pour désigner à la fois les voies aériennes, les routes à service consultatif, les routes contrôlées ou non contrôlées, les routes d'arrivée ou de départ, etc. (OACI - Annexe 11).

o. Valeur de confinement :

Valeur de confinement est la distance par rapport à la position voulue, à l'intérieur de laquelle sont censés se trouver les aéronefs pendant un pourcentage spécifié du temps de vol total, cumulé pour l'ensemble des aéronefs. (Adaptation du Doc. 9613-AN/937 de l'OACI).

p. Guidage RNAV :

Guidage RNAV Consiste à utiliser le FMS pour suivre une trajectoire conventionnelle (basé sur des moyen radio sol), pratique courante est permise au pilote automatique reçoit ses ordres du FMS mais le pilote suis sa navigation à l'aide des moyens radio.

q. RNP (Required Navigation Performance):

RNP (Required Navigation Performance) est un terme générique définissant une précision de navigation qui doit être obtenue pendant au moins 95% du temps de vol par l'ensemble des aéronefs évoluant dans un espace considéré. Cette notion est indépendante de l'infrastructure de navigation au sol ou satellitaire.

III.2-DESCRIPTION DU SYSTEME :

Par le traitement des données en provenance d'un ou de plusieurs capteurs l'équipement de navigation de surface RNAV détermine la position de l'aéronef et peut lui transmettre des instructions de vol appropriées. La détermination de la position de l'aéronef dépend de facteurs tels que la disponibilité et la précision des capteurs, les spécifications du signal (par exemple puissance à la source, dégradation en cours de transmission). La détermination de la position peut s'opérer au moyen des sources suivantes :

- ✓ Mesures de distance en provenance de deux stations au sol de mesure de distance (DME-DME) ou plus ;
- ✓ Radiophare omnidirectionnel VHF (VOR) cou implanté avec un DME (VOR/DME) ;
- ✓ Systèmes de navigation inertiels (INS) (ou systèmes de référence à inertie (IRS), avec appui d'un système de navigation adéquat) ;
- ✓ LORAN-C ;
- ✓ Système mondial de satellites de navigation (GNSS)/système mondial de localisation (GPS).

Ces divers capteurs peuvent être utilisés séparément ou non pour calculer la position de l'aéronef. Les paramètres de navigation tels que la distance ou le relèvement par rapport à un point de cheminement, sont calculés à partir de la position de l'aéronef et de celle du point de cheminement. Le guidage en cap est normalement assuré par référence soit à une trajectoire établie vers/depuis un point de cheminement, soit à la géodésie entre deux points de cheminement consécutifs.

III.2.1-Point de cheminement :

Emplacement géographique spécifié utilisé pour définir une route à navigation de surface ou la trajectoire d'un aéronef utilisant la navigation de surface.

Il peut être identifié par un nom (si celui-ci est disponible dans la base de données), par un lieu (latitude/longitude), par son relèvement et par sa distance par rapport à un autre point défini, ou par d'autres moyens. La connaissance de l'emplacement des points de cheminement est nécessaire pour le calcul des informations de navigation. Les points de cheminement peuvent également être associés à un changement de type de segment. Les points de cheminement sont désignés comme suit:

III.2.1 (1-Point de cheminement par le travers :

Point de cheminement qui nécessite une anticipation du virage de manière à intercepter le segment suivant d'une route ou d'une procédure; ou

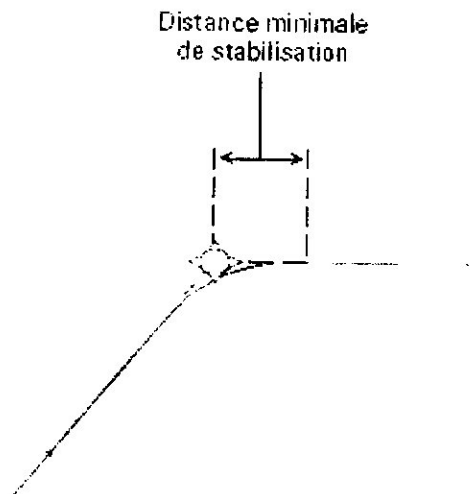


FIGURE III.3 : Point de cheminement "a travers "

III.2.1 (2-Point de cheminement à survoler :

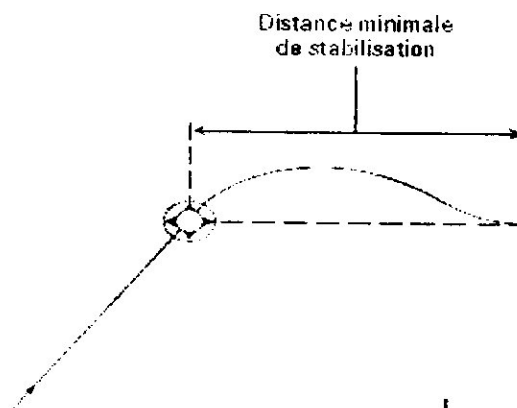


FIGURE III.4 Point de cheminement "a survoler "

III.2.2-EXIGENCE D'INTEGRITE DU SYSTEME :

- ✓ La probabilité de non fiabilité de l'information doit être inférieure à 10^{-5} par heure de vol.
- ✓ Lorsque l'utilisation de systèmes RNAV conformes à la MASPS est requise, la probabilité que l'erreur transversale globale du système des aéronefs opérant dans l'espace aérien RNP, soit supérieure à deux fois la valeur RNP sans donner de message d'alerte à l'équipage, doit être inférieure à 10^{-5} par heure de vol.

III.2.3-PERTE D'UTILISATION DU SYSTEME ET PERTRE D'INTEGRITE :

Dans le cas où le système RNAV n'atteint plus le niveau d'exigence RNAV, suite à une panne ou une dégradation de performances, et que de ce fait, l'aéronef se trouve dans l'impossibilité, soit d'entrer dans l'espace aérien RNAV, soit de poursuivre son vol conformément à l'autorisation obtenue du contrôle du trafic aérien, l'ATC doit en être avisé au plus tôt et une nouvelle autorisation doit être demandée.

III.3 -EXPLOITATION DE LA RNAV :

III.3.1-CONDITIONS D'HOMOLOGATION ET D'AUTORISATION D'EXPLOITATION RNAV:

Les exploitants doivent prendre contact avec l'État d'immatriculation ou l'État de l'exploitant pour ce qui concerne :

- ✓ l'approbation des aéronefs et des systèmes fournis par l'exploitant, l'installateur de systèmes et/ou le constructeur de cellules,
- ✓ l'autorisation d'exploitation RNAV.

Les spécifications minimales requises pour être en conformité avec les exigences ATC et dont il faut apporter la preuve pour obtenir la certification des systèmes RNAV. Cette preuve devrait être étayée par des manuels et procédures établissant les capacités opérationnelles ainsi que toutes les limitations du système RNAV.

Normalement, l'exploitant devrait au moins joindre à sa demande d'autorisation d'exploitation les informations suivantes :

- ✓ Une spécification des opérations prévues, des infrastructures de navigation dont il est tributaire avec toutes les limitations du système RNAV ;
- ✓ Des procédures opérationnelles détaillées concernant l'aéronef et le système RNAV, afin que les opérations soient conformes aux exigences de l'espace aérien. Lorsque le système RNAV ne respecte pas pleinement les critères d'intégrité et/ou de continuité applicables dans l'espace aérien, les procédures opérationnelles doivent spécifier comment les pilotes respecteront les contraintes ATS en revenant à d'autres sources de données de navigation.

III.3.2- PERFORMANCES FONCTIONNELLES DE NAVIGATION :

Pour garantir que les équipements de bord et les équipements au sol utilisent le même référentiel pour calculer les positions, les algorithmes de navigation doivent se

fonder sur un référentiel géodésique commun. L'OACI a adopté le Système géodésique mondial 1984 (WGS-84) comme référentiel commun.

Toutes les coordonnées présentes dans une base de données de navigation doivent être exprimées dans le référentiel WGS-84 ou un équivalent (le Référentiel terrestre européen (ETRF) par exemple).

Si le système RNAV n'utilise pas le référentiel WGS-84, il est nécessaire d'apporter la preuve que le système de navigation est capable d'assurer un niveau de précision équivalent à celui que permet l'utilisation des coordonnées WGS 84.

III.3.3-CALCULATEUR RNAV :

Le calculateur RNAV est une aide à la navigation. Il permet à l'aide des informations reçues par un VOR-DME de se reporter sur un ou plusieurs waypoints (point de cheminement) choisis par le pilote. Ce procédé de navigation est appelé Navigation de Zone ou Balise Fantôme.

Le calculateur RNAV effectue d'une manière fictive le transfert de la balise VOR-DME sur le waypoint vers lequel on se dirige, de telle sorte que les informations fournies au pilote sont celles que fournirait effectivement une balise si elle était implantée à ce waypoint.

Le calculateur RNAV est surtout utilisé en USA.

III.3.4- l'avionique RNAV :

Le récepteur RNAV est un appareil qui combine les fonctions d'un récepteur VOR/DME/ILS classique (mode NAV) avec des fonctions permettant la navigation directe vers un waypoint « fantôme » créé en référence (Radiale, distance) à un VOR existant (Mode RNAV).

Le transfert fictif de la balise VOR-DME au point de destination se fait d'une manière très simple par un programme informatique intégré qui utilise les vertus de la trigonométrie (changement de repères, passage de coordonnées polaires en coordonnées cartésiennes et vice versa sur certains calculateurs). L'équipement de bord est composé d'un VOR-DME relié à un calculateur. Ce calculateur est présenté dans la figure III.5

- ✓ **Mode en route :** Permet de suivre une route et une route parallèle à la route choisie (1 point du VOR = 1Nm).
- ✓ **Mode APPR :** Permet également de suivre une route parallèle. Par contre la sensibilité est différente (1 point du VOR=0,25Nm).
- ✓ **Mode VOR :** Permet d'utiliser le débattement normale de l'aiguille VOR, soit : 1 point = 2 degré.

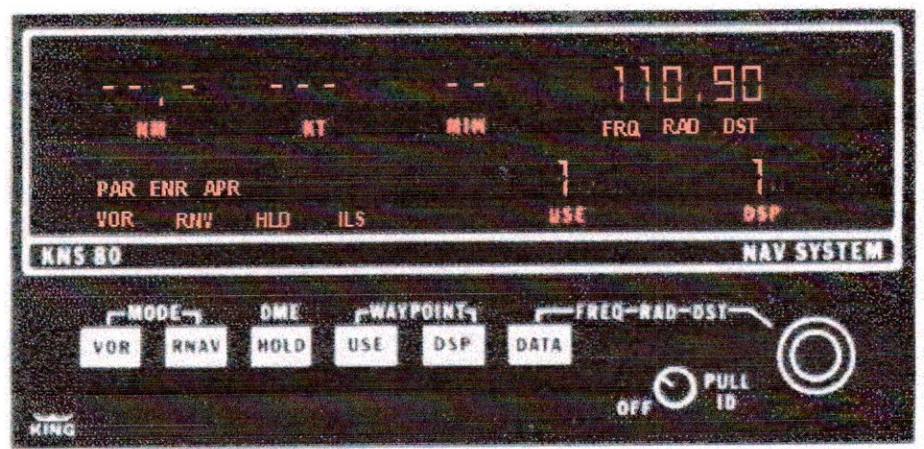


FIGURE III.5 : Le récepteur RNAV

III.3.4. (1-Création d'un waypoint :

- ✓ Choisir un VOR/DME à portée de réception.
- ✓ Déterminer la radiale sur laquelle se trouve le Waypoint fictif.
- ✓ Déterminer la distance DME entre le VOR et le Waypoint.
- ✓ Entrer les données du Waypoint et passer en mode RNAV.
- ✓ Voler vers le Waypoint.

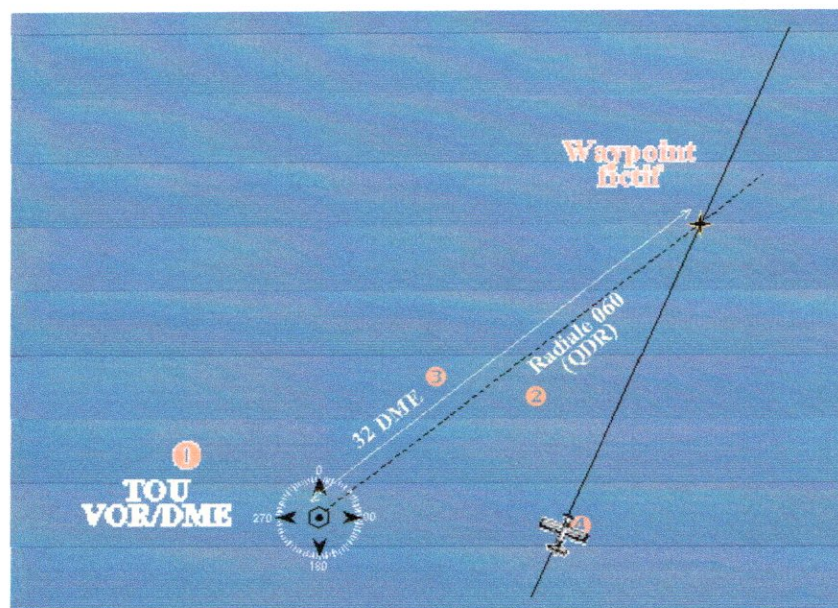


FIGURE III.6 : Création d'un waypoint

III.3.4.(2-Entrée d'un waypoint fictif en mode RNAV :

- ✓ Choisir une mémoire libre (DSP) (DSP clignote si \diamond USE)
- ✓ Appuyer X fois sur le bouton DATA pour entrer la fréquence du VOR de référence à utiliser (FREQ) et la syntoniser avec le bouton.
- ✓ Appuyer sur le bouton DATA pour entrer la radial de référence a utilisé (RAD).
- ✓ Appuyer sur le bouton DATA pour entrer la distance DME.

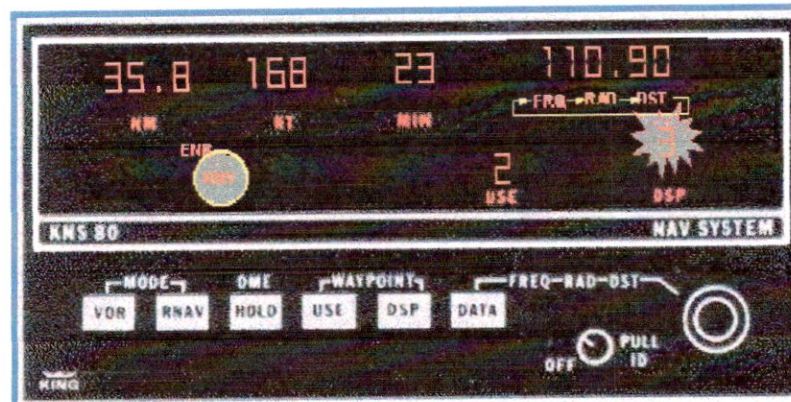


FIGURE III.7 : Entrée d'un waypoint fictif en mode RNAV

Exemple d'insertion d'un nouveau waypoint :

Un pilote veut rejoindre un point précis ou waypoint pour effectuer par exemple des photographies aériennes. Non loin de sa route, il constate qu'il dispose d'un VOR\DME. Avant le vol, il insère dans son calculateur la position du waypoint qu'il désire rejoindre. La position du waypoint sera définie par :

- ✓ Un radial (QDR 1)
- ✓ Une distance (D 1)

Il affiche aussi, à l'OBS, le QDM sous le quel il veut atteindre son waypoint. En vol le calculateur reçoit les informations transmises par le VOR - DME, soit QDR et D.

Après un rapide calcul, le RNAV indique au pilote :

- ✓ La distance le séparant de son waypoint ;
- ✓ La position de l'axe sélectionné à l'OBS (aiguille de son VOR).

Ces informations sont bien celles que donnerait un VOR-DME s'il était implanté au waypoint. Cette navigation de zone s'effectue de plusieurs balises VOR-DME jalonnant la route choisie. Les waypoints retenus pourront être actualisés en vol.

III.4-AVANTAGES ET INCONVENIENTS DE LA RNAV :

a. *Economique :*

- Réduction des distances parcourues donc réduction de consommation de carburant.
- Réduction du nombre d'aide au sol, donc baisse des coûts d'entretien.
- Augmentation probable de la capacité des pistes (rendement maximal pour ces dernières permettant peut-être la limitation du nombre de piste sur les grands aéroports).

b. *Environnement :*

- Un meilleur suivi des trajectoires permet de réduire la signature sonore des aéronefs au niveau du sol.
- Réduction consommation entraîne une réduction de la pollution.
- Flexibilité des trajectoires éviter de concentrer le bruit sur un même secteur en permanence.

c. *Organisation de l'espace :*

La navigation RNAV par rapport à la navigation conventionnelle apporte un certain nombre d'avantages. Les principaux sont les suivants :

Un nombre plus important de route pour compenser une augmentation du trafic. Selon le schéma suivant une même route pourra être simplifiée par la création de waypoints stratégiquement placés et ainsi permettre des trajectoires parallèles assurant les minima de séparation requis.

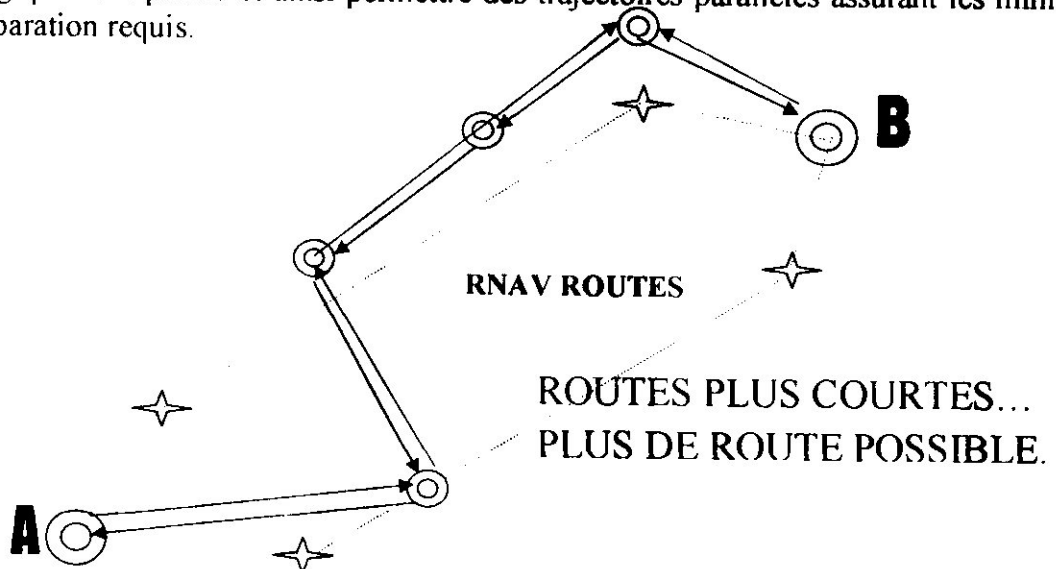


FIGURE III.8 : les routes RNAV

- Des trajectoires simplifiées permettant aux appareils ne faisant que survoler des zones à forte densité de trafic de ne pas être retardé.
- Optimiser les trajectoires de rejointes des circuits d'attente. Positionnement optimal des circuits d'attente compte tenu des trajectoires de finales envisagées.
- Limité le dérapage (écartement) de trafic en utilisant RNAV

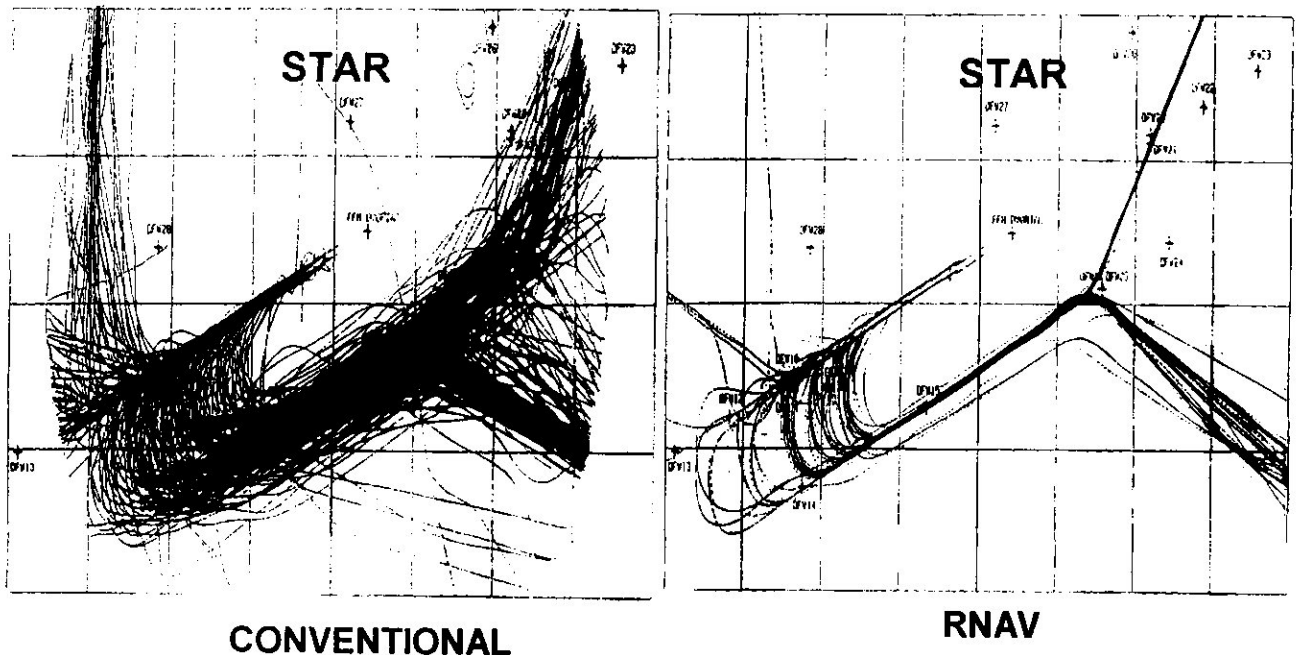


FIGURE III.9 : Avantages du RNAV

d. Point de vue utilisateurs « Aviation civile » :

Premier utilisateur de l'espace aérien et par voie de conséquence premier bénéficiaire de toute amélioration du système, les opérateurs aériens (compagnie commerciales, aviation d'affaire et général etc...) sont les moteurs du développement dans ce domaine.

En effet leurs demandes pour ne pas dire exigences dans le domaine de flexibilité, de l'efficacité de l'utilisation de l'espace, leurs permettant de gérer au mieux les coût de tout mouvement d'aéronefs.

Pour y arriver, le meilleur moyen est de pouvoir faire réduire les temps de vol entre les points de départ et de destination. Pour cette raison, les possibilités d'augmentation des secteurs liée à la RVSM, mais aussi les trajectoires parallèles permises par la RNAV, sont des facteurs importants déjà pris en compte par l'installation des équipements nécessaire dans les appareils. C'est pourquoi ils voudraient pouvoir en tirer bénéfice le

plutôt possible par une mise en application systématique dans la grande partie de l'espace du CEAC.

e. Point de vue des ATM (AIR TRAFIC MANAGEMENT) :

L'implantation de la RNAV, dans un premier temps dans le réseau en route, et dans un deuxième temps dans les TMA aura pour conséquence :

Le raccourcissement des trajectoires (réseau ATS et TMA)

- ✓ L'augmentation du nombre de routes dans un espace considéré (route parallèle), donc l'augmentation de la capacité des secteurs.
- ✓ Une augmentation du taux d'utilisation des pistes.
- ✓ Des séparations stratégiques facilitées entre les trajectoires (notamment dans les TMA) liées à une plus grande précision de suivie des trajectoires.

g. Définition de la RNP :

Terme générique définissant une précision de navigation nécessaire pour évoluer à l'intérieur d'un espace aérien défini.

Au niveau générique, le type de RNP se fonde sur une valeur de précision de navigation qui doit être obtenue pendant 95 % du temps par L'ensemble des aéronefs évoluant dans l'espace aérien considéré. Cette notion est indépendante de l'infrastructure de navigation au sol.

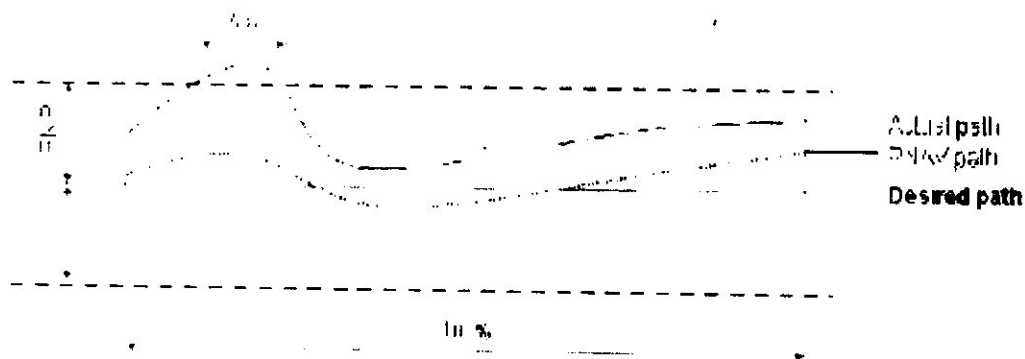


FIGURE III.10 : Le concept RNP.

Le concept RNP définit la qualité de navigation requise à l'intérieur d'un espace aérien, et elle qualifie à la fois cet espace et les aéronefs.

Le terme RNP est aussi utilisé pour décrire un espace, des routes et des procédures de départ, d'arrivée, et des procédures d'approche aux instruments.

Les niveaux RNP ont la relation avec la performance d'appareil à bord et l'infrastructure de system de navigation.

La RNP caractérise un espace aérien au moyen de l'expression d'une précision de navigation (le type de RNP) à respecter à l'intérieur de cet espace aérien pendant au moins 95% du temps de vol dans cet espace

III.5-CONCEPT ET APPLICATION DE LA QUALITE DE NAVIGATION REQUISE :

III.5.1- GENERALITES :

Le développement continu de l'aviation impose des exigences croissantes à la capacité de l'espace aérien disponible et accentue la nécessité d'une utilisation optimale de cet espace. Ces facteurs, joints à l'efficacité opérationnelle exigée en matière d'itinéraires directs et de précision de la tenue de route, et aussi à la précision accrue des systèmes de navigation actuellement en service, ont mené au concept de RNP.

En tant que concept, la RNP s'applique à la qualité de navigation à l'intérieur d'un espace aérien et elle concerne donc à la fois cet espace et les aéronefs. La RNP est destinée à caractériser un espace aérien au moyen de l'expression d'une précision de navigation (type de RNP) à respecter à l'intérieur de cet espace aérien. Le type de RNP se fonde sur une précision de navigation quantifiée qui est censée être obtenue pendant au moins 95 % du temps par la population d'aéronefs évoluant à l'intérieur de l'espace aérien.

La définition du concept de RNP reconnaît que les systèmes de navigation embarqués actuels sont capables de respecter un niveau prévisible de précision de navigation et que, sur la base de cette capacité, il est possible de parvenir à une utilisation plus efficace de l'espace aérien disponible. Plusieurs facteurs peuvent influencer sur les décisions des Etats en ce qui concerne le type d'homologation (par exemple RNP 1, RNP 4) qui sera exigé pour des procédures particulières le long de différentes routes des services de la circulation aérienne (ATS) ou dans différentes zones. L'homologation de l'équipement de navigation de surface (RNAV) devrait tenir compte de l'espace aérien protégé à l'intérieur duquel la séparation est basée sur la largeur des routes ATS.

Les autres types de navigation (bases ou non sur la RNAV) devraient, pendant une période transitoire, être autorisés le long des routes ATS définies par VOR/DME conformément aux accords conclus pour une région ou un Etat en particulier.

III.5.2- OPERATIONS RNAV DANS LE CADRE DU CONCEPT DE RNP :

Il est prévu que la plupart des aéronefs qui évolueront dans le futur environnement RNP auront a bord un équipement RNAV, sous une forme ou une autre. L'emport d'équipement RNAV pourra même être exigé dans certaines régions ou certains Etats. C'est pourquoi les présents éléments indicatifs font souvent allusion à l'emploi d'équipement RNAV. Pour être homologué en vue d'une utilisation en environnement RNP, l'équipement RNAV devrait présenter obligatoirement les possibilités et les caractéristiques minimales (ou leur équivalent) applicables au type de RNP dont il s'agit.

L'équipement RNAV fonctionne en déterminant automatiquement la position de l'aéronef à partir d'une ou de plusieurs données. La distance longitudinale (le long de la route) et la distance latérale par rapport a la route sont calculées de manière a fournir le temps de vol estimé jusqu'à un point de cheminement choisi en même temps que des directives continues de pilotage qui peuvent être utilisées, par exemple, dans un indicateur de situation horizontale (HSI). Dans certains Etats, les critères de précision sont tels que l'équipement RNAV doit nécessairement être couple ou pouvoir être couple au pilote automatique. Il est également possible d'obtenir un large éventail de données de navigation connexes.

Dans le cadre du concept de RNP, la RNAV autorise le vol dans n'importe quel espace aérien, à l'intérieur de tolérances de précision prescrites, sans qu'il soit nécessaire de survoler directement les installations de navigation basées au sol. Les présents éléments indicatifs se rapportent essentiellement a l'utilisation de l'équipement RNAV pour les phases de croisière des vols.

Il a déjà été constaté que l'application des techniques RNAV dans différentes parties du monde apporte un certain nombre d'avantages par rapport a des formes de navigation plus conventionnelles. Ces techniques permettent notamment:

- ✓ D'établir des routes plus directes, donc de réduire les distances de vol;
- ✓ d'établir des routes doubles ou parallèles pour permettre une circulation en route plus importante;
- ✓ D'établir des routes d'évitement pour les aéronefs qui survolent des régions terminales a forte densité de circulation;
- ✓ D'établir des routes de rechange ou des routes d'exception dans un cadre planifié ou de façon ponctuelle;
- ✓ D'établir des emplacements optimaux pour les circuits d'attente; de réduire le nombre d'installations de navigation au sol.

Il est nécessaire d'assurer la compatibilité avec les exigences qui pourraient s'appliquer à d'autres phases du vol. De plus, on pourrait utiliser la RNP pour établir des itinéraires d'arrivée et de départ ainsi que des trajectoires d'approche optimales. Tous ces avantages peuvent profiter aux États, aux fournisseurs des services de la circulation aérienne (ATS) et aux usagers.

III.5.3- UTILISATION DE L'ESPACE AERIEN :

III.5.3.1-Définition de l'espace aérien RNP :

Une RNP peut être spécifiée pour une route, un certain nombre de routes, une zone, un volume d'espace aérien ou tout espace aérien de dimensions définies que pourront choisir les responsables de la planification de cet espace ou les autorités compétentes. Une RNP peut être appliquée par exemple :

- Un espace aérien défini, par exemple l'espace aérien Atlantique Nord, où des spécifications de performances minimales de navigation (MNPS) sont en vigueur;
- Une route ATS fixe, par exemple entre Sydney (Australie) et Auckland (Nouvelle-Zélande);
- Des vols sur des routes improvisées, par exemple entre Hawaii et le Japon
- Un volume d'espace aérien, par exemple un bloc d'altitudes sur une route spécifiée.

Le type de RNP devrait être choisi en fonction de besoins tels que la demande de trafic prévue dans un espace aérien donné. Cette qualité de navigation requise déterminera le niveau nécessaire en ce qui concerne l'équipement embarqué et l'infrastructure de l'espace aérien.

III.5.3.2-Application de la RNP dans un espace aérien :

Idéalement, un espace aérien devrait avoir un seul type de RNP. Cependant, plusieurs types de RNP peuvent coexister dans un même espace aérien. Par exemple, un type de RNP plus exigeant (DME-DME) pourrait être appliqué à une route donnée dans un espace aérien VOR (radiophare omnidirectionnel très haute fréquence)/DME, et un type de RNP moins exigeant pourrait être appliqué à un espace aérien particulier.

La RNP peut s'appliquer du décollage à l'atterrissage, mais le type de RNP exigé dans les différentes phases du vol peut varier. Par exemple, le type de RNP peut être très exigeant pour le décollage et l'atterrissage, mais moins exigeant pour la croisière.

III.5.3.3- performance des aéronefs :

Le concept de RNP se fonde sur la précision de navigation attendue de la population d'aéronefs qui utilisent l'espace aérien. Cela impose aux divers aéronefs, constructeurs d'aéronefs et exploitants d'aéronefs l'obligation d'atteindre, lors de chaque vol, la qualité de navigation requise pour un espace aérien ayant un type de RNP déterminé. Le concept de RNP peut aussi exiger différentes possibilités fonctionnelles des aéronefs dans différents types d'espace aérien RNP. Par exemple, un espace aérien RNP exigeant une haute précision peut imposer des possibilités fonctionnelles comprenant une fonction de décalage parallèle, tandis qu'un espace aérien RNP exigeant une précision moindre peut n'exiger qu'une fonction de navigation de point a point.

III.5.3.4- fourniture des services par la RNP :

La RNP étant définie par un énoncé de la précision de navigation à atteindre, l'Etat et l'exploitant d'aéronefs sont tenus de fournir l'équipement nécessaire pour obtenir cette précision.

L'Etat doit vérifier à ce que les services (communications, navigation et surveillance (CNS) fournis dans un espace aérien donné garantissent une séparation sûre pour un ensemble défini de normes de séparation. L'exploitant d'aéronefs (et l'Etat d'immatriculation) doivent de leur côté veiller à ce que les aéronefs appelés à évoluer dans un espace aérien à RNP spécifiée soient équipés de manière à assurer la qualité de navigation requise. Il est à noter que la conformité aux critères de RNP peut être obtenue de différentes façons et que ni l'Etat ni l'exploitant d'aéronefs ne sont limités quant à la manière de réaliser la RNP, la seule condition étant qu'il doit pouvoir être démontré que les critères peuvent être satisfaits.

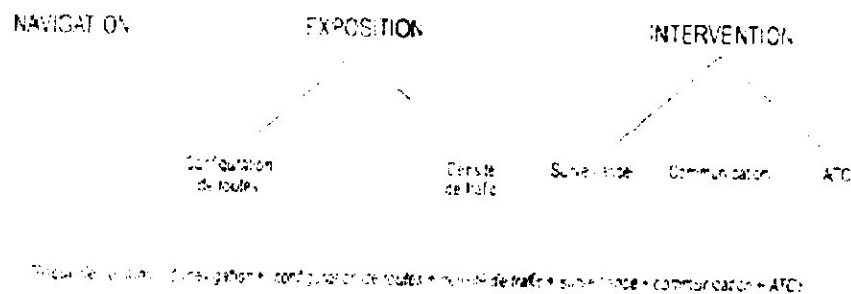


FIGURE III-11 : Caractéristiques de l'espace aérien qui influent sur les normes de séparation

III.6.-DISPOSITIONS GENERALES RELATIVES A LA QUALITE DE NAVIGATION REQUISE :

III.6.1- GENERALITES :

La mise en œuvre de la RNP permet d'améliorer la capacité et l'efficacité du système ATS tout en maintenant ou en augmentant le degré de sécurité établi. Les types de RNP ont été définis de manière à assurer des niveaux de précision connus pour la navigation et à faciliter la planification en vue de l'élaboration d'architectures d'espace aérien, de procédures de contrôle de la circulation aérienne et de procédures opérationnelles. Les Etats devraient déterminer et faire aéronefs les moyens grâce auxquels il sera possible d'atteindre les objectifs visés à l'intérieur de l'espace aérien désigné.

III.6.2- éléments relatifs au concept RNP :

Les spécialistes de la planification de l'espace aérien spécifient des types de RNP pour établir l'erreur du système total (TSE) de navigation qui est admissible dans le plan horizontal (latéralement et longitudinalement) dans un espace aérien défini ou sur une route désignée:

- Latéralement (dimension latérale), la TSE est censée correspondre à la différence entre la position vraie de l'aéronef et l'axe de la route de vol programmée dans le système de navigation;
- Longitudinalement (dimension longitudinale), la TSE est censée correspondre à la différence entre la distance affichée par rapport à un point de cheminement donné et la distance vraie à ce point.

Dans la dimension latérale, la TSE est une combinaison des facteurs suivants:

- ✓ Erreur du système de navigation;
- ✓ Erreur de calcul RNAV;
- ✓ Erreur du système de visualisation;
- ✓ Erreur technique de vol (FTE).

Dans la dimension longitudinale, la TSE est une combinaison des facteurs suivants: erreur du système de navigation;

- ✓ Erreur de calcul RNAV;
- ✓ Erreur du système de visualisation.

Pour établir qu'un aéronef est capable de naviguer avec une RNP déterminée, il faut évaluer de façon indépendante les dimensions latérale (perpendiculairement à la route) et longitudinale (le long de la route) et pouvoir démontrer que dans chacune, la TSE ne dépassera pas la valeur correspondant au type de RNP spécifié et Cependant 95 % du temps de vol, sur quelque portion de vol que ce soit et quel que soit le vol. Par exemple, si le type de RNP spécifié correspond à une précision de 1,85 km (1 NM), le processus d'homologation doit démontrer que dans chaque dimension, pendant 95 % du temps de vol, sur quelque portion de vol que ce soit et quel que soit le vol, la TSE ne dépassera pas la valeur correspondant au type de RNP spécifié :

- ✓ La position vraie de l'aéronef ne doit pas s'écarter de plus de 1,85 km (1 NM) de l'axe de la route programmée;
- ✓ La distance vraie par rapport aux points de cheminement ne doit pas différer de plus de 1,85 km (1 NM) de la distance à ces points qui est affichée.

Pour le moment, il n'est tenu compte ni du temps ni de la navigation dans le plan vertical dans l'établissement des types de RNP pour les opérations en route. Dans l'avenir prévisible, pour ce qui concerne ces opérations, la navigation dans le plan vertical sera fondée sur l'altimétrie barométrique. Si cela vient à changer, il sera peut-être nécessaire d'ajouter une qualité de navigation dans le plan vertical aux critères de classification.

III.6.3- Types de RNP :

Le Tableau III-1 spécifie cinq types de RNP pour une application générale aux opérations en route. il s'agit des types de RNP 1, 4, 10, 12,6 et 20, qui représentent des précisions, de part et d'autre, de 1,85 km (1,0 NM), 7,4 km (4,0 NM), 18,5 km (10,0 NM), 23,3 km (12,6 NM) et 37,0 km (20,0 NM), respectivement.

La RNP 1 est destinée aux opérations sur route ATS les plus efficaces car elle fournit l'information de position la plus précise et, grâce à l'emploi de la RNAV, elle permet la plus grande souplesse d'itinéraire, de changement d'itinéraire et de réponse en temps réel aux besoins du système. Cette classification apporte également l'appui le plus efficace aux opérations, aux procédures et à la gestion de l'espace aérien pour la transition entre l'aérodrome et la route ATS requise, dans un sens comme dans l'autre.

La RNP 4 correspond aux routes ATS et aux architectures d'espace aérien caractérisées par une distance restreinte entre les aides de navigation. Ce type de RNP est normalement associé à l'espace aérien continental.

La RNP 10 correspond à des minimums de séparation latérale et longitudinale réduits et à une efficacité opérationnelle accrue dans les régions océaniques et les régions éloignées où la disponibilité des aides de navigation est limitée.

La RNP 12,6 correspond à des itinéraires optimisés restreints dans des régions a niveau réduit d'installations et services de navigation.

La RNP 20 correspond aux possibilités minimales jugées acceptables pour utiliser une route ATS. Cette qualité minimale de navigation devrait être réalisée par tout aéronef évoluant a un moment quelconque dans un espace aérien contrôlé quelconque. Des opérations ou des procédures fondées sur des possibilités inférieures a celles qu'exige la RNP 20 ne devraient être mises en œuvre que dans des circonstances particulières.

Des types de RNP plus exigeants seraient nécessaires pour les vols effectués au voisinage de la plupart des aérodromes, c'est-à-dire lors de la transition entre l'aérodrome et la route ATS. L'OACI étudie la possibilité d'étendre le concept de RNP aux opérations en région terminale.

Il sera peut-être nécessaire pour certains Etats de mettre provisoirement en application une RNP 5 plutôt que la RNP 4, afin de permettre de continuer d'utiliser l'équipement de navigation actuel sans modifier les structures de routes existantes.

Il faudrait tenir compte du fait que dans les Etats où la précision de navigation atteinte actuellement par la plupart des aéronefs ne répond pas aux critères de la RNP 4 où des systèmes radar indépendants sont utilisés pour surveiller les mouvements des aéronefs, une largeur de couloir de ± 5 km ($\pm 2,7$ NM) continuera d'être utilisée.

	Type de RNP				
	1	4	10	12,6	20
<i>Précision</i>					
Précision de la navigation:	$\pm 1,85$ km	$\pm 7,4$ km	$\pm 18,5$ km	$\pm 23,3$ km	$\pm 37,0$ km
précision latérale et longitudinale de la position pendant 95 % du temps de vol dans l'espace aérien désigné	($\pm 1,0$ NM)	($\pm 4,0$ NM)	($\pm 10,0$ NM)	($\pm 12,6$ NM)	($\pm 20,0$ NM)

Tableau III-1. Types de RNP

III.6.4-CRITERES RELATIFS A L'ESPACE AERIEN :

III.6.4.1- espace aérien dans lequel s'applique la RNP :

La RNP pourrait s'appliquer a toutes les phases du vol. Les cinq types de RNP ont été définis pour une application générale. Il est prévu que des valeurs plus sévères de RNP seront nécessaires pour les vols au voisinage de la plupart des aérodromes.

L'OACI étudie la possibilité de définir des types de RNP applicables en région terminale, c'est-à-dire pour les phases d'approche, d'atterrissage et de départ.

III.6.4.2- Caractéristique de l'espace aérien :

a. Route RNP :

La RNP peut être appliquée aux routes ATS, y compris les routes fixes et les routes d'exception.

b. Routes RNP fixes :

Les routes RNP fixes sont des routes ATS publiées, permanentes, qui peuvent figurer dans un plan de vol et sont destinées aux aéronefs homologués pour un type de RNP déterminé. Il n'est pas exclu qu'elles fassent l'objet de restrictions en ce qui concerne les périodes de disponibilité et l'utilisation des niveaux de vol.

Les routes RNP fixes devraient commencer et se terminer en des points de compte rendu publiés, pas nécessairement définis par des installations au sol. Des points de cheminement devraient être établis le long de ces routes, selon les besoins des Etats.

c. Routes RNP d'exception :

Les routes RNP d'exception sont des routes ATS publiées qui peuvent figurer dans un plan de vol et être mises à la disposition d'aéronefs homologués pour un type de RNP déterminé pendant des périodes de temps limitées (heures, jours, saisons). Elles peuvent aussi être établies pour répondre à des besoins inhabituels et temporaires, qui se manifestent à l'improviste. Les indications données au sujet des points de cheminement pour les routes RNP fixes s'appliquent également aux routes RNP d'exception.

d. Zone RNP :

La RNP peut s'appliquer à une zone ou à un volume d'espace aérien, ou à tout espace aérien de dimensions définies. Pour les routes ATS à l'intérieur d'une zone RNP définie, les autorités peuvent décider d'exiger une homologation pour un type précis de RNP. En outre, avec l'approbation de l'Etat ou de l'autorité ATC compétente, des routes non publiées (c'est-à-dire des routes improvisées) peuvent figurer dans un plan de vol prévoyant un parcours à l'intérieur de zones RNP désignées et publiées. De telles routes peuvent être autorisées:

- ✓ Dans des régions d'information de vol ou des régions supérieures d'information de vol spécifiées ou dans des zones définies latéralement par des coordonnées géographiques; et
- ✓ Au cours de périodes spécifiées; et/ou
- ✓ Dans des tranches de niveaux de vol spécifiées.

e. système de coordonnées RNP :

Etant donné l'évolution des systèmes de navigation, qui passent de systèmes à référence sur station à des systèmes à référence terrestre, il est un élément important à prendre en compte: le référentiel géodésique utilisé pour déterminer la position réelle.

Les référentiels géodésiques servent à calculer la position géographique et l'altitude topographique précises des divers éléments caractéristiques de la surface terrestre. Ces référentiels sont établis à différents niveaux d'administration (international, national et local) et ils forment la base officielle de tous les relevés de position et de navigation. A l'heure actuelle, il y a de nombreux systèmes de référence géodésique en usage dans le monde, ce qui donne lieu à des définitions différentes de la latitude et de la longitude d'un même point au sol, selon le système utilisé. Dans certaines régions du monde, on peut constater des différences de plusieurs centaines de mètres, et les incidences de cette situation pour les aéronefs qui volent en conditions RNP sont telles que les erreurs qui en découlent sont parfois trop importantes pour être tolérées, notamment dans les régions terminales. De plus, il peut aussi se poser des problèmes particuliers en croisière, par exemple lors du transfert d'aéronefs entre des centres de contrôle régional de pays voisins qui utilisent des référentiels géodésiques différents. De même, il pourrait arriver que le logiciel du système de gestion de vol (FMS) de l'aéronef emploie un référentiel géodésique différent de celui qui est utilisé pour localiser les aides de navigation au sol (Par exemple le DME) ou les aides de navigation à référence terrestre comme le système mondial de navigation par satellite (GNSS). Des essais en vol ont déjà imputé des erreurs significatives à l'emploi de référentiels géodésiques différents dans des simulations d'environnement RNP de grande précision.

L'OACI a choisi le Système géodésique mondial 1984 (WGS-84) comme référentiel géodésique mondial commun, car il est indispensable:

- De convertir les coordonnées des positions des aéroports et celles des aides de navigation au sol à un référentiel géodésique commun;
- De veiller à ce que tous les emplacements de cette nature soient relevés en fonction d'une norme commune qui assure une précision optimale, comme celle que l'on obtient en utilisant les techniques de levé du GNSS;
- De veiller à ce que tous les logiciels FMS utilisent un référentiel géodésique commun.

Ce sont les Etats qui, en dernier ressort, sont investis de la responsabilité d'assurer la précision des données de position à l'usage de l'aviation. Un effort collectif s'imposera toutefois pour mettre en application le WGS-84 à l'échelle

mondiale afin que l'on puisse adopter des systèmes à référence terrestre pour toutes les catégories de navigation aérienne.

III.7- CRITERES RELATIFS AUX PROCEDURES :

III.7.1-Précision de navigation :

a. Conditions normales :

La RNP est destinée à caractériser un espace aérien par un énoncé de la précision de navigation (type de RNP) à respecter en vol normal dans cet espace aérien. Si l'ATC doit intervenir pour empêcher l'aéronef de s'écarter de la route autorisée, à cause par exemple d'une défaillance d'un système de bord, d'un fonctionnement hors tolérance des aides de navigation ou d'une erreur grossière, une assistance suffisante devrait être fournie à l'aéronef pour lui permettre de rejoindre l'axe de la route et/ou de continuer jusqu'au prochain point de cheminement.

b. Procédures ATS dans l'espace aérien RNP :

c. Procédures normales :

Les procédures ATS dans l'espace aérien RNP seront, d'une manière générale, les mêmes que les procédures ATS existantes et celles qui sont prévues pour utiliser au mieux les possibilités RNAV.

d. Procédures spéciales :

Un espace aérien RNP peut avoir différents critères fonctionnels pour différents types de RNP. Il peut exiger une possibilité de voler en suivant une trajectoire décalée d'une distance spécifiée par rapport à l'axe de la route prévue; c'est ce qu'on appelle le décalage parallèle. Cette fonction peut être très utile pour l'ATC dans des situations stratégiques ou tactiques. Dans une situation tactique, un décalage peut être employé dans certains cas à la place guidage radar afin de faciliter une montée ou une descente interrompue. Dans une situation stratégique, un décalage systématique peut être employé comme moyen d'accroître la capacité sans compromettre la sécurité dans l'espace aérien. Il peut être nécessaire de préciser certains détails, comme la distance de décalage les performances en virage, etc.

e. Procédures de transit entre différents types d'espace aérien RNP :

Vu le nombre de types de RNP et d'applications potentielles, on devrait procéder avec attention à l'élaboration des procédures de transit entre différents types d'espace aérien RNP. Il faudrait notamment étudier la méthode à employer pour effectuer ce transit. Cela exige une planification minutieuse, qui consiste entre autres à :

- ✓ Déterminer les points précis où la circulation sera dirigée lorsqu'elle passera d'un espace aérien RNP exigeant à un espace aérien RNP moins exigeant;
- ✓ Vérifier les plans de transit par simulation, une fois qu'ils seront formulés;
- ✓ N'autoriser que les aéronefs homologués pour évoluer dans un espace aérien où est appliqué un type de RNP donné;
- ✓ Assurer la coordination avec tous les intéressés afin de parvenir à un accord régional précisant en détail les responsabilités requises.

f. Procédures d'exception à appliquer par l'équipage de conduite à l'intérieur d'un espace aérien RNP :

L'équipage de conduite devrait aviser l'ATC des situations d'exception (pannes d'équipement, conditions météorologiques) qui nuisent à sa capacité de maintenir la précision de sa navigation, indiquer ses intentions, coordonner un plan d'action et obtenir une autorisation ATC révisée.

S'il n'est pas en mesure d'aviser l'ATC et d'obtenir de celui-ci une autorisation avant de s'écarter de sa trajectoire de vol assignée, l'équipage de conduite devrait suivre les procédures d'exception prévues par la région dans laquelle il se trouve et obtenir l'autorisation ATC dès que possible.

g. Procédures d'exception ATC :

L'ATC devrait être mis au courant chaque fois qu'il est impossible pour un aéronef de maintenir la précision de navigation exigée par l'espace aérien RNP utilisé. Lorsqu'ils sont informés qu'un vol n'est pas en mesure de maintenir la précision de navigation requise, les contrôleurs de la circulation aérienne devraient prendre les mesures nécessaires pour assurer une séparation accrue ainsi que la coordination nécessaire avec les autres organes ATC.

III.8-CRITERES RELATIFS AUX AERONEFS :

III.8.1- GENERALITES :

On peut actuellement se procurer différents types d'équipements de navigation qui répondent aux exigences d'un ou plusieurs types de RNP. Ces équipements correspondent à un large éventail de possibilités et de perfectionnement. Les équipements les moins perfectionnés sont les systèmes de navigation VOR/DME et les systèmes RNAV simples qui ne peuvent accepter que les signaux d'entrée VOR/DME. On doit également envisager l'homologation d'emploi de types relativement plus

complexes d'équipements RNAV acceptant par exemple les signaux de systèmes de navigation par inertie (INS) ou du LORAN-C, à condition que soient appliquées des procédures spéciales d'utilisation ou que soient employés des repères de navigation supplémentaires pour qu'il soit possible de maintenir la précision de navigation requise. Les équipements les plus perfectionnés sont les derniers modèles RNAV et FMS que l'on retrouve sur un nombre de plus en plus grand d'aéronefs.

Le FMS est un système de bord intégré constitué d'un capteur, d'un récepteur et d'un ordinateur contenant des bases de données de navigation et d'exploitation de l'aéronef qui fournit des directives d'exécution optimale à un écran de visualisation et à un système de commandes automatiques de vol, mais le terme est souvent utilisé pour décrire n'importe quel système qui fournit une forme quelconque d'indications ou de commandes directes pour la navigation (latérale et/ou verticale), la gestion du carburant, la planification de route, etc. Ces systèmes sont aussi appelés systèmes de gestion des performances, systèmes de commande de gestion de vol et systèmes de gestion de la navigation. Dans le présent manuel, le terme FMS est utilisé dans son sens générique et n'entend pas se référer à un type de système particulier. Il importe de noter que s'il appartient aux exploitants de déterminer la portée de la base de données utilisée dans un FMS, c'est aux Etats qu'il incombe de veiller à ce que les éléments de départ sur lesquels s'appuient les bases de données soient exacts et rigoureux. Enfin, les fournisseurs de bases de données ont la responsabilité de veiller à ce que celles-ci reproduisent fidèlement les éléments de départ fournis par les Etats.

Il existe aussi des ordinateurs de navigation qui peuvent être montés en rattrapage sur des aéronefs existants et utilisés en corrélation avec l'INS, le LORAN-C ou simplement avec le VOR/DME et des données aérodynamiques (cap, vitesse vraie, etc.) Même avec ces dernières données seulement, le système peut fonctionner avec précision tant que l'avion reste dans les limites d'une couverture DME adéquate; des lacunes dans la couverture DME et/ou dans la précision sont acceptables dans des limites prédéfinies, car le système est capable de fonctionner en « mode mémoire » pendant des laps de temps restreints. Les équipements de navigation embarqués comprennent:

- ✓ Les systèmes qui utilisent des aides de navigation extérieures, par exemple VOR/DME, DME/DME, GNSS, LORAN-C;
- ✓ Les systèmes qui sont autonomes, par exemple l'INS ou les systèmes à référence inertielle.

III.8.2- Limites opérationnelles générales :

En raison de la disponibilité et de l'intégrité des divers systèmes de capteurs, des effets de propagation, des erreurs systématiques et du brouillage que des sources extérieures risquent de causer à certains capteurs, il faut imposer des limites opérationnelles à l'utilisation de certains types d'installations de navigation de surface, comme suit:

a. Zones opérationnelles :

L'exploitant devrait définir les zones dans lesquelles des opérations sont prévues et veiller à ce que les installations soient capables de respecter la RNP pour ces zones;

b. Equipement opérationnel :

Le LORAN-C, le VOR, DME et l'INS ne seront peut-être pas capables, sans un recalage automatique de position qui soit acceptable, de servir d'installations RNAV autonomes, à moins qu'il ne soit démontré qu'ils répondent aux critères RNAV appropriés.

c. Disponibilité et continuité du système :

Avant d'être homologué, un système de navigation devrait obligatoirement démontrer qu'il offre un niveau acceptable de disponibilité et de continuité de fonction. Les autorités nationales pourront choisir de s'en remettre à une redondance des systèmes pour obtenir la disponibilité requise. La disponibilité de la fonction navigation pourrait être assurée au moyen de systèmes de navigation de surface à capteurs multiples comprenant divers capteurs de détermination de position, utilisables chacun individuellement pour la navigation de surface. Certains systèmes RNAV permettent l'emploi de combinaisons de systèmes ou la sélection par le pilote d'un système de préférence à un autre, en fonction de facteurs tels que les conditions de réception et les conditions météorologiques.

Il incombe aux exploitants d'assurer le niveau de qualité requis dans l'environnement notifié RNP au moyen de l'installation RNAV appropriée ainsi que des procédures et de la formation prescrites pour l'équipage de conduite. Lorsqu'il y a lieu, les autorités nationales devraient fournir aux exploitants un moyen d'identifier les niveaux appropriés de précision, d'intégrité et de disponibilité pour la RNP à assurer pour les routes ou les procédures RNAV.

Les procédures et/ou les moyens devraient permettre de déceler toute entrée erronée faite par l'équipage de conduite avant que la précision de la position de l'aéronef puisse se dégrader.

Pour les opérations RNP, il y a lieu d'envisager les dispositions suivantes en ce qui concerne l'équipement:

- ✓ RNP 1 ou supérieure:

L'équipement devrait fournir un moyen qui permet de confirmer la vraisemblance des données provenant des capteurs avant l'emploi des données;

l'équipement devrait être capable de fournir une estimation de son erreur de position, en fonction des capteurs utilisés et du temps écoulé.

✓ RNP 4, 10, 12,6 ou 20:

les dispositions énoncées que l'équipement devrait fournir un moyen qui permet de confirmer la vraisemblance des données provenant des capteurs avant l'emploi des données; sont souhaitables.

La certification de navigabilité et l'homologation opérationnelle de l'équipement relèveront des administrations aéronautiques nationales compétentes. Par ailleurs, les Etats auront peut-être besoin de modifier leur législation pour tenir compte de l'emploi d'équipements RNAV et FMS homologués pour une exploitation en espace aérien RNP.

III.9- CRITERES FONCTIONNELS :

III.9.1-Généralités :

La présente section donne un aperçu des fonctions essentielles que l'équipement RNAV devrait obligatoirement accomplir. Les fonctions énumérées ci-après devraient être considérées comme constituant le niveau de performance minimal acceptable. On trouvera des commentaires décrivant la fonction et les critères pour les types de RNP considérés ainsi que de plus amples renseignements dans les normes de performances minimales de système d'aviation (MASPS) relatives à la RNP, qui figurent dans les documents RTCA DO-236A et EUROCAE ED-75.

L'équipement de navigation devrait permettre à l'aéronef de naviguer en respectant les contraintes du service de la circulation aérienne et avec la précision requise dans un type d'espace aérien RNP publié. Il est prévu que la plupart des aéronefs qui évolueront dans le futur environnement RNP seront dotés d'un type quelconque d'équipement RNAV. L'emport d'un équipement RNAV pourrait être exigé dans certaines régions ou certains Etats. Les présents éléments indicatifs se réfèrent donc fréquemment à l'utilisation de l'équipement RNAV.

III.9.2-Fonctions du système :

Pour que l'équipage de conduite ait le contrôle des fonctions de guidage latéral requises, il faudrait que l'équipement RNAV permette d'exécuter au moins les fonctions suivantes:

→ Afficher la position actuelle sous forme de:

→ Latitude et longitude, ou de

- Distance et relèvement par rapport au point de cheminement choisi;
- Sélectionner ou introduire le plan de vol voulu au moyen de la boîte de commande et de visualisation (CDU);
- Revoir et modifier les données de navigation pour une partie quelconque d'un plan de vol, à n'importe quel stade du vol, et mettre en mémoire assez de données pour exécuter le plan de vol en vigueur;
- Revoir, établir, modifier ou vérifier un plan de vol en vol sans affecter les données de guidage de sortie;
- Exécuter un plan de vol modifié seulement sur intervention concrète de l'équipage de conduite;
- Le cas échéant, établir et vérifier un plan de vol de rechange sans affecter le plan de vol en vigueur;
- Construire un plan de vol, soit par identificateur ou par sélection de points de cheminement individuels dans la base de données, ou par création de points de cheminement à partir de la base de données, par création de points de cheminement définis par latitude et longitude, par relèvement et distance ou par d'autres paramètres;
- Etablir les plans de vol en assemblant des routes ou des tronçons de route;
- Permettre de vérifier ou d'ajuster une position affichée;
- Assurer la séquence ment automatique en passant par les points de cheminement avec anticipation de virage. Le séquençement manuel devrait également être prévu pour permettre le survol des points de cheminement et le retour vers ces points;
- Afficher l'écart latéral par rapport à la route sur le CDU;
- Afficher le temps jusqu'aux points de cheminement sur le CDU;
- Exécuter une autorisation de vol direct vers un point de cheminement quelconque;
- Suivre une route parallèle à la distance de décalage choisie; le mode de décalage devrait être clairement indiqué;
- Eliminer les recalages radio antérieurs;
- Exécuter les procédures d'attente RNAV (si elles sont définies);

- Fournir à l'équipage de conduite des estimations d'incertitude quant à la position, soit sous forme de facteur de qualité, soit par référence à des différences entre capteurs par rapport à la position calculée;
- Utiliser le système de référence géodésique WGS-84 (à partir de 1998);
- Indiquer une défaillance de l'équipement de navigation.

III.9.2.(1-Fonctions désirées :

Dans un espace aérien à forte densité, il peut être nécessaire d'établir des fonctions RNAV spécifiques pour assurer les possibilités opérationnelles permettant de répondre à une demande croissante. Tout en répondant à d'inévitables besoins régionaux, l'établissement de ces fonctions devrait s'effectuer dans le cadre d'une étroite coordination entre les constructeurs, les usagers et les fournisseurs du service ATC, compte tenu de l'état actuel et prévu de la technologie. Une telle coopération devrait permettre une harmonisation progressive à l'échelle mondiale de l'utilisation opérationnelle de l'équipement RNAV. Les fonctions RNAV dont l'application est prévue dans le cadre de la RNP sont notamment les suivantes:

- Générer des signaux de commande destinés au pilote automatique/directeur de vol;
- Afficher et communiquer les données de position 3D et 4D;
- Indiquer l'angle de route;
- Afficher les données de référence sur les points de cheminement en 3D et 4D;
- Fournir un minimum de 10 points de cheminement actifs en croisière;
- Fournir un minimum de 20 points de cheminement actifs en région terminale/approche;
- Indiquer l'approche des points de cheminement à l'aide de voyants d'alerte/d'un affichage visuel;
- Permettre la sélection automatique des aides de navigation, la vérification d'intégrité, le contrôle de vraisemblance, le surpassement manuel ou l'abandon de la sélection;
- Respecter les critères de performance en virage; j) indiquer toute perte de la précision de navigation requise ou toute perte d'intégrité et donner un avertissement approprié de défaillance pour le système, capteurs compris.

III.9.3- PERFORMANCES DU SYSTEME :**III.9.1-Critères relatifs a la précision de la navigation :**

Les équipements RNAV et FMS avec les capteurs appropriés peuvent être homologués par les Etats pour la navigation en espace aérien RNP désigné.

Des mesures sont actuellement prises dans un certain nombre d'Etats en vue d'amender la législation nationale pour permettre l'utilisation a cette fin d'équipements RNAV et FMS convenablement installés, homologués et entretenus.

- RNP1: un point de cheminement devrait être identifié par un nom (s'il existe dans la base de données) ou un emplacement (latitude/longitude); l'équipement devrait pouvoir construire une route définie par au moins dix points de cheminement. Les possibilités de stockage et d'extraction des points de cheminement devraient offrir une résolution compatible avec la précision requise d'utilisation du système.
- RNP 4, 10, 12,6 et 20: le relèvement et la distance par rapport a un autre point défini ou obtenus d'une autre manière suffiront, pourvu que le niveau requis de précision de navigation puisse être démontré; l'équipement devrait offrir au minimum la possibilité d'introduire manuellement les coordonnées de quatre (4) points de cheminement avec une résolution compatible avec la précision requise d'utilisation du système.

III.9.3.3- Critères relatifs a l' exécution de la route :

Les systèmes RNAV devraient assurer la précision requise de navigation et de détermination de la position pour la gamme complète de vitesses sol dont sont capables les aéronefs à bord ils sont installés. Ils devraient fournir l'information de navigation utilisable qui est nécessaire au cours de l'exécution des virages, y compris les circuits d'attente.

Pour les opérations RNP, la précision suivante devrait être réalisée:

- RNP1: une précision d'utilisation du système égale ou supérieure a 0,93 km (0,5 NM), un écart type; un confinement a 1,85 km (1 NM), de part et d'autre, pendant 95 % du temps de vol;
- RNP4: une précision d'utilisation du système égale ou supérieure a 3,7 km (2 NM), un écart type; un confinement a 9,26 km (4 NM), de part et d'autre, pendant 95 % du temps de vol.

III.9.3.4- Critères relatifs à l'écart latéral:

- Quel que soit l'environnement RNP, le système RNAV devrait fournir une indication continue de l'écart par rapport à la route ou à la position prévue;
- La résolution de l'écart indiquée devrait être compatible avec les critères de l'opération RNP exécutée

Sequencement automatique des points de cheminement: quel que soit l'environnement RNP, s'il y a lieu, et à un point déterminé par le système RNAV, le système devrait effectuer automatiquement le transfert à l'étape suivante, ou signaler à l'équipage de conduite la nécessité d'effectuer ce transfert.

III.9.3.5- Critères relatifs aux sorties des commandes automatiques de vol:

- Les besoins de guidage RNAV devraient être indiqués par affichage de l'écart latéral.
- La distance aux points de cheminement et la route désirée devraient être indiquées.

III.9.3.6- Anticipation de virage:

- Le système devrait être pourvu de moyens d'anticipation de virage qui permettent une transition harmonieuse entre les routes.
- Le système devrait comprendre des moyens d'alerter l'équipage de conduite avant l'arrivée à un point de cheminement pour permettre l'anticipation de virage.

III.9.3.7- Planification de route et construction de plan de vol :

Le système devrait permettre la construction ou la modification du plan de vol par une des méthodes suivantes:

- Insertion de points de cheminement individuels et des données connexes;
- Sélection, dans la base de données, d'informations relatives à chacun des points de cheminement;
- Extraction de routes ou de parties de routes mémorisées dans une base de données;

→ L'équipage de conduite devrait disposer d'un moyen lui permettant de déterminer l'exactitude du plan de

Pour les opérations RNP, l'équipement devrait:

- ✓ RNPI: offrir un moyen d'insérer ou de modifier des données dans le plan de vol; et comprendre une base de données de navigation et un moyen de vérifier les points de cheminement sélectionnés; enfin maintenir la précision d'utilisation du système pendant et après une modification du plan de vol.
- ✓ RNP 4, 10, 12,6 et 20: offrir un moyen d'insérer ou de modifier des données dans le plan de vol; si le système comprend une base de données de navigation, offrir un moyen de vérifier les points de cheminement sélectionnés.

Pour les routes exigeant des capacités fonctionnelles particulières, notamment les routes ATS exigeant des virages contrôlés, la route applicable ou la procédure à exécuter doit être chargés automatiquement dans le plan de vol FMS à partir de la base de données du FMS, et elle doit être vérifiée par l'équipage de conduite.

III.9.3.8-Actualisation en vol des plans de vol :

L'équipage de conduite devrait pouvoir vérifier à n'importe quel moment que les données correspondent au plan de vol suivi et à la base de données en mémoire, sans que les indications de guidage et de navigation soient affectées. Les données de route, si elles sont utilisées, devraient inclure les noms ou les coordonnées des points de cheminement et inclure aussi les distances et les routes connexes. La route actuelle et la distance à parcourir jusqu'au prochain point de cheminement devraient être indiquées.

L'équipage de conduite devrait pouvoir modifier le plan de vol à n'importe quel moment. Lorsqu'une liaison de données sol-air est utilisée, une action concrète de l'équipage devrait quand même être nécessaire pour l'entrée des données.

III.10- Applications opérationnelles des routes RNAV fondées sur la RNP 4 :

III.10. 1- Généralités :

Les présents éléments indicatifs s'appliquent aux routes RNAV qui sont établies à l'intérieur de la zone de couverture d'aides électroniques au sol capables de fournir les recalages nécessaires et d'assurer la protection contre les erreurs grossières de navigation de surface. Seuls les aéronefs qui ont reçu une certification de navigabilité/homologation opérationnelle conformément du Manuel sur la qualité de navigation requise (RNP) (Doc 9613) bénéficieront des services de la circulation aérienne assurés sur les routes RNAV établies suivant les présents éléments. L'emploi de l'équipement RNAV peut être autorisé pour la navigation sur les routes ATS définies par VOR. Des routes RNAV

pourront aussi être définies lorsque ce sera faisable et justifié par le nombre d'aéronefs équipés pour la RNAV. Ces routes pourront être :

- Des routes RNAV fixes;
- Des routes RNAV d'exception;
- Des routes RNAV aléatoires.

Les performances de navigation requises de l'équipement RNAV supposent, pour les besoins de la navigation en route, une précision de navigation égale ou supérieure à une précision de maintien de la route de $\pm 11,1$ km (6 NM) pendant 99,5 % du temps de vol de tous les aéronefs qui utilisent un équipement RNAV. Une précision de navigation de ce type devrait équivaloir à une précision de maintien de la route de $\pm 7,4$ km (4 NM) pendant 95 % du temps de vol de tous les aéronefs qui utilisent un équipement RNAV. Ce niveau de précision est analogue à celui qu'obtiennent actuellement les aéronefs non équipés pour l RNAV qui évoluent sur les routes existantes définies par VOR ou VOR/DME, ou les VOR sont espacés de moins de 93 km (50 NM).

III.10.2-Espace aérien protégé des routes ATS RNAV fondé sur la RNP 4 :

L'espace aérien protégé minimal affecté aux routes ATS RNAV devrait s'étendre sur 11,1 km (6 NM) de part et d'autre de la route à suivre, ce qui correspond aux limites entre lesquelles les aéronefs équipés pour la RNAV sont censés se maintenir pendant 99,5% du temps de vol. Avant d'appliquer les valeurs qui découlent de ce concept, il faudrait tenir compte de l'expérience pratique éventuellement acquise dans l'espace aérien considéré, ainsi que de la possibilité d'obtenir des améliorations dans la précision de navigation globale de aéronefs. Dans ce contexte, lorsque les écarts latéraux sont contrôlés à l'aide d'une surveillance radar, les dimensions de l'espace aérien protégé nécessaire peuvent être réduites comme suit :

	Pourcentage de confinement					
	95	96	97	98	99	99,5
km	$\pm 7,4$	$\pm 7,4$	$\pm 8,3$	$\pm 9,3$	$\pm 10,2$	$\pm 11,1$
NM	$\pm 4,0$	$\pm 4,0$	$\pm 4,5$	$\pm 5,0$	$\pm 5,5$	$\pm 6,0$

TABLEAU III.2 : pourcentage de confinement

Des études sur la surveillance radar révèlent que toute réduction potentielle de l'espace aérien protégé est étroitement liée aux caractéristiques du trafic, aux renseignements dont dispose le contrôleur et la charge de travail dans le secteur. On notera enfin que l'analyse de la précision RNAV réalisée sous forme de mesure du confinement par certains Etats européens a montré que les vols exécutés avec des moyens RNAV se maintenaient à moins de 5 NM de l'axe de la route pendant 99,5% du temps (voir EUR Doc 001 RNAV/4). Si l'autorité ATS compétente estime qu'une plus grande protection est nécessaire à cause, par exemple, de la proximité de zones interdites,

réglementées ou dangereuses, d trajectoires de montée ou de descente d'aéronefs militaires etc., elle peut décider de prévoir des zones tampon supplémentaires.

S'il y a une différence angulaire de plus de 25° entre des tronçons de route, un espace aérien protégé supplémentaire, devrait être fourni.

1.10. 3- Espacement entre routes RNAV parallèles fondé sur la RNP 4 :

Lorsqu'on applique le concept d'espace aérien protégé, les axes des routes peuvent être espacés de façon que les espaces aériens protégés qui correspondent à une valeur de confinement de 99,5 % ne se chevauchent pas. Lorsqu'on applique un espacement dans lequel les valeurs de confinement sont inférieures à 99,5 %, une assistance radar est nécessaire.

Chapitre IV

application du concept RNP RNAV en Algérie

IV.1-INTRODUCTION :

Dans ce présent chapitre on doit s'intéresse au tracer sur le territoire de Algérien des routes de survol RNP (des routes internationaux), dans un espace aérien RNP. Ces routes ne survolant pas nécessairement les aides radioélectriques au sol ; le long de cette route les aéronefs doivent naviguer avec une précision de navigation RNP.

IV.2- DESCRIPTION DES SYSTEMES DE CNS EXISTANTS (communication, navigation surveillance) :

Les paragraphes ci-après décrivent les systèmes de navigation actuellement disponibles que l'on peut utiliser pour respecter les critères de RNP. Tous les systèmes de navigation présentés sont caractérisés en fonction des paramètres de performance de l'équipement, qui déterminent l'utilisation et les limites de chacun des systèmes et qui caractérisent le moyen par lequel l'utilisateur obtient l'information de navigation. Les paramètres de performance de l'équipement sont la précision, la disponibilité, la couverture, la fiabilité, la cadence de renouvellement de la position, la caractéristique dimensionnelle de la position, la capacité, l'ambiguïté, le délai de rétablissement de la navigation et l'intégrité.

IV.2.1- surveillance :

La surveillance actuelle est basée sur les comptes rendus de position vocaux ou sur le radar (PSR ou SSR).

IV.2.1.(1 Les stations radar en Algérie :

Le système automatique algérien de contrôle du trafic aérien (SAACTA) se compose de cinq (05) stations radar, d'un système de traitement de données radar (RTP & MTP) et d'un système de traitement de données plan de vol (FDP).

Le système radar est composé de :

- Un radar primaire de surveillance (PSR) situé à Alger sur le site du Centre de Contrôle Régional (36°40' 34.10''N 003° 10' 40.04'' E), desservant l'approche d'Alger.
- Un radar secondaire de surveillance (SSR) co-implanté avec le radar primaire d'Alger.
- Un radar secondaire de surveillance (SSR) situé à Annaba (36° 54' 43.40''N 007° 41' 07.10'' E).
- Un radar secondaire de surveillance (SSR) situé à Oran (35° 41' 46.88''N 000° 46' 16.20'' W).
- Un radar secondaire de surveillance (SSR) situé à El-Bayadh (33° 37' 37.36''N 001° 03'51.20'' E).
- Un radar secondaire de surveillance (SSR) situé à El Oued (33° 31' 03.99'' N 006° 45'52.16'' E).

Le système de contrôle du trafic aérien (ATC) peut utiliser le radar primaire de surveillance et le radar secondaire de surveillance seuls ou en combinaison pour assurer les services de contrôle de la circulation aérienne.

IV.2.1.(1.1- Fourniture du service Radar :

Le système radar décrit ci-dessus est destiné à fournir les services de contrôle, de surveillance et d'information radar de route dans les trois secteurs du nord de la FIR Alger (TMA Centre Alger, TMA Nord Est et TMA ORAN) et le service radar d'approche en zone terminale de l'aérodrome d'Alger.

a. Emport du transpondeur SSR :

Un aéronef doté d'un transpondeur en fonctionnement devra faire l'objet d'une exploitation en permanence par le pilote durant son vol à l'intérieur de l'espace aérien où le SSR est utilisé.

b. Utilisation des codes du transpondeur :

Les exploitants du transpondeur attribueront aux aéronefs les modes SSR attribué par l'organe ATC. Le système de traitement des données radar décodera automatiquement tous les codes SSR transmis par le transpondeur. En cas d'urgence, de panne de communication radio, ou d'intervention illicite, les pilotes devraient signaler respectivement les codes mode A suivants : 7700, 7600 et 7500.

IV.2.1.(1.2 Procédures Radar :**A/ Procédures générales pour les vols IFR :****a. MODE C (transmission de l'altitude)**

Le pilote d'un aéronef doté d'un équipement en mode C doit l'utiliser en permanence et doit impérativement transmettre des renseignements sur son niveau, sauf instruction contraire de l'organisme de contrôle de la circulation aérienne.

b. MODE A (affichage du code 4 chiffres)

Les codes mode A seront assignés par l'organe ATC de la manière suivante :

- Départ : De 1600 à 1677
- Arrivée : De 4100 à 4177
- En Route : De 4200 à 4277

En l'absence de toute directive du contrôle de la circulation aérienne ou d'un accord régional de navigation aérienne, le pilote affichera le code mode A 2000 avant d'entrer dans l'espace Algérien où le SSR est utilisé.

B/ Procédures générales pour les vols VFR :**a. MODE A ET C :**

Le pilote d'aéronef équipé d'un transpondeur mode A+C activera la fonction « report altitude », et affichera, en l'absence d'instruction de l'organisme de contrôle de la circulation aérienne, le code mode A 2000.

b. MODE A

Le pilote n'utilisera pas son transpondeur sauf dans le cas où l'organe ATC lui assigne un code.

C/ Procédures en cas de situations particulières :

Les codes que le pilote devra afficher, en cas de situations particulières, sont illustrés dans ci après.

a. SITUATIONS D'URGENCE :

Le pilote d'un aéronef en état d'urgence réglera son transpondeur sur le code mode A 7700 sauf lorsqu'il est invité par l'organe ATC à régler son transpondeur sur un code particulier.

b. DÉFAILLANCE DE COMMUNICATIONS :

En cas de panne de l'émetteur radio de bord le pilote devra régler son transpondeur sur le code mode A 7600. Le contrôleur, pour déterminer la nature de la panne, demandera au pilote de l'aéronef de changer le code ou de transmettre « TRANSPONDEUR IDENT ».

c. INTERVENTION ILLICITE CONTRE UN AÉRONEF EN VOL :

Si l'aéronef en vol est l'objet d'une intervention illicite, le pilote de l'aéronef s'efforcera de régler son transpondeur sur le code mode A 7500 pour signaler la situation, à moins que les circonstances ne justifient l'emploi du code 7700.

Procédure en cas de panne du transpondeur SSR :

d. AVANT LE DÉPART

Le pilote devra dans ce cas là :

- Informer les services ATS dès que possible avant de déposer son plan de vol.
- Inscrire sur la case 10 du plan de vol OACI la lettre N si le transpondeur est complètement hors service, soit le caractère correspondant à la capacité restante du transpondeur si celui-ci est utilisable en partie.

e. APRÈS LE DÉPART

L'organe ATC s'efforcera de faire en sorte que le vol se poursuive jusqu'à l'aérodrome de destination conformément au plan de vol. Dans ce cas là, le pilote doit toutefois s'attendre à se voir imposer des contraintes particulières.

f. Séparation radar :

Contrôle radar en Route : **20 NM**

Contrôle radar approche : **10 NM**

g. Zone de couverture :

La description des zones de couverture Radar primaire et secondaire.

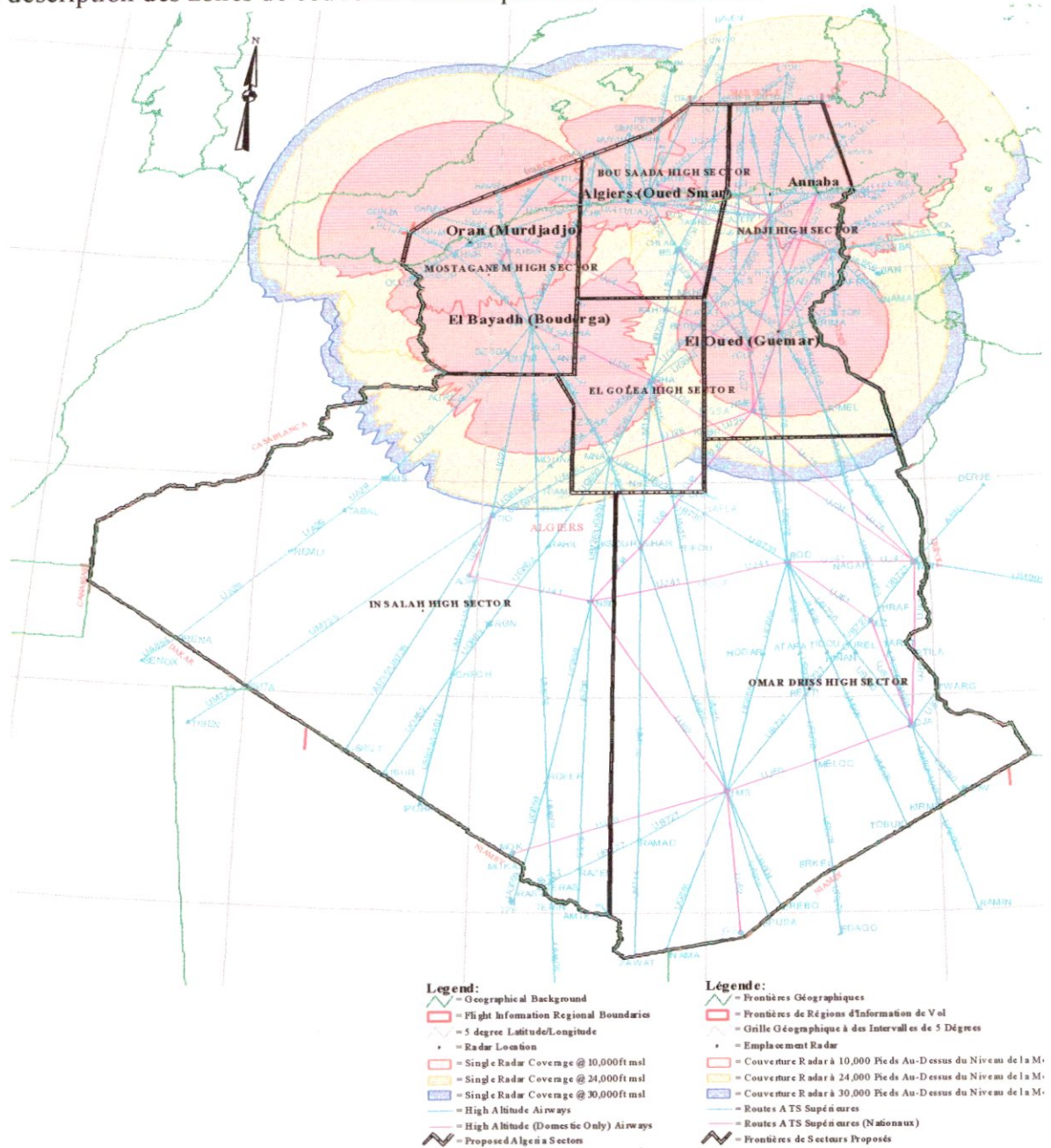


Figure VI.1 : Couverture radar

IV.2.1.2 -Surveillance dépendante automatique (ADS) :

La mise en oeuvre de liaisons de données air-sol et de systèmes de navigation embarqués précis et fiables offre la possibilité d'assurer des services de surveillance dans les régions qui en sont dépourvues dans l'infrastructure actuelle, en particulier dans les régions océaniques et dans d'autres régions où il est difficile, peu économique ou carrément impossible de mettre en oeuvre les systèmes actuels. Cas du sud Algérien où l'installation de matériel au sol est très coûteux ou carrément impossible, donc pour répondre à l'exigence RNP, cette partie doit être couverte par L'ADS. L'ADS sera utile dans d'autres régions, notamment les régions à forte densité de circulation, où elle peut compléter le radar secondaire de surveillance ou le remplacer en cas de panne et réduire de ce fait la nécessité du radar primaire. De plus, dans certaines circonstances, elle peut même prendre la place du radar secondaire. Comme en ce qui concerne les systèmes de surveillance actuels, pour tirer pleinement parti de l'ADS, il faudra disposer de communications voix et données bidirectionnelles pilote-contrôleur (les communications vocales doivent être disponibles au moins pour les messages d'urgence et les communications extraordinaires. Des testes très concluants ont été effectués en juillet 2004, en utilisant L'ADS-C et des avions équipés ADS.

IV.2.2-système de communication :

Les radios VHF analogiques existantes offrent une excellente fiabilité opérationnelle; elles continueront d'être utilisées pour les communications vocales dans les régions terminales encombrées ainsi que pour les communications générales autres que de routine dans les zones de couverture correspondantes. Mais à court ou à moyen terme, il pourrait y avoir saturation de la bande VHF attribuée aux communications aéronautiques dans certaines parties du monde. Pour y faire face, des mesures ont été prises afin de réduire de 25 kHz à 8,33 kHz l'espacement entre les canaux, là où cela est nécessaire, et d'augmenter ainsi le nombre de canaux disponibles. De plus, on travaille actuellement à l'élaboration de normes relatives à une radio numérique à accès multiple par répartition dans le temps qui devrait permettre de résoudre à moyen terme le problème de l'encombrement du spectre des fréquences et d'améliorer les services air-sol; actuellement 16 stations VHF existent, installées principalement au niveau des tours de control, pour assurer une simple couverture au FL240, il faudrait ajouter 07 autres stations. Le RNP exige une double couverture au FL240, donc un nombre de 32 stations au total. Ajouter à ces stations VHF, la modernisation des deux stations HF existantes.

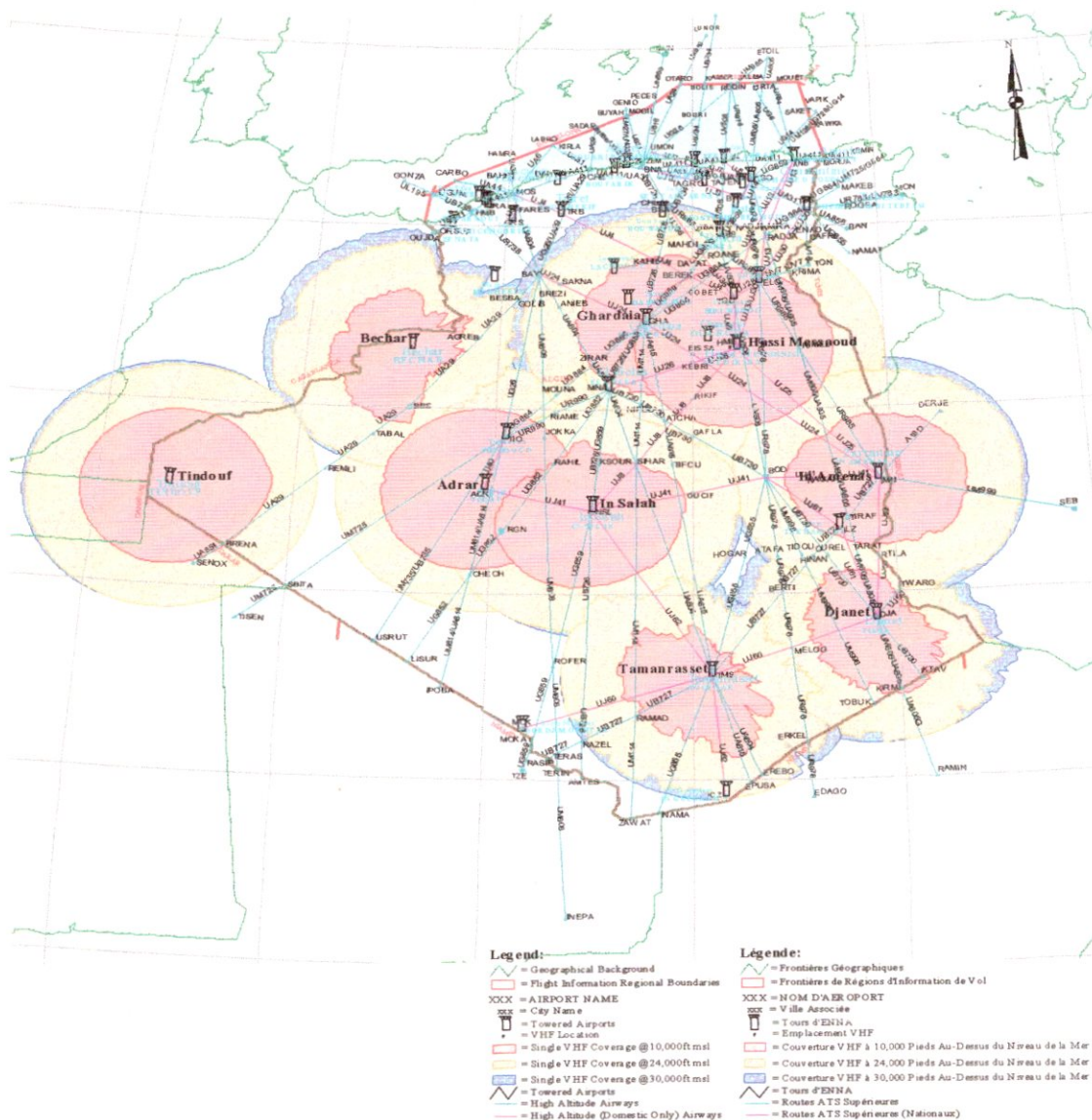


Figure VI.2 : Couverture VHF :

IV.2.2.1- VSAT de L'ENNA :

L'application des stations VSAT pour l'ENNA (Etablissement Nationale de Navigation Aérienne) est strictement réservée pour le contrôle des aéronefs (avion , hélicoptère) et pour la coordination entre les différents centre de contrôle civil ou militaire et aussi avec des tours de contrôle . pour l'ENNA il existe 15 stations , une principale appelée mini hub se trouve à oued –smar, et 14 station secondaires qui sont : Constantine , Annaba (2 station), Oran , Bechar , Tindouf , EL –Bayadh , Hassi Messaoud (2 stations) , In –Amenas , EL-Oued , Ghardia (2stations) , In-saleh.

Le réseau VSAT est composé de trois éléments :

IV.2.3-Systèmes de navigation:

De nombreux avions à réaction de transport public et d'affaires sont dotés d'une installation FMS qui fait partie intégrante de l'avionique. Le cœur du FMS est un ordinateur qui, en ce qui concerne la navigation latérale, est utilisé avec une base de données de grande capacité qui permet de préprogrammer plusieurs routes et de les injecter dans le système au moyen d'un chargeur de données. En exploitation, le système est constamment actualisé du point de vue de la précision de la position par référence à des aides de navigation conventionnelles, et la base de données perfectionnée garantit la sélection automatique des aides les plus appropriées.

L'équipement RNAV peut accepter une grande variété de données de navigation d'entrée; il est donc commode d'examiner les caractéristiques générales des équipements RNAV de bord sous les rubriques suivantes:

- ✓ VOR/DME;
- ✓ LORAN-C;
- ✓ INS;
- ✓ DME/DME;
- ✓ GNSS.

Il est supposé que tous ces systèmes sont couplés directement au pilote automatique ou peuvent l'être. Cette possibilité pourrait devenir une condition préalable avec les futurs équipements RNAV.

IV.3-APPLICATION DU CONCEPT RNP AUX RESEAUX RNAV EN ALGERIE :

IV.3.1-CHOIX DU L'ESPACE AERIEN :

Il s'agit de tout réseaux de route RNAV des routes de survole (routes internationales) publiées de l'espace aérien. Pour pouvoir évoluer à l'intérieur de cette zone pour cela on va voir brièvement le réseaux qu'il existe actuellement :

IV.3.2-Indicatifs de routes RNAV existant :

- UM608 (FL310-UNLIMITED) (espace aérien : A).
- UM614 (FL310-UNLIMITED) (espace aérien : A).

- UM725 (FL310-UNLIMITED) (espace aérien : A).
- UM735 (FL310-UNLIMITED) (espace aérien : A).
- UM998 (FL310-UNLIMITED) (espace aérien : A).
- UM114 (FL310-UNLIMITED) (espace aérien : A).
- UM605 (FL310-UNLIMITED) (espace aérien : A).
- UN855 (FL310-UNLIMITED) (espace aérien : A).
- UN856 (FL310-UNLIMITED) (espace aérien : A).
- UV508 (FL310-UNLIMITED) (espace aérien : A).

Pour plus de détail voir les annexes.

IV.4-CHOIX DU VALEUR DU RNP :

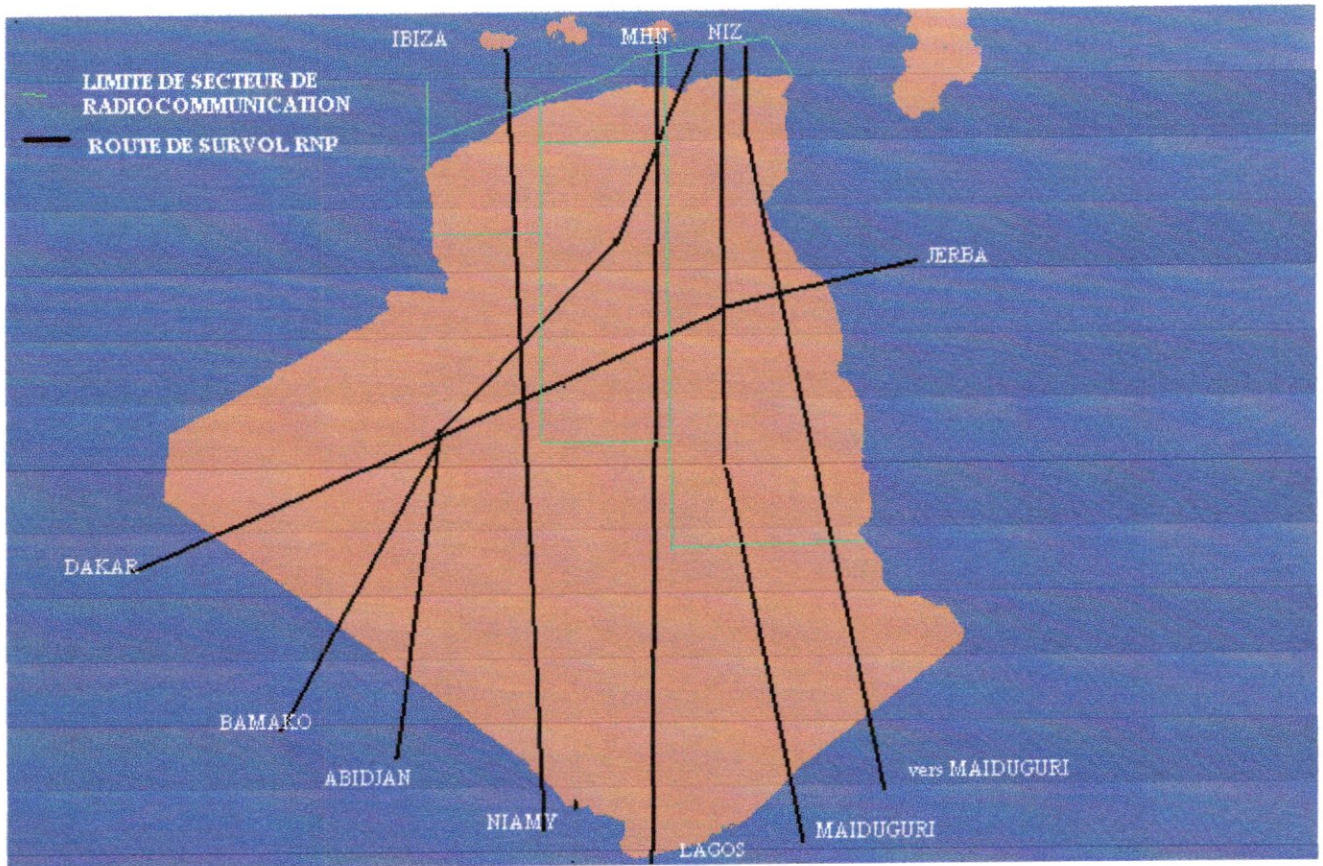
Dans notre cas on choisie la PNP-5 qui correspond à une précision de navigation avec un écart type de 2,5 NM (4,6 km) ou mieux ou en d'autres termes, garantir que l'aéronef se maintiendra dans les limites de 5NM (9,26 km) de part et d'autre de sa trajectoire prévue, 95% de son temps de vol. La RNP- 5 correspond aux routes ATS et aux architectures d'espace aérien caractérisées par une distance restreinte entre les aides de navigation. Ce type de RNP est normalement associé à l'espace aérien continental.

Ce niveau de précision est comparable à celui qu'atteignent actuellement les aéronefs dépourvus de potentiel RNAV opérant sur des routes ATS définies par VOR lorsque les VOR sont espacés de moins de 100 NM.

IV.5-APPLICATION DU CONCEPT RNP-5 AUX RESEAU RNAV :

Est illustré ci-après dans la carte:

La carte présente différentes routes de survol RNP, ce sont des routes internationales qui passent par notre espace aérien supérieur. Elles sont des routes directes qui ne survol pas automatiquement les aides de radionavigation embarqué au sol leur niveau de vol est le FL 310. L'espace aérien protégé minimal affecté à la route ATS RNAV devrait S'étendre sur (5NM) de part et d'autre de la route à suivre pendant 99.5% de vol.



Les différentes routes RNP sont :

- (DAKAR – JERBA)
- (TIMIMOUN –BAMAKO)
- (ABIDJAN – NIZ)
- (NIAMY- IBIZA)
- (LAGOS-MHN)
- (MAIDUGURI-NIZ)
- (MAIDUGURI-NIZ)

IV.5.1-Couverture des routes RNP par les moyens CNS :

Le type de RNP réalisable dépend, d'une part, des aides à la navigation disponibles, d'autre part, du potentiel des équipements de bord. Dans tous les cas, il appartient aux exploitants de faire en sorte que leurs aéronefs opérant dans l'environnement RNAV notifié soient capables d'atteindre le niveau requis de précision de navigation. Cette

- Utilisation en zone désertique ou océanique où l'ADS-B permettrait d'améliorer la sécurité en fournissant à l'ATC et aux aéronefs équipés une image de l'environnement,
- Utilisation en zone dite « Free Flight » (si de telles zones venaient à exister) où l'ADS-B serait un des outils nécessaires afin d'assurer une fonction surveillance déléguée aux avion.

capacité est déterminée en tenant compte des aides à la navigation disponibles dans l'environnement après la carte de croisières en Algérie pour les systèmes de navigation comme le VOR – DME. on voit clairement que le nombre est insuffisant pour offrir un maintien de la précision pour la RNP – 5, donc il faut avoir plus des aides de radio de navigation pour assurer le contrôle des aéronefs sur les routes RNP et qu' il est admis que le maintien des dispositifs VOR/DME et NDB offre la possibilité de retour aux techniques de navigation classiques en cas de panne du système ou de réduction de la fonctionnalité. Les systèmes RNAV, faisant appel à un VOR/DME unique coimplanté, ne doivent être utilisés pour la navigation que lors de l'exécution d'opérations en région terminale où le système RNAV a montré sa capacité à tenir la performance de navigation déclarée, pour cette procédure dans l'environnement d'aides à la navigation disponible.

Pour Le GNSS/GPS ne doit être considéré comme l'élément autonome d'un système de navigation, pour les opérations en route comme pour les opérations en région terminale, que lorsque de telles applications ont été approuvées par les JAA, ou d'autres autorités Compétentes, comme étant conformes aux critères de qualité de service déclarés pour ces types d'opérations (précision, intégrité, disponibilité et continuité de service). Lorsque ces critères ne sont pas respectés, une autre source d'information de position respectant les critères de qualité de service doit être disponible pour les opérations RNAV. Il peut s'agir de techniques de navigation manuelle faisant appel au VOR/DME et au NDB lorsqu'il peut être démontré que ceux-ci assurent la qualité de navigation requise.

Après la carte du couverture VHF on voit clairement que la communication est assurée durant toutes notre réseaux RNP qui va de 10000 pieds au dessus de niveau de la mer à l'entour du station VHF (ex : BECHAR, TINDOUF, ADRAR, INSALAH, GHARDAIA, TAMANRASSET, DJANET, HASSI MASSOUD) à 24000 ft jusqu'au 30000 ft. Donc le contrôle est assurée toute le long de réseaux des routes RNP sauf sur la partie sud de notre FIR , il est nécessaire d'installer des stations VHF surtout pour les routes RNP vers (NIAMY-VERS ABIDJAN –VERS BAMAKO –VERS DAKAR). Ou aller vers la technologie du CPDLC (Controller-Pilot Data link Communication) permet également un 'échange entre hommes (contrôleur – pilote) par liaison de données La fonction CPDLC permet au centre ATC et à un avion d'établir une communication par l'intermédiaire d'interfaces homme/machine graphiques. Le contrôleur dispose d'un jeu de messages standardisés qui lui permet de communiquer avec le pilote dans un but de contrôle du trafic. Le pilote dispose d'un jeu de messages similaires pour toutes les communications de routine avec le contrôleur ou bien encore pour négocier des routes.

Cette fonction s'apparente à un moyen de communication classique tels que la VHF ou la HF. Le principal avantage de cette facilité est de combler les manques de moyens de communication (au dessus des océans, des déserts,...). Donc le CPDLC permettra à des pilotes et à des contrôleurs de transmettre les messages de données numériques directement entre les ordinateurs sur la terre et les ordinateurs à bord de l'avion. À l'avenir, ceci allégera des problèmes de congestion de fréquence et permettra au contrôleur de manipuler plus de trafic.

Pour la fonction surveillance est assurée sur toute réseaux RNP sauf sur la partie SUD Il est possible d'envisager son utilisation du L'ADS dans les environnements suivants : Utilisation en zone de couverture radar afin de compléter les données disponibles, d'améliorer la surveillance côté embarqué et, dans un deuxième temps, envisager d'éventuelles délégations ponctuelles du sol vers le bord,

CONCLUSION GENERALE :

Notre travail consiste essentiellement à concevoir des routes RNP à partir le réseau des routes ATS (internationaux). Cette conception apporte certains Avantages par rapport à, des formes de navigation plus conventionnelles. Cette conception permet notamment d'établir des routes plus directes. Donc de réduire les distance de vol et de réduire le nombre d'installations de navigation au sol. Après avoir effectué mon travail j'ai limité le nombre de routes de survol RNP à cause des zones dangereuses, réglementées, interdites et manque d'information en ce qui concerne la spécification des catégories d'aéronefs évoluant dans ces routes pour désigner le niveau de vol, ainsi les performances des aides radio au sol pour assurer la couverture totale et le contrôle des aéronefs durant le vol par les moyens CNS .

Enfin, j'espère que ce modeste travail sera une ouverture pour éventuelles améliorations et qui sera utile pour d'autres recherches.

LISTE DES FIGURES :

- FIGURE 1-1 : Evolution annuelle des mouvements d'aéronefs en service régulier
- FIGURE 1-2 : Aperçus des avantages escomptés des nouveaux systèmes
- FIGURE II.1 – route ATS avec une route entre VOR (150NM).
- FIGURE II.2- route ATS avec une route entre VOR (150 NM) et rétention de 99,5% :
- FIGURE II.3- cas de deux tronçons de route qui se coupent à un VOR sous un angle de 60°.
- Figure II.4 -Cas de deux tronçons de route qui se coupent sous un angle de 60° à l'intersection de deux radiales VOR
- FIGURE II.5- une méthode à utiliser pour construire l'espace aérien protégé supplémentaire nécessaire du côté intérieur du virage pour les virages de 90° maximum
- FIGURE II.6- détermination de l'espace aérien protégé pour les routes de (150 NM)
- FIGURE II.7- Espacement des routes parallèles définies par VOR
- FIGURE II.8-Espacement des routes adjacentes non parallèles définies par VOR
- FIGURE III-1 : Erreur globale du système
- FIGURE III-2 : Précision de Navigation
- FIGURE III.3 : Point de cheminement "à travers "
- FIGURE III.4 : Point de cheminement "à survoler "
- FIGURE III.5 : Le récepteur RNAV
- FIGURE III.6 : Création d'un waypoint
- FIGURE III.7 : Entrée d'un waypoint fictif en mode RNAV
- FIGURE III.8 : les routes RNAV
- FIGURE III.9 : Avantages du RNAV
- FIGURE III.10 : Le concept RNP.
- FIGURE III-11 : Caractéristiques de l'espace aérien qui influent sur les normes de séparation

LISTES DES TABLEAUX :

TABLEAU I-1 : objectif des systèmes CNS/ATM

TABLEAU II.1-classe d'espace aérien

TABLEAU II.2 – pourcentage de rétention

TABLEAU.II-3 les distances ont utilisé pour
délimiter un espace aérien protégé supplémentaire

Tableau III-1. Types de RNP

TABLEAU III.2 : pourcentage de confinement

LES ANNEXES

ANNEXES : ROUTE DE NAVIGATION DE SURFACE (RNAV)

Indicatif de route Nom des points significatifs Coordonnées	Point de cheminement Indicatif du VOR DME Relevement & Distance Hauteur antenne DME	Distance orthodromique (NM)	Limites sup Limites inf Classification de l'espace aérien	Sens des niveaux de croisière		Observations Organe de contrôle Fréquence
				Initial	Final	
1	2	3	4	5		6
UL 102						
▲ GHERCHELL DME 36°40'N 001°13'E		140	LN FL 310 Classe D	↑	▼	MAGHREB CONTROLE ALGER. 124.7 Mhz <i>Pour la suite consulter FAIP MAROC</i>
▲ ARIAM 36°32'N 001°13'W						
UM 114						
▲ GHAR DALA DVOR DME 32°23'N 007°06'46"E		140	LN FL 310 Classe F		↓	MAGHREB INFORMATION ALGER 131.3 Mhz
▲ NIFEL 30°14'N 003°44'00"E		90		↑		
▲ GHAR 32°30'N 003°41'50"E		140	LN FL 310 Classe G		↓	MAGHREB INFORMATION ALGER. 123.5 Mhz et 123.1 Mhz
▲ RAMAD 32°07'N 003°35'30"E		150		↑		
▲ ZAWAT 38°00'N 003°32'30"E						<i>Pour la suite consulter FAIP ALGER</i>
UM 116						
▲ ROUGI 33°34'N 003°39'41"E		74	LN FL 310 Classe D		↓	<i>Pour la suite consulter FAIP ESPAGNE</i> MAGHREB CONTROLE ALGER 132.45 Mhz 127.3 Mhz. 124.9 Mhz
▲ FAGRE 37°45'N 005°00'00"E						
▲ ANNABA VOR DME 36°49'N 007°48'00"E		145				MAGHREB CONTROLE ALGER 125.4 Mhz
UM 605						
▲ CIRTA 36°00'N 007°01'E		154	LN FL 310 Classe D	↓		<i>Pour la suite consulter FAIP France</i> MAGHREB CONTROLE ALGER 125.4 Mhz
▲ CONSTANTINE DVOR DME 36°17'N 006°36'00"E		91			↑	
▲ ANFLA 34°41'N 007°50"E		195	LN FL 310 Classe F	↓		MAGHREB INFORMATION ALGER. 124.6 Mhz et 123.1 Mhz
▲ RIMEL 33°17'N 007°50"E		216				
▲ MAGAH 32°08'N 008°57"E		118			↑	
▲ TARAT 26°00'N 009°01'E						
▲ DJANET DVOR DME 34°17'N 009°17'12"E		106	LN FL 310 Classe G			MAGHREB INFORMATION ALGER. 123.6 Mhz et 123.1 Mhz
▲ KEMM 32°11'N 009°50"E		120				<i>Pour la suite consulter FAIP ALGER</i>

Indicatif de zone Nom des points significatifs Coordonnées	Point de chevauchement Indicatif du VOR DME Relevement & Distance Hauteur aérienne DME	Distance orthodromique (NM)	Limites sup Limites inf Classification de l'espace aérien	Sens des niveaux de croisière		Observations Organe de contrôle Fréquence	
				Impair	Pair		
1	2	3	4	5		6	
UN 855							
▲ BUTAH 380640N 0083090E ▲ ALGER DVOR DME 364125N 0081170E		85	UNL FL 510 Classe A		↑	Pour la zone contrôlée OAF Espagne MAGHREB INFORMATION ALGER 132-4 MHz 124-8 MHz 133	
UN 856							
▲ ALGER DVOR DME 364125N 0081170E ▲ SADAQ 374300 00215E		79	UNL FL 510 Classe A		↓	MAGHREB INFORMATION ALGER 132-4 MHz 124-8 MHz 133 Pour la zone contrôlée OAF ESPAGNE	
UN 808							
▲ KAMEL 390600N 0065000E ▲ MEL DVOR DME 364615N 0071130E ▲ TAJEM 361225N 0065111E ▲ BISKRA VOR/DME 344630N 0054530E ▲ ROANE 355900N 0075020E ▲ TOUGGOURT VOR DME 360700N 0060519E ▲ BORDJ OMAR DEISS VOR DME 350700N 0065001E		134	UNL FL 510 Classe D		↓	Pour la zone contrôlée OAF France MAGHREB CONTROLE ALGER 125-4 MHz	
		24					
		96					↑
			46	UNL FL 510 Classe F		↓	MAGHREB INFORMATION ALGER 124-6 MHz et 124-133 MHz
			57				↑
			198				

<i>Indicateur de zone Nom des points significatifs Coordonnées</i>	<i>Point de changement Indicatif de VOR/DME Relevement & Distance Hauteur antenne DME</i>	<i>Distance orthodromique (NM)</i>	<i>Limites sup Limites inf Classification de l'espace aerien</i>	<i>Sous les niveaux de croisière</i>	<i>Observations Organe de contrôle Fréquence</i>
1	2	3	4	5	6
UM 608					
▲ EL BAYASH VOR 34425N 006570E		42	ISL FL 310 Classe D	↑ ↓	MAGHREB CONTROLE ALGER 125.7 MHz
▲ BREZI 34005N 006590E		118	ISL FL 310 Classe F	↑ ↓	MAGHREB INFORMATION ALGER 125.1 MHz
▲ TOKHA 291404N 001140E		170	ISL FL 310 Classe G	↓	MAGHREB INFORMATION ALGER 125.8 MHz et 126.3 MHz
▲ ROFER 28225N 001170E		138		↑	
▲ TERAS 28420N 001170E		27			
▲ TERMI 28195N 001170E					Pour la suite consulter IAP ASECNA
UM 614					
▲ TIMMOUN VOR/DME 291333.89N 0001529.14E		226	ISL FL 310 Classe D	↓	MAGHREB INFORMATION ALGER 125.8 MHz et 126.3 MHz
▲ CHECH 29050N 002510W		118		↑	Pour la suite consulter IAP ASECNA
▲ IPOBA 28225 00105W					
UM 725					
▲ TIMMOUN VOR/DME 291333.89N 0001529.14E		170	ISL FL 310 Classe G	↑ ↓	MAGHREB INFORMATION ALGER 125.8 MHz et 126.3 MHz
▲ SBITA 290550N 005000W				↑	Pour la suite consulter IAP ASECNA
UM 735					
▲ TIMMOUN VOR/DME 291333.89N 0001529.14E		170	ISL FL 310 Classe G	↑ ↓	MAGHREB INFORMATION ALGER 125.8 MHz et 126.3 MHz
▲ USRUT 2140N 00244W				↑	Pour la suite consulter IAP ASECNA
UM 998					
▲ BORDJ OMAE DEHS VOR/DME 3617410N 0065011E		137	ISL FL 310 Classe F	↓ ↑	MAGHREB INFORMATION ALGER 125.8 MHz et 126.3 MHz
▲ TIDOU 161104N 007400E		151	ISL FL 310 Classe G	↓ ↑	MAGHREB INFORMATION ALGER 125.8 MHz et 126.3 MHz
▲ TOBUN 115604N 006170E					Pour la suite consulter IAP ASECNA

ZONES INTERDITES, REGLEMENTEES ET DANGEREUSES

1. Généralités :

Tout espace dans lequel l'évolution d'aéronefs peut pour une raison ou une autre être interdite ou réglementée, soit temporairement ou en permanence, et tout espace dans lequel un danger potentiel à l'évolution des aéronefs subsiste est classé selon les trois types de zones comme par l'OACI.

1.1 Zones interdites (P) :

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

1.2 Zones réglementées (R) :

Espace aérien de dimensions définies, au-dessus du territoire ou des eaux territoriales d'un état dans les limites duquel le vol des aéronefs est subordonné à certaines conditions spécifiées.

1.3 Zones dangereuses (D) :

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

2. Description de la zone :

Nom/Désignation de la zone.

Chaque zone est affectée d'une appellation composée de lettres de Nationalité-(DA) suivi d'une lettre indiquant le type et le numéro de la zone.

Un nom géographique peut être utilisé avec l'identification.

Exp: DA - P51 AIN OUSSERA

<i>Identification, nom et limites laterales</i>	<i>Limites superieures et Limites inferieures</i>	<i>Observations (Heures d'activation, genre de limitations, nature des dangers, usage d'interception)</i>
1	2	3
ZONES INTERDITES		
DA - P67 AIN OUSSERAJ Cercle de 27 NM de rayon centre sur 333100N 0025300E Limite au S-E par une droite joignant les points : 330500N 0026100E et 334100N 0024400E	<u>INI</u> <u>GND</u>	H 24
DA - P68 LAGHOUAT Cercle de 27 NM de rayon centre sur 334640N 0025400E	<u>INI</u> <u>GND</u>	H 24
DA - P69 OUARGLA Cercle de 27 NM de rayon centre sur 337540N 0021400E à l'exception de l'axe TGU MSD	<u>INI</u> <u>GND</u>	H 24
DA - P64 TINDOUF Arc de cercle de 77 NM de rayon centre sur TINDOUF et limite par la trace des frontières.	<u>INI</u> <u>GND</u>	H 24 sauf autorisation accordée par le Ministère de la Défense Nationale.
DA - P65 BECHAR Arc de cercle de 100 Nm centre sur BECHAR et joignant les points : - <u>MOED</u> 333600N 0025900W à la frontière Algéro- Marocaine. - <u>SLIB</u> 330500N 0025000W à la frontière Algéro- Marocaine. - <u>ESI</u> Ligne droite joignant les points : 325000N 0025900W - 303500N 0025000W - <u>QUEST</u> Par la trace de la frontière Algéro- Marocaine.	<u>INI</u> <u>GND</u>	H 24 sauf autorisation accordée par le Ministère de la Défense Nationale.
DA - P70 MECHERIA Cercle de 20 Nm de rayon centre sur : 333500N 0021200W	<u>INI</u> <u>GND</u>	H 24 Sauf autorisation accordée par le Ministère de la Défense Nationale.
DA - P73 TLEMCEN Délimitée par les lignes joignant les points : 342600N 0021300W - 345000N 0018150W 342600N 0021300W et à l'ouest par la frontière ALGERIENNE.	<u>FL 80</u> <u>GND</u>	H 24 Sauf autorisation accordée par le Ministère de la Défense Nationale.
ZONES REGLEMENTEES		
DA - R54 ALGER Henri BOUMEDIENE Cercle de 5 Nm de rayon centre sur : 364340N 0031304E	<u>500M</u> <u>GND ou Mer</u>	Reservée aux émissions utilisant ALGER H BOUMEDIENE
DA - R65 CONSTANTINE Mohamed BOUDIAF Deux demi-cercles entrecroisés de 7 Km de rayon centre sur : - <u>OUED SEGUIN</u> 361650N 0062140E - <u>ADJ. DE LILA</u> 360130N 0065430E et par deux droites tangentes à ces deux cercles.	<u>FL 65</u> <u>GND</u>	HJ Penetration soumise à une autorisation préalable délivrée par la tour de contrôle Fréquences 118.3 Mhz 119.7 Mhz 120 Arrière école

Identification, nom et limites laterales	Limites supérieures Limites inférieures	Observations (Heures d'activité, genre de limitation, noms et des dangers, risque d'interception)
1	2	3
ZONES REGLEMENTEES (suite)		
D4 - R69 AIN ARRAJ Segment de droite joignant les points: 361300N 004300E - 368400N 005400E 361300N 004300E - 368600N 004400E 361300N 004300E - 368600N 005400E	<u>FL 105</u> GND	Du lever au coucher du soleil les vols de nuit sont autorisés par NOTAM. Pénétration des aéronefs civile soumise à une autorisation de la tour de contrôle. Fréquence 119,7 Mhz Ecole annexe de Hélicoptères.
D4 - R70 TIARET Dans zones délimitées par: a. 362900N 006100E - 360800N 006500E 362900N 006500E - 360700N 006900E 362900N 006100E b. 360700N 006500E - 361000N 006200E 361100N 006400E - 360800N 006500E 360700N 006500E	<u>FL 205</u> GND	0700 - 1500 excepté les Jours Vendredi et jours fériés. Pénétration soumise à une autorisation de la Tour de contrôle. Fréquences 113,1 Mhz, 119,7 Mhz (c)
D4 - R71 GHRYS Cercle de 10 NM de rayon centré sur 361300N 0060500E - le linteau d'ouest par un segment de droite joignant les points: 361300N 0060400E - 361700N 0060400E	<u>FL 15M</u> GND	0700 - 1500 excepté les Jours Vendredi et jours fériés. Pénétration soumise à une autorisation de la tour de contrôle. Fréquence 119,7 Mhz
D4 - R72 ECH CHELIFF Segment de droite joignant les points: 361700N 001260E - 361700N 001500E 360800N 001500E - 360725N 001500E 361700N 001500E - 361700N 001260E	<u>FL 10</u> GND	H 24 Pénétration soumise à une autorisation de la tour de contrôle. Fréquences 119,0 Mhz Exercice: avions Vols Hélicoptères.
D4 - R61 EL MALAH Quadrilatère délimité par les points suivants: Am El Alton 361400N 0065900N - Sidi Boumediene 361100N 0065100N - Châher El Ham 361000N 006600N - El Malah 361100N 0065100N	<u>3000 ft QNE</u> <u>3000 ft QNE</u>	Du lever au coucher du soleil - départ de plan de vol obligatoire: réservée à l'aéro-club d'ORAN.
D4 - R62 CHERAGA Segment de droite joignant les points: 364500N 0027040E - 364400N 0026700E 364500N 0027000E - 364400N 0026400E 364500N 0027040E.	<u>FL 40</u> GND MAL	H 24 Exercice: Avions
D4 - R64 BOUFARIK Segment de droite joignant les points: 364000N 002930E - 363900N 0029740E 361700N 003020E - 363400N 0029640E 361400N 002930E - 363000N 002930E	<u>3000 ft</u> GND	H 24 Exercice: Avions
D4 - R6-B BOUFARIK Segment de droite joignant les points: 361400N 0027640E - 363140N 0024030E 361400N 0027640E - 3631400N 0026640E	<u>FL 50</u> GND	H 24 Exercice: Avions

Dénomination, nom et limites laterales	Limites superieures Limites inferieures	Observations (Heures d'activite, genre de limitations, nature des dangers, risque d'interception)
1	2	3
ZONES DANGEREUSES		
DA - D50 ARZEW Petit secteur du cercle de 11000 de rayon centre sur: 33°11'00" 0002110W compris entre les latitudes 33°11' et 33°12'	<u>1200 M</u> MSL	Activite annoncee par NOTAM. Exercice de nuit
DA - D504 BOUSFER Segment de droite joignant les points: 360211N 0011280W - 364151N 0004514W - 352325N 0010936W et 360758N 0010731W puis arc de rayon de 100Km centre sur le point (36440634N 000451632W) jusqu'au point 355329N 0010731W ensuite, ligne droite jusqu'au point 355329N 0010936W puis arc de cercle de rayon de 50Km jusqu'au point 360211N 0011280W (zone DA-D50C exclue)	<u>FL 300</u> GND/MSL	H24
DA - D505 BOUSFER Segment de droite joignant les points 360211N 0011280W - 364151N 0004514W et 355803N 0002145W puis arc de cercle de rayon de 45Km centre sur le point (36440634N 000451632W) jusqu'au point 360813N 0004522W ensuite, ligne droite jusqu'au point 361100N 0004522W puis arc de cercle de rayon de 50Km jusqu'au point 360211N 0011280W	<u>FL 345</u> GND/MSL	H24
DA - D506 BOUSFER Arc de cercle de rayon de 09Km centre sur le point (363615N 0004930W) dont la limite sud est confondue avec la droite joignant les points 364151N 0004514W et 352325N 0010936W	<u>FL 300</u> FL 55	H24
DA - D508 BOUSFER Deux arcs de cercle de 15° de 70 et 100Km de rayon centre sur le point (36440634N 000451632W) délimités de part et d'autre par les radiales 15° et 40° (D1) 362937N 0003610W (D3) 362525N 0000520W (D2) 363616N 0003035W (D4) 361504N 0001815W	<u>FL 300</u> MSL	H24

Identifications, noms et autres caractéristiques	Limites supérieures Limites inférieures	Observations (Heures d'activité, genre de limitations, nature des dangers, risque d'interception)
ZONES DANGEREUSES (suite)		
DA - DISE BOUSFER Deux arcs de cercle de 20° de 135 et 155Km de rayon centre sur le point (354406.34N 0004816.32W) délimités de part et d'autre par les radiales 155° et 175°. (E1)343892N 0001035W (E3)346436N 0003739W (E2)341534N 0000315E (E4)345129N 0004030W	<u>EL 300</u> GND	H 24
DA - DISE BOUSFER Deux arcs de cercle de 15° de 125 et 170Km de rayon centre sur le point (354406.34N 0004816.32W) délimités de part et d'autre par les radiales 185° et 200°. (E1)345632N 0005525W (E3)341751N 0012636W (E2)341124N 0005802W (E4)344041N 0011631W	<u>EL 300</u> GND	H 24
DA - DISE SOUK EL ARBA Segment de droite joignant les points: 361411N 002144E (WADOK) 361321N 002455E (BOULED EL ALLEUG) 361300N 002450E (BOGHARI) 361211N 002049E (TENIET EL HAD)	<u>GND</u> GND	Du lever au coucher du soleil. Exercice: Aérien.
DA - DISE EL ARBA Segment de droite joignant les points: 361311N 00305E (EL ARBA) 361321N 003055E (SIDIMOUSSA) 361301N 00305E (361301 00305E)	<u>EL 70</u> GND	Active du Samedi au Mercredi du lever au Coucher du soleil en VMC. Evolution d'annonces par radio.
DA - DISE EL ARBA Segment de droite joignant les points: 361311N 00305E (MEFFIAH) 361311N 00305E (EL ARBA) 361321N 003055E (SIDIMOUSSA)	<u>EL 70</u> EL 40	
DA - DISE MELLANA Segment de droite joignant les points: 361311N 00202E - 361311N 00102E 361311N 00102E - 361311N 00102E 361311N 00202E	<u>EL 90</u> GND	Active tous les jours sauf Vendredi et les jours fériés du lever au coucher du soleil en VMC. Exercice: aérien.


<i>Librairie des zones et limites laterales</i>	<i>Limites superieures Limites inferieures</i>	<i>Observations (Heures d'activite, genre de limitations, nature des dangers, risque d'interception)</i>
1	2	3
ZONES DANGEREUSES (suite)		
D4 - D71 Segment de droite joignant les points: 5542070000 W - 3740100000 W 5790100000 W - 3745010000 W	<u>300 m</u> GND	H24 Combustion de GAZ
D4 - D74 IAFARAOUI Segment de droite joignant les points: 553141N 000124E W - 553141N 000170 W 551150N 000170 W - 554000N 000007 E 544000N 000170 W - 554000N 000040 E 551141N 000040 E - 551141N 000145 W 552150N 000040 E - 551141N 000040 E 553150N 000110 W - 553141N 000124 E	<u>FL 295 mchls</u> GND	
D4 - D75 IAFARAOUI Segment de droite joignant les points: 551150N 000755 W - 550150N 001112 W 544151N 001200 W - 551150N 000755 W	<u>FL 295 mchls</u> 9000 R QNH	
D4 - D76 IAFARAOUI Segment de droite joignant les points: 551141N 000040 E - 551141N 000145 W 552150N 000040 E - 551141N 000040 E	<u>FL 295 mchls</u> 9000 R QNH	H 24 Exercice Aérien
D4 - D76 Segment de droite joignant les points: 554300N 002100E - 554300N 002150E 570300N 002100E - 570300N 002100E 554300N 002100E	<u>300 Ft</u> MSL	H 24 Exercice Aérien
D4 - D79 JIN OUSSER4 Segment de droite joignant les points: 551150N 005140E - 551150N 005100E 550150N 005100E - 550150N 005140E	<u>101</u> Sol	H 24 Exercice Aérien
D4 - D81 HASSI BAHBAH Segment de droite joignant les points: 554000N 002200E - 554000N 003000E 544000N 003000E - 544000N 002200E 554000N 002200E - entree le nord de la zone D4 - E71 jusqu'au point 554000N 002450E	<u>101</u> Sol	Activité autorisée par NOTAM Durant l'oeuvre le tracé de la route AT5 domestique MOS - TRB - TGU - HME sera interdit et remplacé par MOS - BAY - GHA - OUR - HME Exercice de nuit
D4 - D82 TAMANRASSET Segment de droite joignant les points: 551141N 004510E - 551141N 007610E 551150N 004510E - 551141N 004510E	<u>FL 295</u> GND	Activité autorisée par NOTAM Exercice Aérien


Nom Limite: Latérale: Limite: Verticale: Classe d'espace aérien	Organe assurant le service	Indicatif langue: Region et conditions d'utilisation Heure: de service	Fréquence: et Objet	Observations
1	2	3	4	5
<p>FIR ALGER</p> <p>Ligne joignant les points suivants: 3300N 0114E - 3312N 00-0E - 3320N 0014E 3312N 00130E - 3320N 00200E puis, en ligne droite jusqu'au point d'intersection de la carte méditerranéenne avec la frontière Algérie-Morocco ensuite, cette frontière jusqu'au point 3150N 00140E puis 3140N 00140E - 3120N 008-00W ensuite, ensuite le contour frontalier Algérie-Mauritanie, Algérie-Mali et Algérie-Niger jusqu'au point extrême Nord coordonnées 3300'42" 00'10" E puis, suite le contour frontalier Algérie-Libye, Algérie-Tunisie jusqu'au point 3300' 008'30" E puis d'intersection de la frontière Algérie-Tunisie avec la note aéronautique point 3300' 008'30" E</p> <p>MDL GND MDL</p>	<p>ALGER ACC</p> <p>ALGER ACC FIX</p> <p>ALGER FIX</p>	<p>MAGHREB CONTROLE ALGER (Fr, Es) ALGER.1 ALGER.2 ALGER.11) MAGHREB INFORMATION ALGER (Fr, Es) ALGER.3 ALGER.4 ALGER ALGER ALGER MAGHREB INFORMATION ALGER (Fr, Es) GHAIDAL BOCHAR BOUKFA ATRAR DZAMENAG DZALAH TANANFLASHEI DZANET RASSINESHAGUD INDOUCI</p>	<p>127.8 MHz 132.4 MHz 124.8 MHz (1)</p> <p>341.2 KHz 174.1 KHz 132.7 KHz 352.0 KHz 312.4 KHz</p> <p>131.8 MHz 131.0 MHz 124.6 MHz 125.4 MHz 124.6 MHz 124.6 MHz 124.6 MHz 124.6 MHz 124.6 MHz</p>	<p>1) Espace inférieur 2) Espace supérieur</p> <p>3) Hors service</p>
<p>TMA CENTRE ALGER</p> <p>1- ESPACE INFÉRIEUR Séparant de droite jusqu'au point 3120N 00130E - 3320N 0014E - 3312N 0114E 3300N 00600E - 33-0N 00600E - 334N 0113E 3120N 00130E. EL 245 -50 M GND MDL (1) Classe de l'espace aérien D</p> <p>2- ESPACE SUPÉRIEUR Mêmes limites que l'espace inférieur. EL 450 EL 245 Classe de l'espace aérien A.</p>	<p>ACC ALGER</p> <p>ACC ALGER</p>	<p>MAGHREB CONTROLE ALGER (Fr, Es)</p> <p>MAGHREB CONTROLE ALGER (Fr, Es)</p>	<p>127.8 MHz 124.8 MHz (1)</p> <p>132.4 MHz 124.8 MHz (1)</p>	<p>1) Sauf dans la zone de l'approche d'Alger</p>
<p>TMA NORD EST</p> <p>Ligne joignant les points suivants: 3300N 00600E - 3455N 00830E puis, point d'intersection de la frontière Algérie-Tunisie avec la note aéronautique puis, la frontière Algérie-Tunisie jusqu'à son intersection avec la parallèle 3448N ensuite 3448N 00600E - 3300N 00600E - 3300N 0113E.</p> <p>EL 350 -50 M GND MDL (1) Classe de l'espace aérien D.</p>	<p>ACC ALGER</p>	<p>MAGHREB CONTROLE ALGER (Fr, Es) ES</p>	<p>125.4 MHz 124.6 MHz</p>	<p>1) Sauf dans les zones délimitées à l'APPROCHE de CONSTANTINE et de ANNABA.</p>


Nom Limite: Laterale: Limite: Verticale: Classe d'espace aérien	Organe assurant le service	Indicatif langue: Région et condition d'utilisation Heures de service	Fréquences et Objet	Observation
1	2	3	4	5
<p>TMA ORAN Et Soud</p> <p>Ligne jusqu'au point d'altitude 17200' MSL - 18000' MSLM - 17200' MSLM pour la ligne droite jusqu'au point d'intersection de la route aéro-navigable avec la frontière Alger - Maroc. Le secteur le frontière Alger - Maroc est jusqu'au point d'altitude avec la limite 17200' pour être possible jusqu'au point 17200' MSLM jusqu'à la limite 18000' jusqu'au point 17200' MSLM</p> <p>EL 400 400 M GND MSL</p> <p>Classe de l'espace aérien D</p>	<p>ALG ALGER</p>	<p>MAORLEB-CONTROLE ALGER (Fr EL) HD</p>	<p>129.7 MHz</p>	<p>(a) A l'intérieur du cercle de 25 NM de rayon centré sur le point 353810N 00104440E Limite inférieure 3000 M GND MSL (b) A l'intérieur du cercle limite inférieure EL 400 3000 M GND lorsque le FC-1 se trouve à moins de 100 m GND (c) Au-dessus des zones de contrôle incluses dans les hauteurs de la zone inférieure de la TMA en fonction du plafond de ces zones</p>
<p>CTA ALGER <i>Hamid BOUMEDIENE</i></p> <p>(a) Part de cercle de 20 NM de rayon centré sur le DVOIR DME BEM 036-1430303030E (b) Part de cercle de 10 NM de rayon centré sur le DVOIR DME ALB 036-1430303030E Annulé: Espace aérien sur des zones de terres Annulé: Drapeaux jusqu'au point d'altitude 17200' MSLM et 18000' MSLM ALB et 18000' MSLM et 20000' MSLM BEM EL 400 400 M GND MSL</p> <p>Classe de l'espace aérien D</p>	<p>ALGER APPROCHE</p>	<p>ALGER APPROCHE (Fr EL) HD</p>	<p>121 - MHz</p>	<p>ALT Transition 12000</p>
<p>CTA ANNAEA <i>E. MARIJA</i></p> <p>(a) Portion de cercle de 10 NM de rayon centré sur VOR ANE 344800N 0074810E (b) Portion de cercle de 15 NM de rayon centré sur la pointe sud de l'île sur la RD-01 de VOR ANE 344800N 0074810E (c) Les tangentes extérieures communes à ces deux cercles EL 400 400 M GND MSL</p> <p>Classe de l'espace aérien D</p>	<p>ANNAEA APPROCHE</p>	<p>ANNAEA APPROCHE (Fr EL) HD</p>	<p>119.0 MHz 119.7 MHz (S)</p>	<p>ALT TRANSITION 10000</p>
<p>CTA CONSTANTINE <i>Mohamed BOUDIAF</i></p> <p>(a) Cercle de 15 NM de rayon centré sur le DVOIR DME CSO 361730N 0065610E (b) Cercle de 10 NM de rayon centré sur le DVOIR DME BIN 364617 60N 0062037.69E - Tangentes extérieures communes à ces deux cercles EL 400 400 M GND</p> <p>Classe de l'espace aérien D</p>	<p>CONST APPROCHE</p>	<p>CONSTANTINE APPROCHE (Fr EL) HD</p>	<p>120.1 MHz</p>	<p>ALT TRANSITION 10000</p>


Nom Lignes Latérales Lignes Verticales Classe d'espace aérien	Organe assurant le service	Indicatif littéral Région et conditions d'utilisation Heures de service	Fréquences et Objet	Observations
1	2	3	4	5
<p>CTA HASSIMESSAOUD Oued Irara Krim Bellatacin</p> <p>Cercle de 20 Nm de rayon centré sur le VOR DOME HME (313942N 006051E) - zone interdite EA-240 ancienn. Limite au nord ouest par radial 333° de HME et le radial 146° du sud ouest de HME.</p> <p>EL HME 491 M (HME)</p> <p>Classe de l'espace aérien: D.</p>	<p>HASSI MESSAOUD APPROCHE</p>	<p>HASSIMESSAOUD APP (Fr. En) HD-</p>	<p>121,0 MHz</p>	<p>ALT. TRANSMISSION 1150 M</p>
<p>CTA ORAN Et Sétif</p> <p>Deux arcs de cercles de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 10 NM de rayon centré sur le VOR 1006 - 10 NM de rayon centré sur le VOR 08A <p>Toujours à ces deux arcs de cercle.</p> <p>EL HME 491 M (HME) (MSL)</p> <p>Classe de l'espace aérien: E.</p>	<p>ORAN APPROCHE</p>	<p>ORAN APPROCHE (Fr. En) HD-</p>	<p>121,0 MHz</p>	<p>ALT. TRANSMISSION 1150 M</p>


BIBLIOGRAPHIE “”


 : Plan mondial de navigation aérienne par les systèmes CNS/ATM , première édition -2000 (doc 9750-AN /963)

 : Manuel sur la qualité de navigation requise (doc 9613-AN 937).deuxième édition -1999

 : Service de la circulation aérienne (services de contrôle de la circulation aérienne – services d’information de vol –services d’alertes) ANNEXE 11 a la convention relative a l’aviation civile internationale. Deuxième édition juillet 1998.

 Organisation de l’aviation civile internationale (OACI), Doc. 7030/4-EUR, Partie 1, *Règles de l’air, Services de la circulation aérienne et Recherches et sauvetage.*

 Document de la Joint Aviation Authorities (JAA) n° 2 rév. 1 AMJ 20X2 (qui sera modifié pour AMC/IEM 20X2) - « *JAA Guidance Material on the Airworthiness and Operational Criteria for the Use of Navigation Systems in European Airspace Designated for Basic RNAV Operations* ».

 La circulaire d’information 90-96 de la Federal Aviation Administration (FAA) - « *Approval of U.S. Operators and Aircraft to Operate Under Instrument Flight Rules (IFR) in European Airspace designated for Basic Area Navigation (BRNAV/RNP 5)* ».