

04/2011

Ex 2

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université de SAAD DAHLEB BLIDA
Faculté des Sciences de l'Ingénieur Département
d'Aéronautique



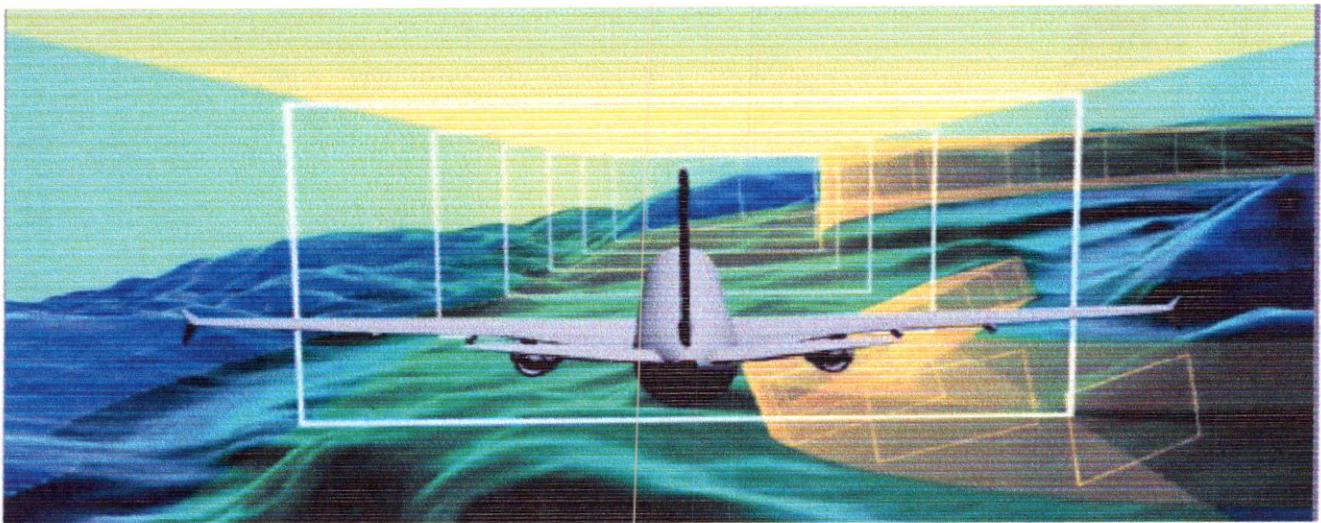
MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME
D'INGENIEUR D'ETAT EN AÉRONAUTIQUE

Spécialité : la navigation aérienne.
Option : exploitation.

04/2011
EX 2

THÈME

*Dossier d'homologation de la navigation
basée sur les performance(PBN) .*



* Réalisé par :
-Dalel Boumekhila

* Dirigés par :
- Promoteur : M^{er}. Kellal Abdenour
M^{er}.Termellil Farid
- Co-promoteur Lagha mhanned

*Année universitaire
20010-2011*

Résumés

Résumé :

Le travail élaboré donne une notion générale sur le concept de la navigation fondée sur les performances par rapport à la sécurité aérienne et donne un plan pour assuré l'harmonisation au niveau mondial pour la migration vers l'usage de la PBN.

Le concept PBN comporte deux éléments essentiels RNP et RNAV, et plusieurs applications de deux derniers durant toutes les phases de vol depuis l'en route, jusqu'à l'approche, en une harmonisation des procédures de navigation en se basant sur les performances des avions dans le but de diminué les émissions gazeuse et la nuisance sonore.

ملخص :

إن العمل المنجز يقدم نظرة شاملة على الأهمية المتزايدة عالميا لمفهوم "الملاحة القائمة على الأداء" بالنسبة إلى سلامة الطيران وتقدم خطة لضمان الاتساق والتنسيق على الصعيد العالمي للانتقال إلى استخدام الملاحة القائمة على الأداء (PBN) في العمليات الدولية والداخلية. وعلى هذا الأساس، أعدت الايكاو مفهوم الملاحة القائمة على الأداء (PBN) ويتضمن هذا المفهوم عنصرين أساسيين هما ملاحة المنطقة RNAV والأداء الملاحي المطلوب (RNP) وتجمع الملاحة القائمة على الأداء ما بين عدد من التطبيقات المتنوعة لملاحة المنطقة والأداء الملاحي المقرر وتشمل جميع مراحل الرحلة ابتداء بمرحلة أثناء الطريق لغاية مرحلة الاقتراب. ويوفر مفهوم الملاحة القائمة على الأداء إطارا متسقا وعصريا للموافقة التشغيلية لعمليات الملاحة والذي سيستخدم نظم الملاحة المتاحة وقدرات الطائرة بالإضافة الى تحسين السلامة، سيقدم هذا المفهوم منافع جمة لجهة استهلاك الوقود وتحسين السعة والمرونة في المناطق النهائية وفي معالجة المشاكل البيئية (الانبعاث والضوضاء).

Abstract:

Elaborate work gives a general vision on the performances based navigation concept on the compared to the air security and gives a plan for assured the harmonization on a world level for the migration towards the use of the PBN.

Concept PBN comprises two essential components RNP and RNAV, and several applications of the two last during all the phases of flight since on the way, until the approach, in a harmonization of the procedures of navigation while being based on the performances of the aircraft with an aim of decreased the emissions gas and noise pollution.

Bibliographie

Sommaire

Introduction	
Présentation de la compagnie	
Chapitre I	
CHAPITRE (I) PRESENTION DE L'A330-200 :	
I.1 PRESENTION DE L'A330-200.....	1
1.2 Historique :.....	1
1.3. Caractéristiques principales	1
1.3.1 Arrangement des manettes	2
1.3.2 Principaux instruments du tableau de bord	3
1.3.3 Panneaux du pilote et du copilote:.....	3
1.4 Caractéristiques techniques	5
II. le concept PBN.	
Introduction	8
II. Description de la navigation basé sur les performances.....	9
II.1. Introduction	9
II .1.1 généralités	9
II.1.3 Manuel de la navigation fondée sur les performances	9
II.1.3. Définition.....	10
II.1.4. LE concept de PBN	12
II.1.5. Principaux avantages de la PBN	13
II.1.6. Contexte de PBN	14
II.1.7. Les performances du PBN.....	15

Bibliographie

II.1.7.1. Performances Latérales.....	15
II.1.7.2. performance verticale	16
II.2. SPÉCIFICATIONS DE NAVIGATION	16
II.2.1. Contrôle des performances intégré et alerte.....	16
II.2.2. Exigences de fonctionnement de navigation	17
II.2.3. Désignation des caractéristiques de RNP et de RNAV	17
II.2.3.1.océanique, à distance, en vol et terminal	17
II.2.3.2. Approche.....	18
II.2.3.3. compréhension des désignations RNAV et RNP	18
II.2.3.4. Planification de vol des désignations de RNAV et de RNP	19
II.2.3.5. Désignations d'adabttation contradictoires de RNP.....	19
II.2.3.6. MNPS	20
II.2.3.7. Futures désignations de RNP	20
II.3. infrastructure de navaid	21
ii.4. applications de navigation	21
II.5. DÉVELOPPEMENTS FUTURS	22
II.6. Concept de l'espace aérien	22
I.6.1. Concept de l'espace aérien.....	22
II.6.1 le concept d'espace aérien et les applications de navigation.....	23
II.6.2 Le concept d'espace aérien par zone d'opérations	24
II.6.2.1 Océanique et continental éloigné	24
II.6.2.2 Espace aérien terminal : Arrivée et Départ.....	24
II.6.2.3 Approche.....	25
II.7. Conception des procédures de vol	25
II.7.1 Conception des procédures conventionnelles (Non-RNAV).....	26
II.7.2 Conception des procédures RNAV	26
II.7.3 .Conception des procédures RNP (Pré-PBN).....	27
II.7.4 Conception des procédures PBN.....	27
Chapitre III les systèmes RNP et RNAV	
III-Systèmes RNAV et RNP	29
III.1 Système RNAV	29
III.1.1 Définition	29
III.1.2 Fonction de base du système RNAV.....	29
III.1.2.1 Fonction navigation.....	32
III.1.2.2 Planification du vol	34

Bibliographie

III.1.2.3 Guidage et contrôle.....	36
III.1.3 Base de données de navigation.....	36
III.1.3.1 Gestion de la base de données de navigation.....	36
III.1.1.3.2.méthode de chargement	37
III.1.1.4. Exigences imposée sur le système RNAV	37
III.1.5 Besoins fonctionnelle de la navigation	38
III.1.6 Surveillance des capteurs	38
III.2 Système RNP	38
III.2.1 Introduction	38
III.2.2 Critères de performance de navigation	39
III.2.2.1 Précision	39
III.2.2.2 Intégrité.....	39
III.2.2.3 Disponibilité.....	39
III.2.2.4 Continuité de service	39
III.2.3 Surveillance des performances et d'alerte à bord	40
III.2.3.1 La navigation latérale	40
III.2.3.2 La navigation longitudinale.....	41
III.2.3.4 Exigences de surveillance de performance et d'alerte pour l'RNP	43
III.2.3.4.1 RNP 4, RNP 1 de base et RNP APCH	43

CH APITR IV la mise en œuvre RNP APCH

IV. Mise en œuvre RNP APCH	48
IV.1. introduction	48
.1.1. Contexte	48
IV.1.2. Objet	48
IV.2. considérations ANSP	49
IV.2.1. Infrastructure NAVAID	49
IV.2.2. Communication et Surveillance ATS	49
IV.2.3. Les clearances de franchissement d'obstacle	49
IV.2.4. Autres considérations	50
IV.2.5. Publication.....	50
IV.2.6. La formation des contrôleurs	51

Bibliographie

IV.2.7. Surveillance d'état	52
IV.2.8. Système de surveillance ATS	52
IV.3. spécification de navigation	52
IV.3.1. Contexte	52
IV.3.2. Processus d'approbation	52
IV.3.2.1 éligibilité d'aéronef.....	53
IV.3.2.2 Approbation opérationnelle	54
IV.3.2.2.1 Description d'Equipment d'aéronef	54
IV.3.2.2.2 Documents de formation	54
IV.3.2.2.3 Les manuels d'exploitation et check-lists	55
IV.3.2.2.4 les considérations Minimum Equipment List (MEL).....	55
IV.3.3. Les exigences d'aéronef.....	55
IV.3.3.1. Les performance du system, surveillance et alerte	55
IV.3.3.2 Critères pour les systèmes spécifiques de navigation	57
IV.3.3.3. Fonctionnalités Requises.....	58
IV.3.4. Procédures d'exploitation	59
IV.3.4.1 Préparation du vol.....	59
IV.3.4.2 avant de commencer les procédures	61
IV.3.4.3 Au cours de la procédure	62
IV.3.4.4 Procédures d'utilisation générale	64
IV.3.4.5 Procédures d'urgence	65
IV.3.5. Connaissance et formation du pilote:.....	65
IV.3.6. Navigation de base de données	66
IV.3.7. Surveillance des exploitants.....	67
IV.4.construction procédure.....	67
IV.4.1-Les étapes et les segments.....	67
IV.4.2 standard	67

Bibliographie

IV.4.2.1 Identification du standard.....	67
IV.4.2.2 descente standard	67
IV.4.3 Restrictions à la promulgation des procédures de RNP AR.....	68
IV.4.3.1 Erreurs d'altimètre	68
IV.4.3.2 Surface visuelle de segment	68
IV.4.4 structure de référence.....	68
IV.4.5 la largeur du segment RNP.....	68
IV.4.5.1. Les valeurs standard de RNP énumérées dans le tableau IV-1	69
IV.4.6 La longueur de segment RNP	70
IV.4.7 Changement de Largeur de segment (valeurs de RNP)	72
IV.4.8 Segment d'étape de TF	72
IV.4.8.1 constructions l'espace aérien pour les virages en survol les points de vol reliant 2 étapes TF	72
IV.5.comparaison entre le nouveau système de navigation et l'ancien	75
CHAPITRE V DOSSIER D'HOMOLOGATION PBN	
V.1 Introduction	85
V.2 Homologation PBN des aéronefs	85
V.2.1 la Précision latérale du système de bord	85
V.2.2 Critères de précision, d'intégrité et de continuité	85
V.2.3 Les fonctions minimales requises du système PBN	86
V.2.4 Approbations d'installations nouvelles ou modifiées	87
V.2.5 Installations existantes	87
V.3 critères opérationnels.....	88
V.3.1 Généralités.....	88
V.3.2 Procédures normales.....	88
V.3.2.1 Planification avant le vol	88

Bibliographie

V.3.2.2 Départ.....	89
V.3.2.3 Arrivée	91
V.4.Document d'homologation	91
V.5. Certification A/C A330-200 PBN	91

DIRECTION DES OPERATIONS AERIENNES

Décision du Ministre du Transport

Liste des figures :

Figure I.1 : configuration des manettes	2
Figure I.2 : les principaux instruments de bord.	3
Figure I.3 : les panneaux du pilote et copilote.	4
Figure I.4 : Dimensions de l'A330-200.....	6
Figure I.5 : Dimension de l'A330-200.....	7
Figure II.1. Comparaison des opérations conventionnelles et opérations PBN.....	10
FIG.II.2. Evolution de la navigation basée sur les performances	11
Figure II .3. LE concept de PBN.....	12
FIG.II.4.les performances de la navigation basée sur les performances.....	13
Figure .II .5.les différentes phases de PBN.....	14
Figure II-6: le concept de PBN.....	15
Figure II.7. Les performances latéral de PBN.....	15
Figure II-8: Les désignations de spécifications de navigation.....	18
Figure II-9: utilisation de spécification de navigation	20
Figure II .10. Concept de l'espace aérien.....	23
Figure II.11. Relations du concept PBN et du concept de l'espace aérien.....	24
Figure II.11.1 Design des procédures conventionnelles.....	26
Figure II.11.2 Design des procéduresRNAV.....	27

Figure II.12. Exemple de design des procédures (RNP APCH) et (RNP AR APCH).....	28
Figure III.1 Route conventionnelle et Routes RNAV	29
Figure.III .2. Les fonctions du System Basic RNAV.....	30
Figure.III.3.le système RNAV.....	30
Figure III.4.1.a système RNAV de base.....	30
Figure III.4.2.b système RNAV Map	30
Figure III.4.3.c système multi-capteurs simple.....	30
Figure III.4.4.d Système multi-capteurs complexe.....	30
Figure.III.5.solution du triangle RNAV.....	34
Figure .III.6.diagramme fonctionnel de système de navigation de surface	34
Figure III.7.a)Les routes RNAV (T route)	34
Figure III.7.b)les routes B-RNAV (RNP 5).....	35
Figure III.7. Les fonctions du System Basic RNAV	35
Figure .III.8: la chaine des données.....	37
Figure III.9. Exemple d'une application de la RNAV et spécifications RNP aux routes ATS et procédures aux instruments.....	38
Figure .III.10 .Le concept de l'aviation RNAV RNP.	40
Figure III .11.b) les erreurs de navigation verticale	41
Figure III .12.erreur de navigation le long de la trajectoire (95%).....	42
Figure.III.13.a) RNAV RNP est référencé à la trajectoire définie d'aéronef.....	42
Figure.III.13.b) RNP est référencé à la trajectoire désirée d'espace aérien.....	42
Figure .III.14. les erreurs de système de navigation en cas de vent	43

Figure.III.15.la distribution TSE dans les conditions normales.	44
Figure.III.16.a) les routes de navigation RNP-4.....	44
Figure.III.16.b) les routes de navigation RNP-1.....	44
Figure.III.16.c) les routes de navigation RNP-10.....	45
Figure.III.17.le développement de PBN.....	46
Figure .IV.1 .les critères de franchissement d'obstacle pour le RNP- Fly- by-turn	50
Figure.IV.2.la trajectoire de vol final.....	64
Figure IV.2.les coordonnées du système	68
Figure .IV.1.les valeurs RNP.....	69
Figure .IV.2.la largeur du segment RNP.....	69
Figure .IV.3.La réduction RNP(le segment droite et le virage)	71
Figure .IV.5 .l'augmentation RNP(le segment droite et le virage).....	72
Figure .IV.5. Le changement de valeur RNP.....	72
Figure IV-6. Petite tour a fly by fix	73
Figure. IV.7a) .la surface de franchissement d'obstacle pour le segment d'approche RF.....	74
Figure. IV .7.b) la surface de franchissement d'obstacle pour le segment d'approche interrompue RF.....	74
Figure.IV.7.c) le rayon pour le calcul de longueur de piste pour la pente.....	74

Liste des tableaux :

Tableau.III.1.les valeurs de navigation de spécification.....	45
Tableau.III.2.comparaison de spécification de la navigation.....	46
Tableau.III.3.la publication de répercussions du manuel PBN sur les matières EASA.....	47
Organigramme V.1 : Certification A/C A330-200 RNP.....	92

NAVIGATION GÉNÉRALE.

La navigation aérienne est passée des cartes, des chronomètres et des sextants aux aides de navigation au sol (radiophares non directionnels « NDB » et radiophares omnidirectionnels VHF « VOR ») et aux systèmes autonomes de navigation, comme les systèmes de navigation par inertie (INS) et les systèmes spatiaux (par exemple, le GPS). En 1979, l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) a publié des spécifications de performances minimales de navigation (MNPS) pour l'Atlantique Nord, amorçant ainsi l'harmonisation en matière de navigation. L'objectif consistait à normaliser les performances de navigation des avions traversant l'Atlantique de l'Amérique du Nord vers l'Europe, afin de gérer la circulation aérienne de façon sûre et efficace et d'accroître la sécurité. En fixant une vitesse de croisière exprimée en nombre de Mach et en spécifiant un niveau de précision du système de navigation (initialement, la précision positionnelle requise permettait un espacement latéral de 60 NM et un espacement longitudinal de 60 NM entre avions), on pouvait espacer les avions de façon plus efficace, épargnant ainsi temps et carburant aux exploitants aériens. Le ciel devenant plus encombré et les distances parcourues s'allongeant au fil des ans, une plus grande précision en matière de navigation s'est avérée nécessaire, non seulement dans l'espace aérien océanique, mais également dans l'espace aérien intérieur. L'ancienne tolérance à l'égard des erreurs de navigation a cédé à l'obligation « d'être pile au bon moment et au bon endroit », en raison de l'espace aérien Achalandé, ce qui a mené à l'élaboration de spécifications de navigation additionnelles pour des types spécifiques d'espace aérien.

Initialement, les autorités de l'aviation civile réglementaient la capacité de navigation des avions en exigeant l'emport d'unités de navigation spécifiques (p. ex., VOR ou équipement de mesure de distance « DME »). Puis, l'utilisation du système de navigation de surface (RNAV) est devenue courante dans les années 1970. Ces premières unités utilisaient des entrées de systèmes de navigation à longue portée (OMEGA, LORAN) et des aides de navigation au sol pour fixer la position d'un avion. La baisse du coût des INS autonomes a grandement augmenté leur utilisation et a amélioré la précision positionnelle. Ce niveau supérieur de précision et de fiabilité a permis l'élaboration et la mise en service de systèmes très sensibles utilisant des données provenant de capteurs multiples. Aujourd'hui, les systèmes de gestion de vol (FMS) intègrent des constellations de satellites de navigation, des plates-formes de référence inertielle et des aides de navigation au sol pour déterminer la position d'un avion. Un exemple de capteur autonome à capacités intégrées serait une combinaison GPS-centrale inertielle de référence (IRU).

Les premières techniques de navigation permettaient littéralement une erreur de position des aéronefs de plusieurs milles. Les systèmes actuels peuvent déterminer une position à beaucoup moins d'un mille près. Ces avancées technologiques ont permis la création de nombreux niveaux différents de précision, de redondance et de surveillance des performances possibles d'un système. La RNAV a évolué en qualité de navigation requise (RNP), laquelle s'est maintenant transformée en concept de navigation fondée sur les performances (PBN) de l'OACI. La RNP et la RNAV sont des sous spécifications de la PBN.

Dans l'initiative PBN de l'OACI, la navigation est définie sur la base d'exigences opérationnelles. Ce concept permet que la technologie évolue avec le temps sans exiger un processus de certification spécifique et coûteux pour chaque opération nouvelle, ce qui n'est pas le moindre de ses avantages. Les exploitants ont une série limitée de spécifications de navigation applicables mondialement, conçues pour appuyer des profils de routes économes en carburant, répondre à des programmes de réduction du bruit, s'accommoder des problèmes de terrain et, à long terme, réduire les coûts afférents à l'infrastructure conventionnelle basée au sol. L'avènement de la PBN, combinée à de nouvelles technologies de communication, de surveillance et de gestion de la circulation aérienne, nous permettra de changer notre perception de l'espace aérien.

Le travail que nous entamons consiste essentiellement à la préparation d'un dossier d'homologation et d'exploitation PBN pour un type d'aéronef bien déterminé à savoir A330-200.

Dans cette logique nous commencerons évidemment par présenter l'aéronef en question.

Au fur et à mesure des chapitres de cette étude les avantages sensés être tirés de l'exploitation des procédures PBN apparaîtra plus distinctement.

Les questions qui ont été posées lors de l'élaboration de ce mémoire sont :

Est ce que la mise en œuvre de la PBN est nécessaire pour les compagnies Algérienne?

En matière d'équipements, sont-ils à la portée des compagnies nationales?

Quelles sont les exigences pour satisfaire la mise en œuvre de la PBN ?

Dans le cadre de l'étude d'homologation de la PBN on a suivi le plan de travail suivant :

Introduction générale,

➤ Description de A330-200,

➤ Concept de la PBN,

➤ Les systèmes RNP et RNAV,

➤ Mise en œuvre de RNP APCH,

➤ Dossier d'homologation PBN, et on termine par une conclusion.

CHAPITRE I

PRESENTATION DE

L'A330-200

I.1 PRESENTION DE L'A330-200 :

L'Airbus A330 est un avion de ligne long-courrier de moyenne capacité construit par l'avionneur européen Airbus. Il partage son programme de développement avec l'Airbus A340 avec la différence qu'il s'attaque directement au marché des avions biréacteurs. L'A330 partage avec cet appareil le fuselage et les ailes, fuselage qui lui-même est en grande partie emprunté à l'Airbus A300 tout comme le cockpit dont la conception est partagée avec l'A320.

I.2 Historique :

L'A330-200 a été développé après le -300, il a effectué son premier vol en 1995. Comparé au -300, il a un fuselage plus court de 5 mètres (identique à celui de l'A340-200), ce qui se traduit bien sur par une réduction de l'emport de passagers, mais l'emport de carburant est par contre largement accru. L'autonomie y gagne 2000 km. Cet appareil répond donc à la demande créée par la multiplication des vols directs intercontinentaux, il répond au 767-300ER de Boeing

I.3 Caractéristiques principales :

Les caractéristiques principales sont communes avec ceux développées pour les familles A320 et A340 :

- Les autres dispositifs évoluent directement des concepts présentés avec la famille A300/A310 :
 - contrôleurs sidestick qui laissent les instruments principaux du panneau, dégagé
 - six unités de visualisation (DU) interchangeables, permutables et intégrés dans la même architecture du système (EFIS/ECAM).

- disposition ergonomique des panneaux, disposée d'une manière synoptique selon la fréquence de l'utilisation (normal, anormal, urgence) à portée de la main et visibilité pour les deux membres d'équipage
- philosophie des panneaux (par exemple, "lumières hors" de la philosophie pour panneau supérieur)
- principes de présentation d'information ("besoin de savoir" concept)
- surveillance des systèmes par ECAM
- système logique du codage de couleur pour les EFIS, ECAM et les voyants.

I.3.1 Arrangement des manettes :

- les manettes sont installés sur les consoles latérales par rapport au pilote et au copilote.
- Un accoudoir réglable de pivot duel derrière chaque manette pour faciliter la commande est adapté sur chaque siège, avec des indicateurs de position.

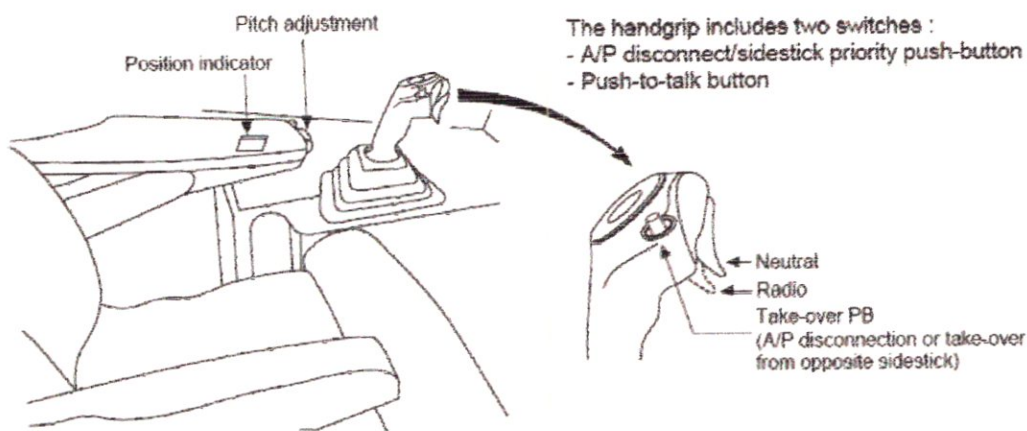


Figure I.1 : configuration des manettes.

I.3.2 Principaux instruments du tableau de bord :

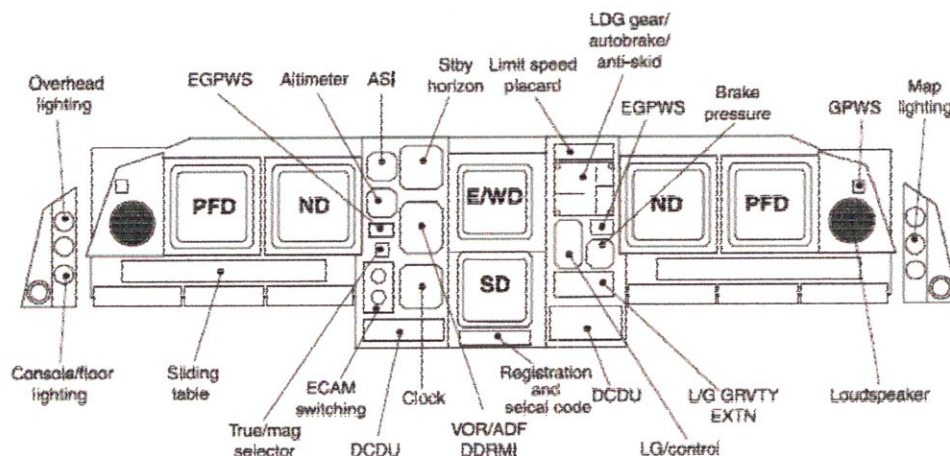


Figure I.2 : les principaux instruments de bord.

I.3.3 Panneaux du pilote et du copilote:

- Les panneaux du PILOTE et du CO-PILOTE sont des images de miroir de chacun : tous les deux incorporent deux côte à côte unités de visualisation (DU) (7.25 dans x 7.25 dedans) :

Un affichage primaire de vol (**PFD**)

Un affichage de navigation (**ND**).

- Cet arrangement fournit :

- une meilleure visibilité sur tout le DU dans la configuration normale et dans le cas de reconfiguration (ND de PFD ou ND de ECAM)

- l'option pour installer une table de glissement et un repose-pieds à l'avant de chaque pilote.

- **Le PFD** inclut le T de base complet avec :

- attitude

- airspeed/Mach (avec toutes les limites supérieures et inférieures)

- vitesse d'altitude/vertical

- titre

- statut d'AFS

- ILS déviation/marker
- altitude par radio.
- Le mode ROSE (ILS, VOR ou NAV) : symbole d'avion dans le centre d'écran, avec la disponibilité du radar
- mode d'ARC : se dirigeant vers le haut, horizon limité au secteur 90 vers l'avant, avec la disponibilité du radar
- mode PLAN : haut du nord, affichage a porté sur le but choisi.
- Affichage de moteur : en cas d'échec total DMC/ECAM, chaque pilote peut montrer la page ENG STBY sur son ND.

Note : En Rose-Nav, les modes ARC, et PLAN, les cartes des données du FMS sont présentées.

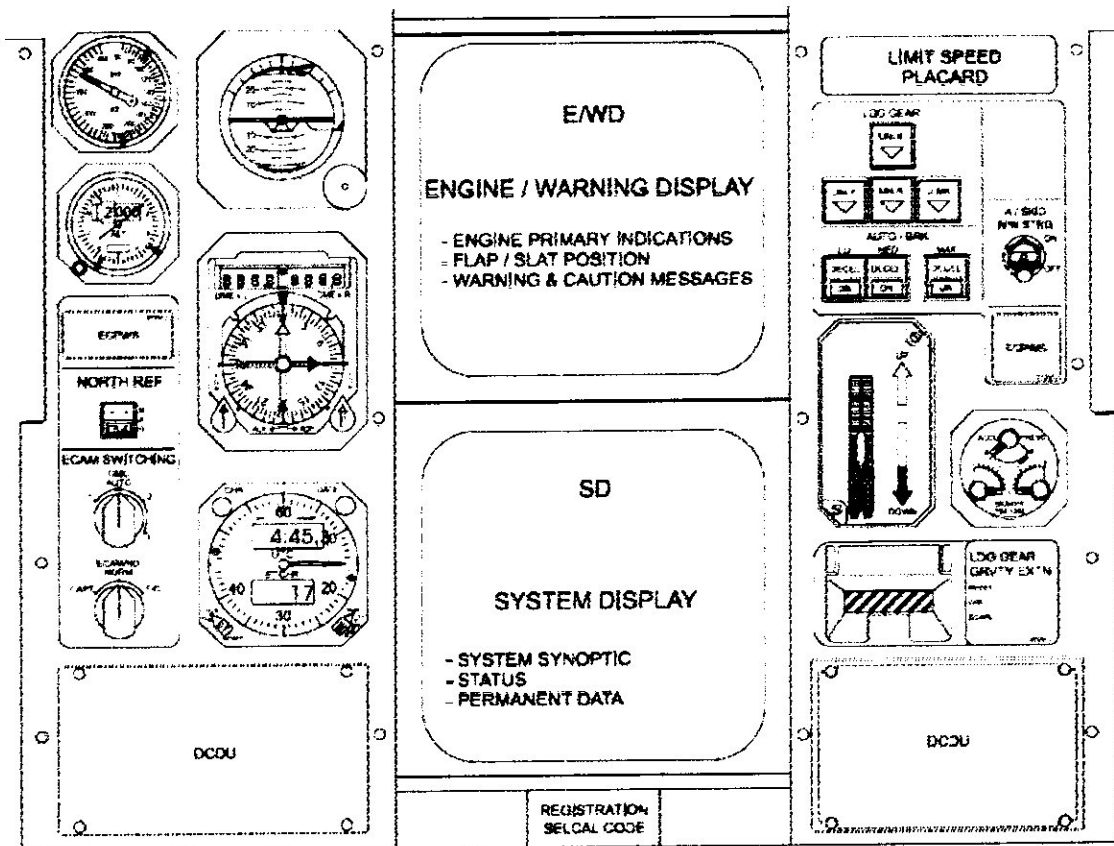


Figure I.3 : les panneaux du pilote et copilote.

I.4 Caractéristiques techniques :

Les caractéristiques techniques de cet appareil sont les suivantes :

Dimensions

Longueur 58,8 m

Envergure 60,3 m

Hauteur 17,4 m

Aire des ailes 361,6 m²

Masse et capacité d'emport

Max. à vide 120 tonnes

Max. au décollage 230 tonnes

Nombre de places 295 en 3 classes à 335 en 2 classes

Motorisation

Deux General Electric CF6-80E1, ou Deux Pratt & Deux Whitney PW4000 ou

Rolls-Royce RR Trent 700

Poussée unitaire CF6 : 300,3 kN, PW4000 : 286,7 kN, Trent700 : 302,5 Kn

Performances

Vitesse de croisière 860 km/h

Vitesse maximale 880 km/h

Vitesse mach 0.86

Autonomie 12500km (A330-200)/ 10500km (A330-300)

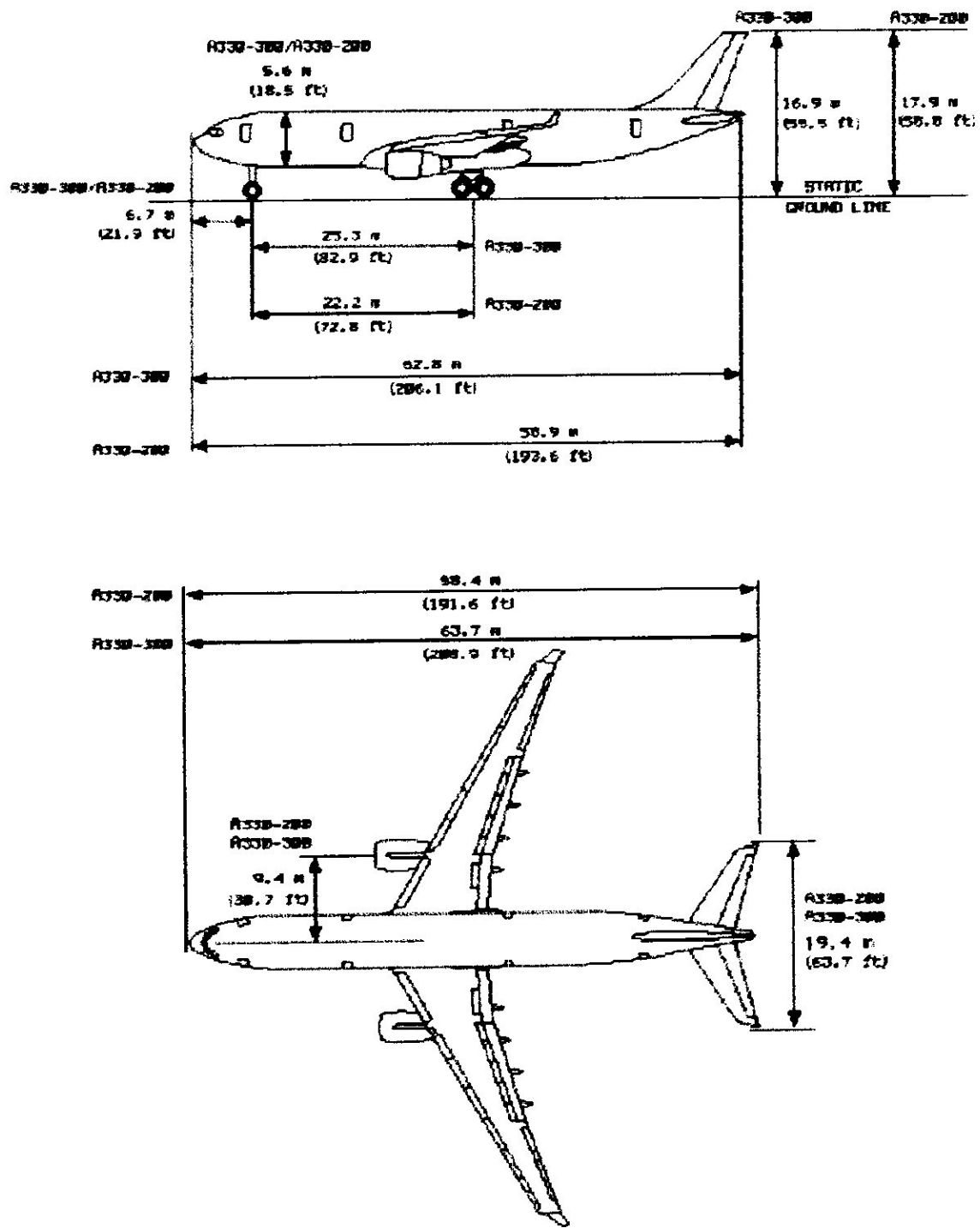


Figure I.4 : Dimensions de l'A330-200.

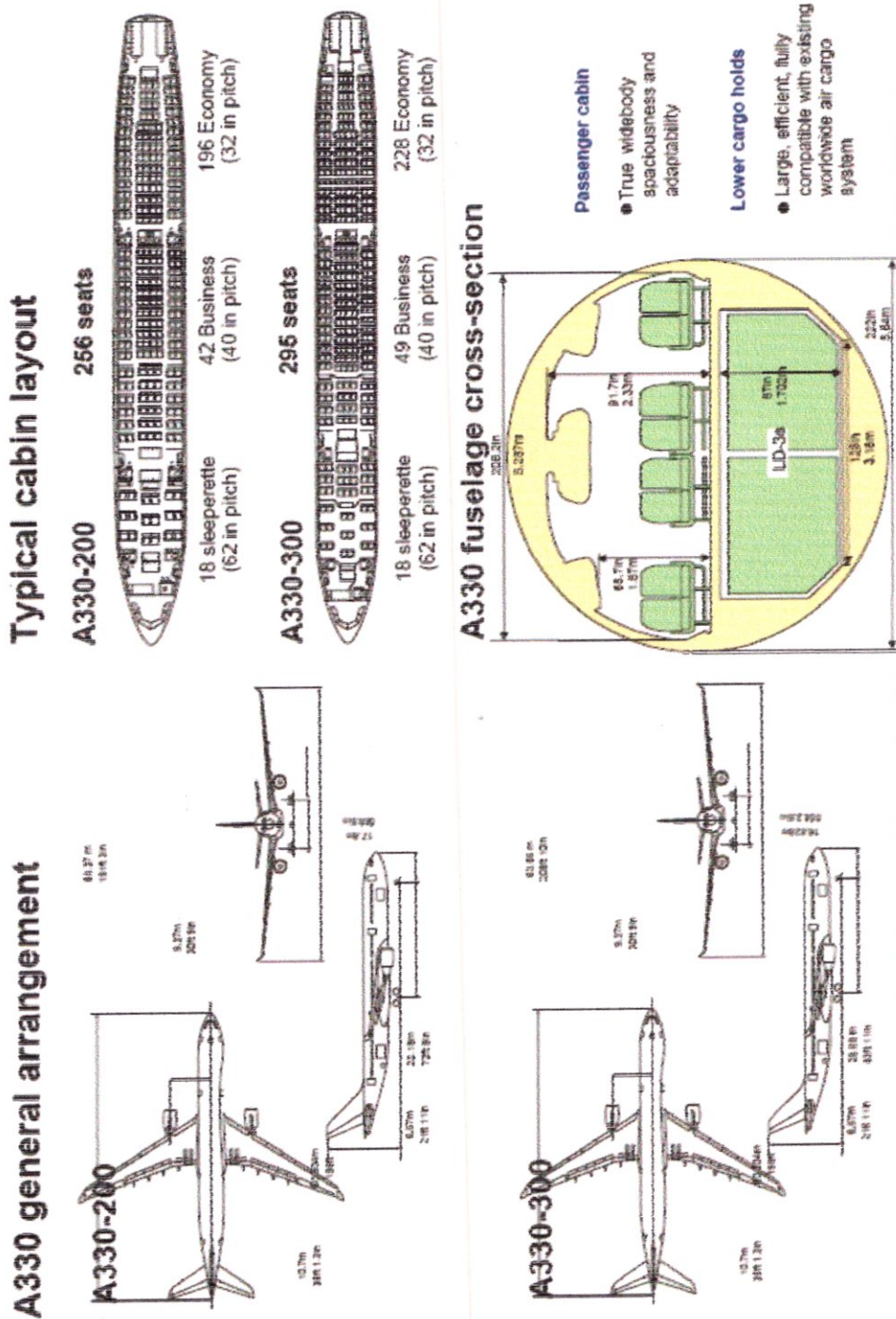


Figure I.5 : Dimension de l'A330-200

CHAPITRE II
LE CONCEPT
PBN

1. INTRODUCTION :

La densité de trafic est limitée par des séparations verticales et horizontales des avions, imposées par des procédures actuelles de navigation liées aux performances des équipements au sol et à bord des avions .

En raison de l'accroissement du trafic aérien dans des secteurs spécifiques, l'espace aérien devient saturé. Ceci rend nécessaire une réduction de séparation d'avions tout en maintenant au moins, l'équivalent le niveau de la sécurité. Les systèmes de navigation récents offrent la représentation exigée de navigation pour atteindre cet objectif, en même temps que l'accroissement de la flexibilité d'acheminement.

La réduction de séparation d'avions avec le niveau requis de la sécurité, exige pour les constructeurs, administrateurs de l'espace aérien et opérateurs de démontrer la conformité à nouvelles normes visées comme :

réduction de séparation verticale Minimale (RVSM), et performance requise de navigation (RNP).

Une autre tendance moderne de navigation comporte le développement des procédures d'instrument qui ne sont pas basés sur les NAVAIDS (radio conventionnels). Ce type de navigation s'appelle Area Navigation ou RNAV. Il peut être employé en route, en association avec le concept de RNP, mais également pour des procédures d'approche terminales et d'instrument de navigation sur zone.

II. Description de la navigation basé sur les performances:

II.1. INTRODUCTION :

II.1.1 Généralités :

Le concept de la navigation basé sur les performances (PBN) définit les exigences de performances de système RNAV en termes d'exactitude, de l'intégrité, de la disponibilité, de la continuité et de la fonctionnalité, requises pour les opérations proposées dans le contexte d'un espace aérien particulier, de soutenu par l'infrastructure appropriée de navigation de ce contexte.

Les performances requises sont identifiées dans les spécifications de navigation, qui aussi identifiées le choix des capteurs de navigation et les équipements devant être utilisé pour avoir les performances requises.

II.1.3 Manuel de la navigation fondée sur les performances :

Ce nouveau manuel OACI de navigation fondée sur les Performances (Doc 9613- AN/937) a été développé comme une évolution et en remplacement du manuel sur la performance de navigation requise (RNP). Ce manuel a pour but de soutenir l'effort d'harmonisation lors de l'introduction de spécifications de navigation utilisant la méthode de navigation de surface (RNAV) pour l'ensemble des phases de vol.

Le manuel de la navigation fondée sur les performances est divisé en deux Volumes :

Le volume 1: Le Volume I du Manuel sur la PBN contient des renseignements sur les concepts liés à la PBN et sur les spécifications générales de mise en œuvre.

- **La partie A** fournit une description détaillée du concept PBN, du concept d'espace aérien en relation avec la PBN.

- **La Partie B** fournit des indications détaillées sur la façon de mettre en œuvre la PBN suivant trois processus:

a) **Processus 1** - La détermination des exigences,

b) **Processus 2** - Détermination de la spécification de navigation de l'OACI pour la mise en œuvre,

c) **Processus 3** - Planification et mise en œuvre.

Le volume 2 : contient des informations générale relatives à toutes les spécifications de navigation, ainsi que les spécifications de navigation pour chaque opération.

- **La partie A** fournit des détails sur l'utilisation et la portée de la spécification de navigation, le suivi de performances à bord et d'alerte et l'évaluation de la sécurité.

-La partie B fournit des détails sur la mise en œuvre des opérations ne nécessitant pas le suivi de performances à bord et d'alerte (spécifications RNAV)

- La partie C fournit des détails sur la mise en œuvre des opérations qui ne nécessitant pas le suivi de performances à bord et d'alerte (spécifications RNP)

II.1.3. Définition

La navigation fondée sur les performances (PBN) est définie comme étant un type de navigation de surface (RNAV) faisant l'objet de performances de navigation obligatoires prescrites dans des spécifications de navigation.

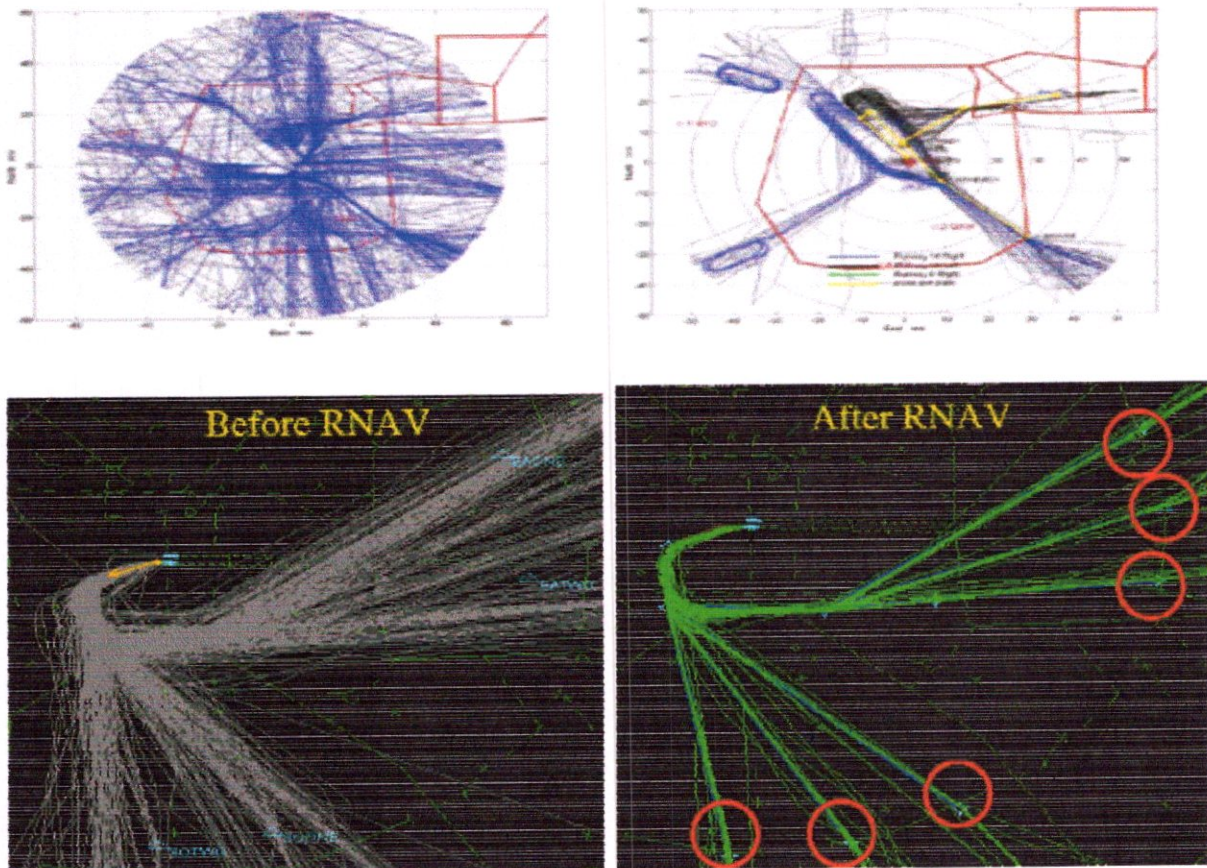


Figure II.1. Comparaison des opérations conventionnelles et opérations PBN

La (figure I.1) démontre les efficacités qui peuvent être réalisées quand une Conception PBN est mise œuvre. Des milliers de voie peuvent être sensiblement Réduits, et en économisant du temps, carburant, et émissions. En plus, les zones Sensibles au bruit peuvent être évitées.

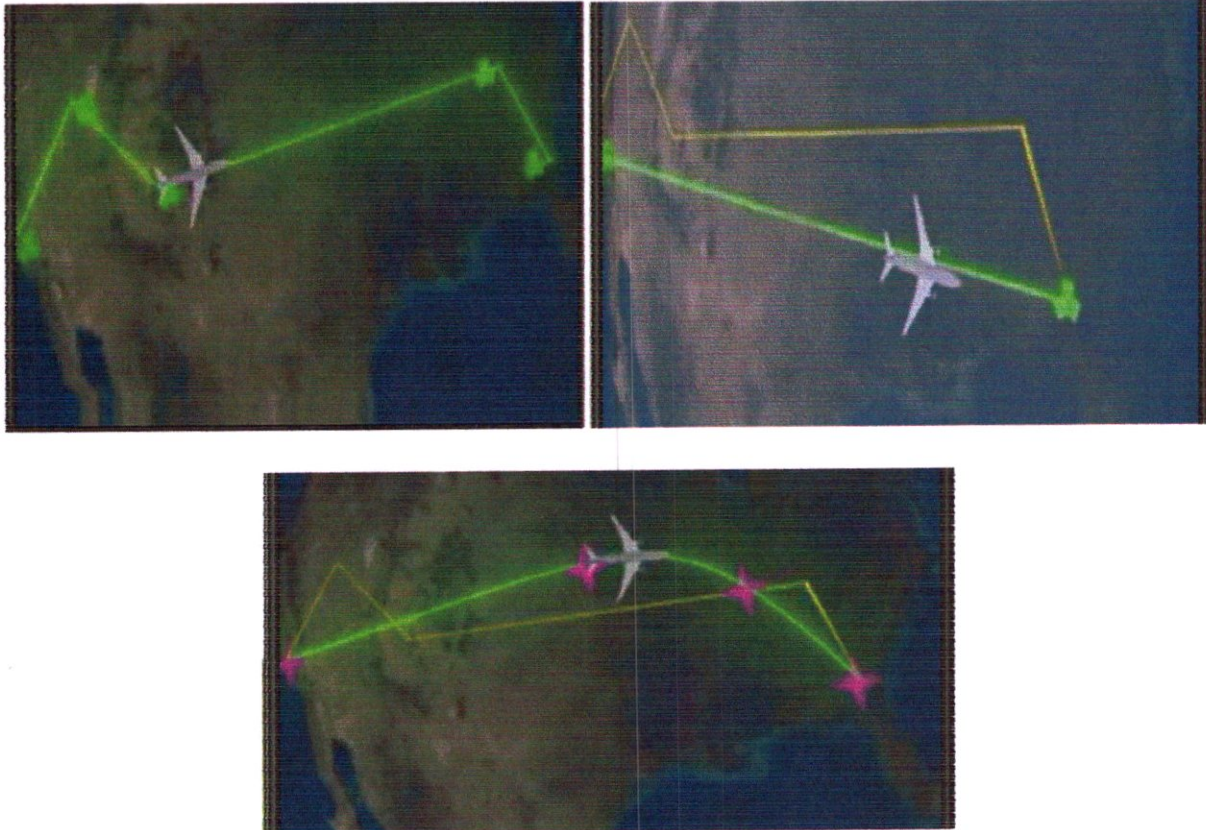
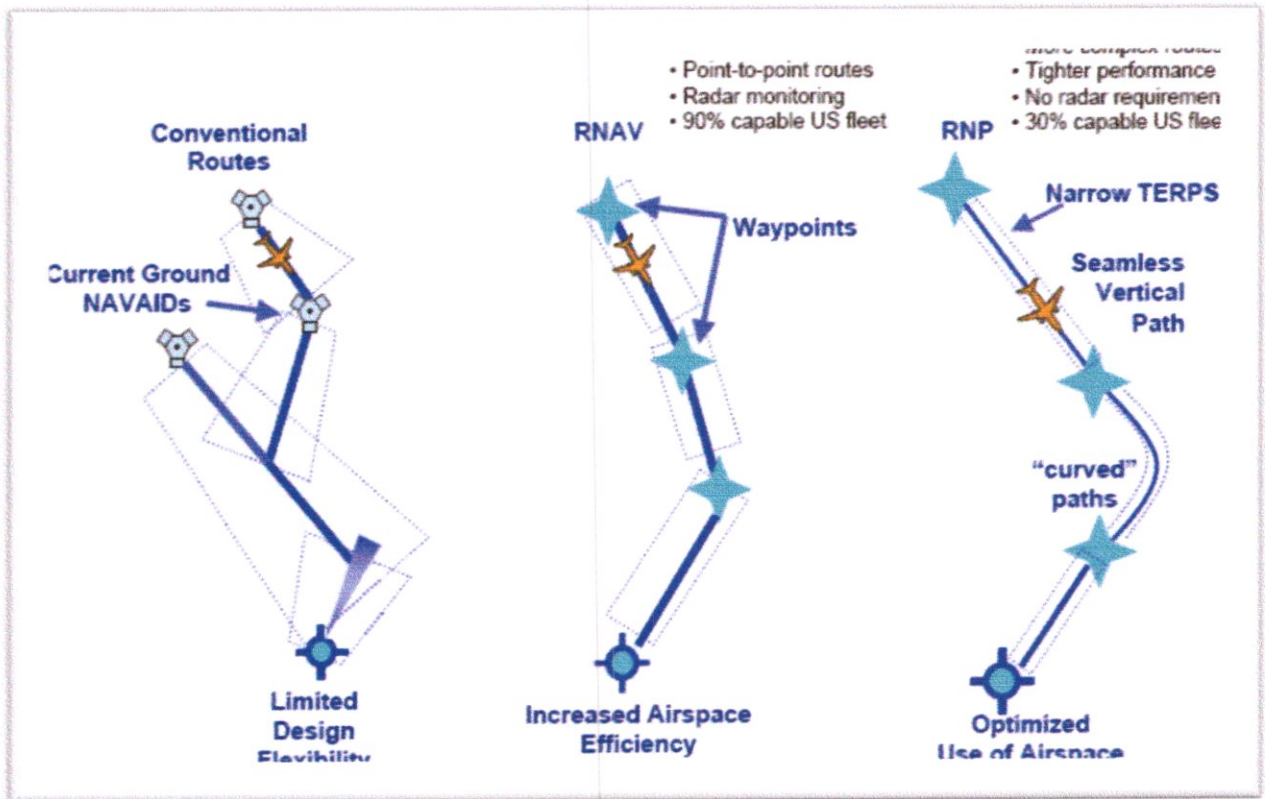


FIG.II.2. Evolution de la navigation basée sur les performances .

II.1.4. LE concept de PBN :

Le concept PBN de L'OACI identifie un composant connu comme l'application de navigation qui est activée par deux sous composantes : l'infrastructure de navigation et la spécification de navigation.

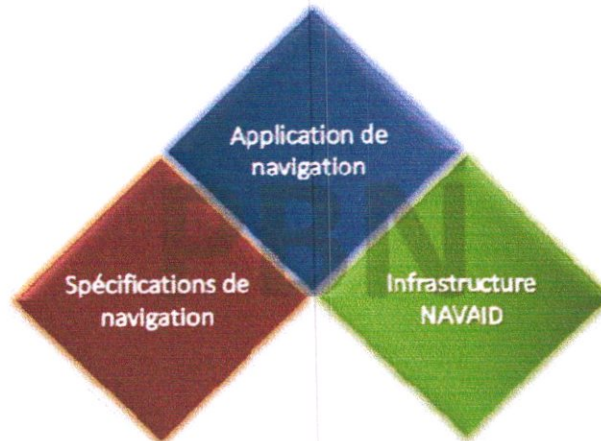


Figure II .3. LE concept de PBN

Dans ce contexte, le concept PBN représente un décalage du capteur basé sur le PBN.

Ces spécifications de navigation sont définies à un niveau de précision suffisant pour faciliter l'harmonisation globale par fourniture de guidage spécifique d'exécution pour les états et les opérateurs.

Les exigences génériques de navigation sont définies et basés sur les exigences opérationnelles de PBN.

Les opérateurs peuvent alors évaluer des options en ce qui concerne des technologies et les services disponibles de navigation , cela a pu permettre à ces conditions d'être rencontré. La solution choisie serait la plus rentable pour l'opérateur plutôt qu'une solution imposée en tant qu'élément des conditions opérationnelles. Les technologies peuvent évoluée au fil du temps sans exiger de l'opération elle-même soit revisitée tant que les performances requises fourni par le système RNAV sont présentes.

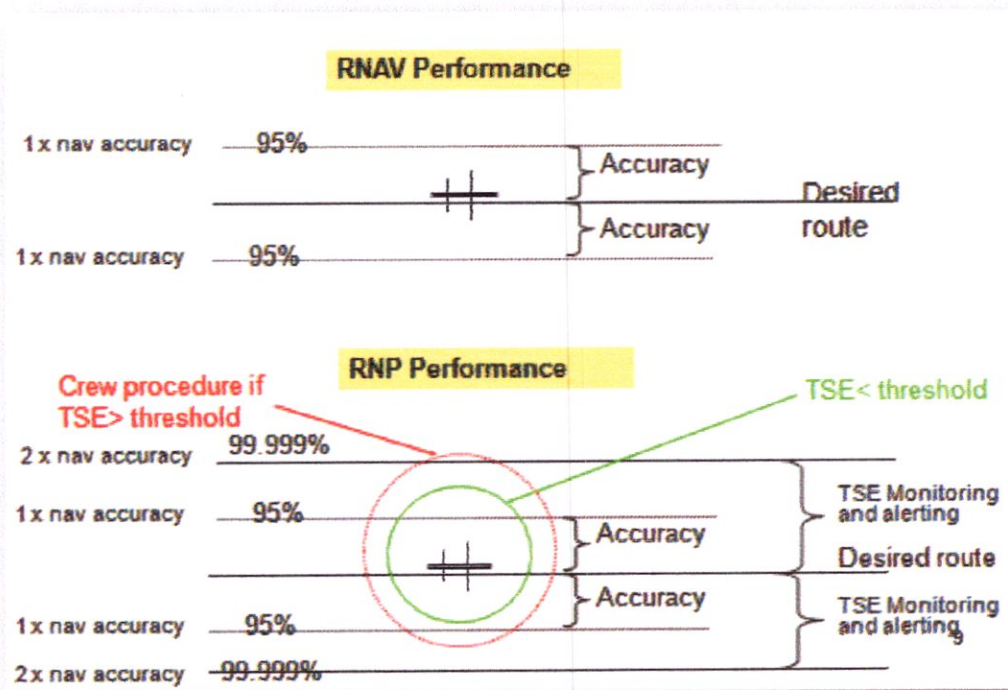


FIG.II.4.les performances de la navigation basée sur les performances.

II.1.5. Principaux avantages de la PBN :

PBN offre un certain nombre d'avantages par rapport à la méthode capteur spécifique de développement de l'espace aérien et critères de dégagement d'obstacle :

a) Réduire le besoin de maintenir les itinéraires et les procédures capteur spécifique, et leurs coûts associés. Par exemple, le déplacement d'une installation simple VOR au sol entrainer des douzaines de procédures, en tant que cette VOR soit employé sur des routes, des approches de VOR, en tant qu'élément des approches interrompus, etc. ajoutant, les nouveaux procédures capteur spécifique composeront ce coût, et la croissance rapide dans les systèmes de navigation disponibles rendrait bientôt les routes spécifiques du système et les procédures hors de prix.

b) Évite le besoin de développement des opérations capteur spécifique avec chaque nouvelle évolution de systèmes de la navigation, dont ces coût seraient prohibitifs.

L'expansion des services de navigation satellitaires est prévue pour contribuer à la diversité continue des systèmes de RNAV dans différents avions.

L'équipement de base original de GNSS est en évolution due aux augmentations de SBAS, GBAS et GRAS, alors que l'introduction de Galileo et la modernisation de GPS et le GLONASS amélioreront plus les performances. L'utilisation de l'intégration de GNSS/inertiel est en plein expansion.

- c) Permet une utilisation plus efficace de l'espace aérien (les placements Des routes, efficacité énergétique, réduction du bruit).
- d) Clarifie la manière dans laquelle des systèmes de RNAV sont employés.
- e) Facilite le processus d'approbation opérationnel pour des opérateurs en fournissant un ensemble limité de spécifications de navigation prévues pour l'usage global.

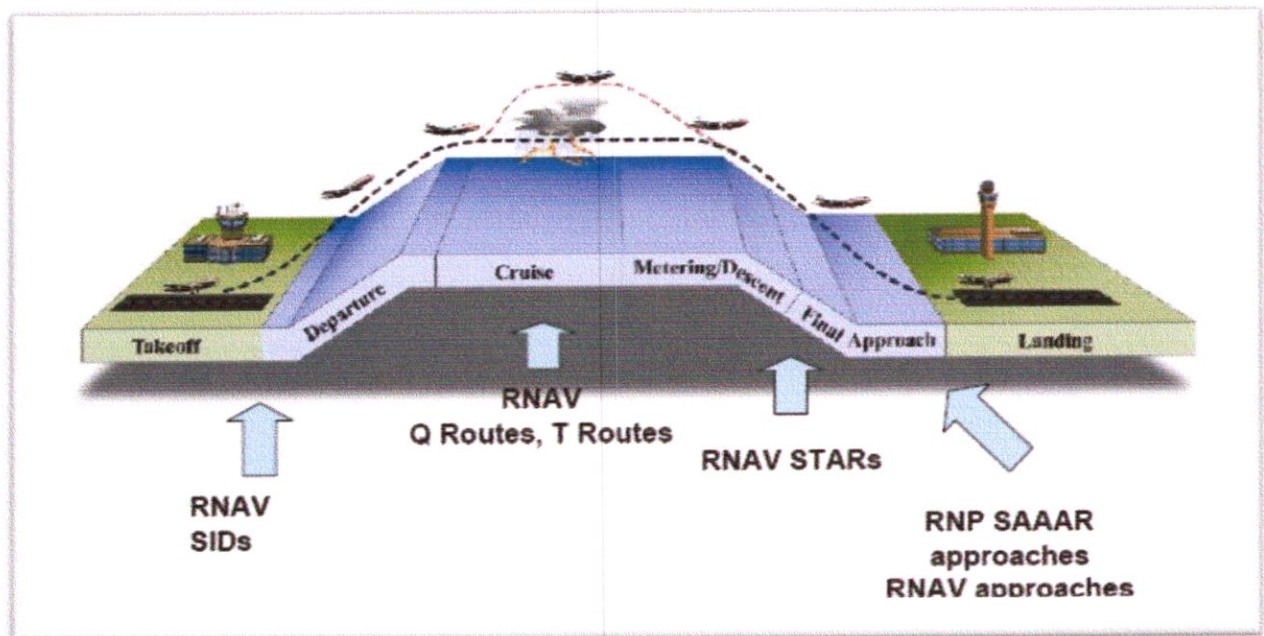


Figure .II .5.les différentes phases de la navigation basée sur les performances.

II.1.6.Contexte de PBN :

PBN est l'un des plusieurs composants d'un concept de l'espace arien. Les communications, la surveillance d'ATS et ATM sont des éléments essentiels d'un concept de l'espace arien. Ceci est démontré sur le schéma 1-1.

Le concept de la navigation basée sur les performances (PBN) se fonde sur l'utilisation de système de navigation de surface (RNAV).

Il y a deux composants d'entrée pour l'application de PBN :

- a) l'infrastructure de NAVAID .
- b) les spécifications de navigation Appliquer ces composants dans le cadre du concept de l'espace aérien aux routes d'ATS et les Résultats de procédures d'instruments dans un troisième composant.
- c) l'application de navigation

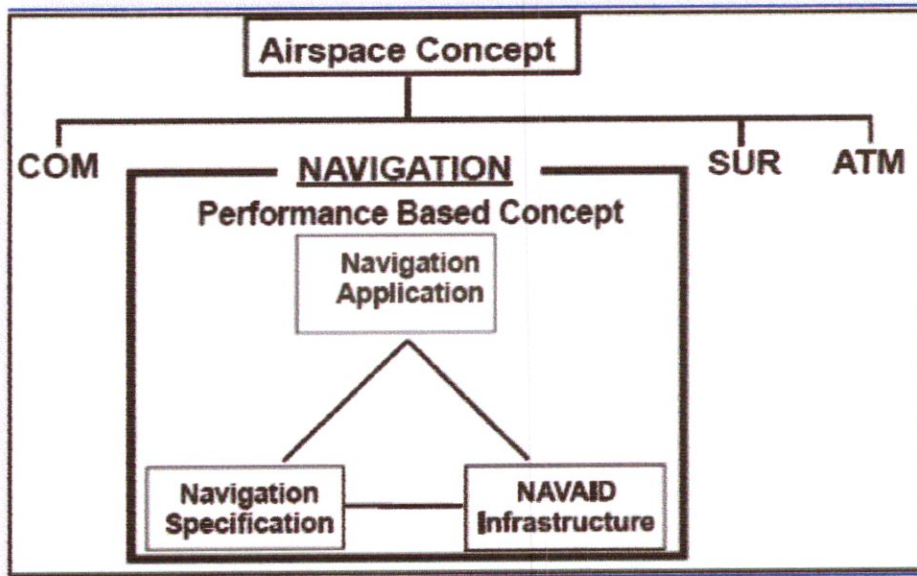


Figure II-6: Performance Based Navigation Concept

II.1.7. Les performances du PBN:

II.1.7.1. Performances Latérales:

Pour des raisons de légale liées au concept précédent de RNP, PBN est actuellement limité aux opérations avec des performances latérales requises et les contraintes de temps. Pour cette raison, opérations avec la les performances et angulaire latérales requises (des opérations d’approche et atterrissage)

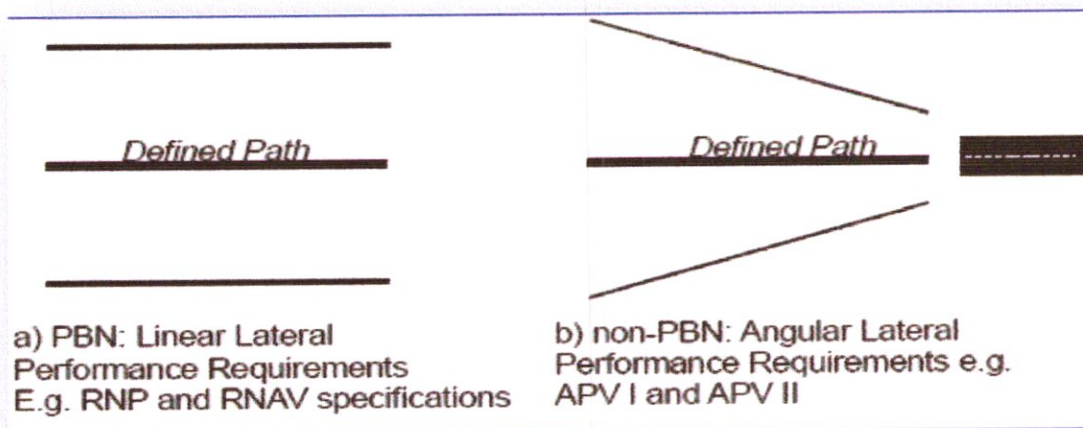


Figure II.7. Lateral Performance Requirements for PBN

II.1.7.2. performance verticale :

Là n'est ni une alerte sur l'erreur de position verticale ni y a il a trompe des relations entre un 95% a exigé l'exactitude de système totale et la limite de représentation. Par conséquent, le VNAV barométrique est RNP vertical non considéré. RNP vertical sera adressé dans une future édition de ce manuel.

Il n'ya ni alerte sur l'erreur de position verticale ni une relation entre la précision du système 95 % et les limites de performance.

Par conséquent, le VNAV barométrique n'est pas considère comme RNP verticale.

II.2. SPÉCIFICATIONS DE NAVIGATION :

Les spécifications de navigation sont employées par un état comme base du développement de leur matériel pour l'aptitude au vol et l'approbation opérationnelle.

Des spécifications de navigation détaillent de quelle performance de système RNAV est exigé en termes d'exactitude, intégrité, disponibilité et continuité ;

Quelles fonctionnalités de navigation le système RNAV est exigé pour avoir les performances requises.

Quelles capteurs de navigation doit être intégré dans le système RNAV afin de réaliser les performances requises ?

Quelles exigences sont placées sur les équipements des avions afin de réaliser les performances requises des avions et du système RNAV ?

Des spécifications de navigation sont des spécifications de RNP ou des spécifications de RNAV.

Des spécifications de RNP inclut une exigence pour le contrôle des performances d'un seul bloc intégré et alerter tandis que les spécifications RNAV ne l'ont pas.

II.2.1. Contrôle des performances intégré et alerte:

Le contrôle des performances intégré et l'alerte est l'élément principal qui détermine si le système de navigation est conforme au niveau nécessaire de sécurité associé à une application de RNP ; il relate à chacun des deux performances de navigation latérale et longitudinale.

Le contrôle des performances intégré et l'alerte permet à l'équipage d'aéronef de détecter que le système de navigation n'est pas la réalisé, ou ne peut pas

garantir une intégrité de 10⁻⁵, les performances de la navigation requise pour l'opération.

Les systèmes de RNP apportent des améliorations sur l'intégrité de l'opération ; ceci peut permettre un espacement plus étroit des routes et peut fournir l'intégrité suffisante pour permettre seulement à des systèmes de RNAV d'être utilisé pour naviguer dans un espace aérien spécifique. L'utilisation des systèmes de RNP peut donc offrir les avantages significatifs de sécurité, et d'efficacité.

II.2.2. Exigences de fonctionnement de navigation :

Les spécifications RNAV et RNP contiennent des exigences pour certaines fonctionnalités de navigation.

Au niveau de base, ces conditions fonctionnelles peuvent inclure :

- a) Indication continue de position d'avions d'être montré au pilote sur un affichage de navigation situé dans son champ de visuel primaire
- b) Affichage de la distance et de le cap (TO) au point de navigation actif
- c) Affichage de la vitesse-sol ou du temps (TO) au point actif
- d) Fonction de stockage de données de navigation.
- e) Indication appropriée de panne du système RNAV, et des capteurs.

Des spécifications les plus sophistiquées de navigation incluent les exigences pour des bases de données de navigation et la capacité pour exécuter des procédures de base de données.

II.2.3. Désignation des caractéristiques de RNP et de RNAV :

II.2.3.1. océanique, à distance, en vol et terminal :

Pour des opérations océanique, à distance, en route et terminales, les spécifications de RNP sont indiquées comme RNP X par exemple. RNP 4. Les spécifications de RNAV sont indiquées comme RNAV X, par exemple RNAV 1. Si deux caractéristiques de navigation partage la même valeur pour X, elles peut être distingué au moyen d'un préfixe. par exemple Advanced-RNP 1 et Basic-RNP 1.

Pour des désignations de RNP et de RNAV l'expression ' X' se rapporte à la précision latérale de navigation en nautiques miles qui est attendu pour être réalisé au moins 95 pour cent du temps de vol par l'ensemble des avions fonctionnant dans l'espace aérien , les routes ou la procédure.

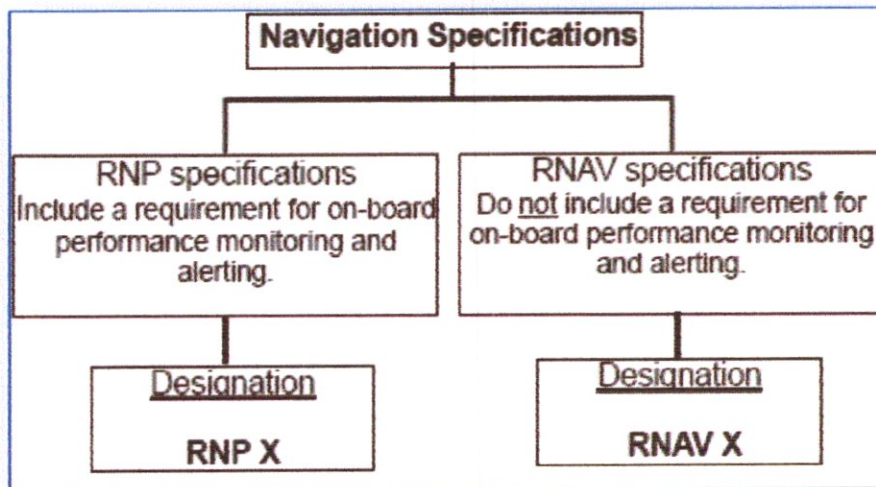


Figure II-8: Navigation Specifications designations excluding those used on Final Approach

II.2.3.2. Approche:

Les spécifications de navigation d'approche couvrent tous les segments de l'approche aux instruments. Les spécifications RNP sont indiquées en utilisant RNP comme préfixe et suffixe textuel abrégé par exemple RNP APCH ou RNP AR APCH. Il n'y a aucune caractéristique d'approche de RNAV.

II.2.3.3. compréhension des désignations RNAV et RNP :

DANS ce cas l'approche de précision est utilisée comme partie de désignation de spécification de navigation, on doit noter que la précision de navigation est l'un des plusieurs exigences de performance incluse dans les spécifications de navigation voir exemple 1.

Exemple 1

Une désignation de RNAV 1 se rapporte à des spécifications de RNAV qui incluent une condition pour 1 NM de précision de navigation parmi beaucoup d'autres performances requises.

Bien que la désignation RNAV 1 se permette de suggérer que 1 NM de précision de navigation (latérale) soit le seul critère de performances exigé, ceci n'est pas le cas.

Comme toutes les caractéristiques de navigation, les spécifications de RNAV 1 incluent tous les exigences de système de navigation pour Les équipages des aéronefs.

Puisque les spécifications des performances requises sont définies pour chaque spécification de navigation, un avion approuvé avec des s RNP n'est pas automatiquement approuvé avec toutes les spécifications RNAV.

De même, les avions approuvés avec des spécifications RNP ou RNAV ayant les exigences rigoureuse de précision (par exemple des spécifications RNP 0,3) ne sont pas automatiquement approuvés pour des spécifications de navigation ayant des exigences de précisions moins rigoureuses (par exemple RNP 4).

Il peut sembler logique, par exemple, qu'un avion approuvé pour Basic RNP-1 soit automatiquement approuvé pour RNP-4 ; cependant, ce n'est pas le cas. Les avions approuvés aux exigences les plus rigoureuses de précision peuvent pas nécessairement répondre à certaines des exigences fonctionnelles des spécifications de navigation ayant moins exactitude rigoureuses.

II.2.3.4. Planification de vol des désignations de RNAV et de RNP :

Notification manuelle ou automatisée d'un avion à fonctionner le long d'une route ATS, sur une procédure ou dans un espace aérien est fourni à l'ATC par l'intermédiaire du plan de vol. Les procédures de plan de vol sont adressées dans PANSATM, Doc. 4444 d'ICAO.

1.2.3.5. Désignations d'adabtation contradictoires de RNP

La désignation existante de RNP 10 est contradictoire avec des caractéristiques de RNP et de RNAV de PBN.

RNP 10 n'incluse pas les conditions pour le contrôle des performances intégré et l'alerte.

Dans le but de concept de PBN, RNP 10 désigné sous le nom de RNAV 10.

Pour renommer les routes actuelles de RNP 10, les approbations opérationnelles etc. à une désignation de RNAV 10 serait une donnée extensive et chère, qui est non rentable. En conséquence, les nouvelles approbations opérationnelles continueront à être indiquées RNP 10, et toutes les annotations des cartes seront mise en relief comme RNP 10.

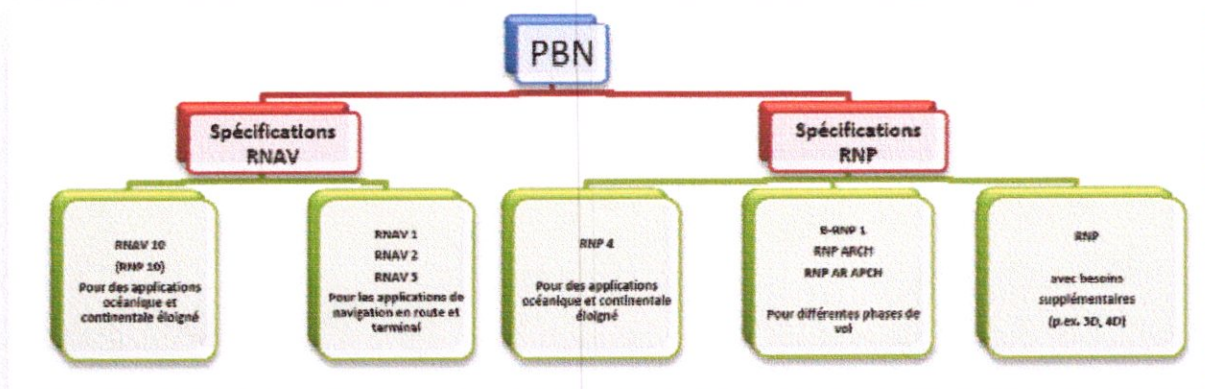


Figure II-9: utilisation des spécifications de navigation .

Les Etats-Unis et les Etats membres de la conférence d'aviation civile européenne (ECAC) emploient actuellement des spécifications régionales de RNAV avec différents indicateurs. Les applications des USA (RNAV types A et B) et Des applications européennes (P-RNAV et B-RNAV) continueront à être employées seulement dans ces états. Au fil du temps, Les USA et les applications européennes de RNAV tendront vers les caractéristiques internationales de navigation de RNAV 1 et RNAV 5.

II.2.3.6. MNPS :

Des avions opérant dans l'espace aérien MNPS d'Atlantique nord, nécessitent d'avoir une Spécification de performances de navigation minimale (MNPS).

Les spécifications de MNPS ont été intentionnellement exclues des désignations ci-dessus parce que c'est naturellement obligatoire et parce que les futures réalisations de MNPS ne sont pas envisagées.

II.2.3.7. Futures désignations de RNP :

Il est possible que les spécifications RNP pour de futurs concepts de l'espace aérien puissent exiger la fonctionnalité supplémentaire sans changer les exigences de précision.

Exemples de telles spécifications de navigation futures.

Peuvent inclure les exigences pour RNP vertical et capacité basée sur temps (4D).

II.3. INFRASTRUCTURE DE NAVAID :

L'infrastructure NAVAID se rapporte aux aides à la navigation au sol ou basées dans l'espace.

NAVAIDS au sol incluent DME et VOR. NAVAIDS basé dans l'espace incluent les éléments de GNSS.

II.4. APPLICATIONS DE NAVIGATION :

Une application de navigation est l'application des spécifications de navigation et d'une infrastructure associée de NAVAID aux routes d'ATS, aux procédures d'approche d'instrument et/ou au volume défini de l'espace aérien selon Concept de l'espace aérien . Une application de RNAV est soutenue par des spécifications de RNAV ; une application de RNP est soutenue par des spécifications de RNP.

Ceci peut être illustré dans l'exemple 2.

Exemple 2 :

Les spécifications de RNAV 1 montrent que les capteurs de navigation suivant peuvent répondre aux exigences de performance: GNSS ou DME/DME/IRU ou DME/DME.

Les capteurs ont besoin pour satisfaire les performances requises pour des spécifications RNAV 1 dans un 'état particulier ne sont pas seulement dépendant de la capacité des avions.

L'infrastructure DME Limité ou des considérations de contrat de GNSS peut mener les autorités à imposer les exigences des capteurs de navigation de spécifications RNAV 1 dans cet état.

En soi, l'AIP de l'état A pourrait stipuler GNSS comme exigence pour ses spécifications de RNAV 1 (parce que l'état A a seulement GNSS disponible en son infrastructure de NAVAID). AIP de l'état B pourrait exiger DME/DME/IRU pour ses spécifications de RNAV 1 (contrat décision de ne pas laisser GNSS). Chacune de ces spécifications de navigation serait mise en application comme application de RNAV1.

Cependant, les avions ont équipé seulement de GNSS et approuvé avec les spécifications de RNAV 1 dans l'état A ne serait pas approuvé pour opérer dans l'état B.

II.5. DÉVELOPPEMENTS FUTURS :

D'une perspective de PBN, il est probable que les applications de navigation progressent de 2D à 3D/4D, bien qu'il soit actuellement difficile de déterminer des calendriers et des conditions opérationnelles.

À ces dernières extrémités, le contrôle des performances a bord et l'alerte doit toujours être développées dans le plan vertical (verticale RNP) et travail actuel vise à harmoniser les exigences des performances longitudinales et linéaires.

Il est aussi possible que les exigences des performances angulaires liées à l'approche et à l'atterrissage peuvent être incluses dans la future PBN.

De même, les applications de navigation pour hélicoptère et les exigences fonctionnelle peuvent également être incluses.

De plus en plus, le développement des concepts de l'espace aérien devra assurer l'intégration cohérente de La navigation, la communication et les pouvoirs de surveillance d'ATS aussi longtemps est placée sur GNSS.

II.6. Concept de l'espace aérien :

I.6.1. Concept de l'espace aérien:

Un concept de l'espace aérien peut être considéré comme une vision générale ou un plan directeur pour un espace aérien particulier basé sur des principes particuliers, un concept d'espace est orienté vers des objectifs précis.

Les concepts d'espace aérien nécessitent d'inclure un certain niveau de détail si des changements doivent être introduits dans un espace aérien. Le concept d'espace aérien peut également décrire les différentes rôles et responsabilités, les mécanismes utilisés et les relations entre les hommes et les machines.

Les objectifs stratégiques orientent la vision générale de la notion d'espace aérien .ces objectifs sont généralement identifiées par les utilisateurs de l'espaces aérien, la gestion du trafic aérien (ATM) les aéroports ainsi que l'environnement et la politique des gouvernements .c'est la fonction du concept de l'espace aérien et le concept d'opérations pour répondre à ces exigences. les objectifs stratégiques qui le plus souvent guident les concepts d'espace aérien sont la sécurité, la capacité, l'efficacité ,l'accès et l'environnements .

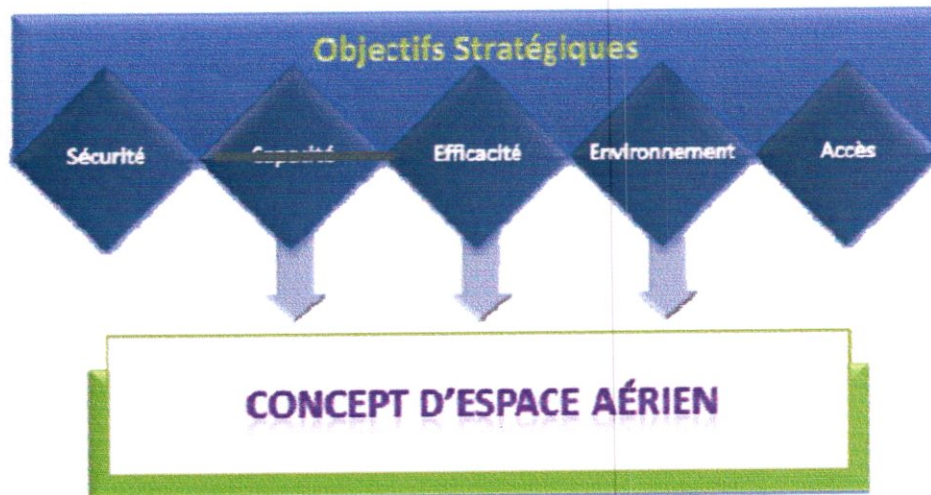


Figure II .10. Concept de l'espace aérien

II .6.1 le concept d'espace aérien et les applications de navigation

L'effet de cascade des objectifs stratégiques de la notion d'espace aérien impose des exigences sur les différentes <<facilitateurs>> ,comme la communication ,la navigation ,la surveillances ATS ,la gestion du trafic aérien et des opérations aériennes .les besoins fonctionnelles de la navigation doivent être identifiées .ces fonctionnalités de navigation sont formalisées dans des spécifications de navigation qui ,avec une infrastructure d'aide à la navigation ,prennent en chargeuse application de navigation particulière .en tant qu'élément d'un concept de l'espace aérien ,les applications de navigation ont également un rapport avec la communication ,la surveillance ATS ,la gestion du trafic aérien (ATM) et les opérations aériennes .le concept d'espace rassemble tous ces éléments en un ensemble cohérent.

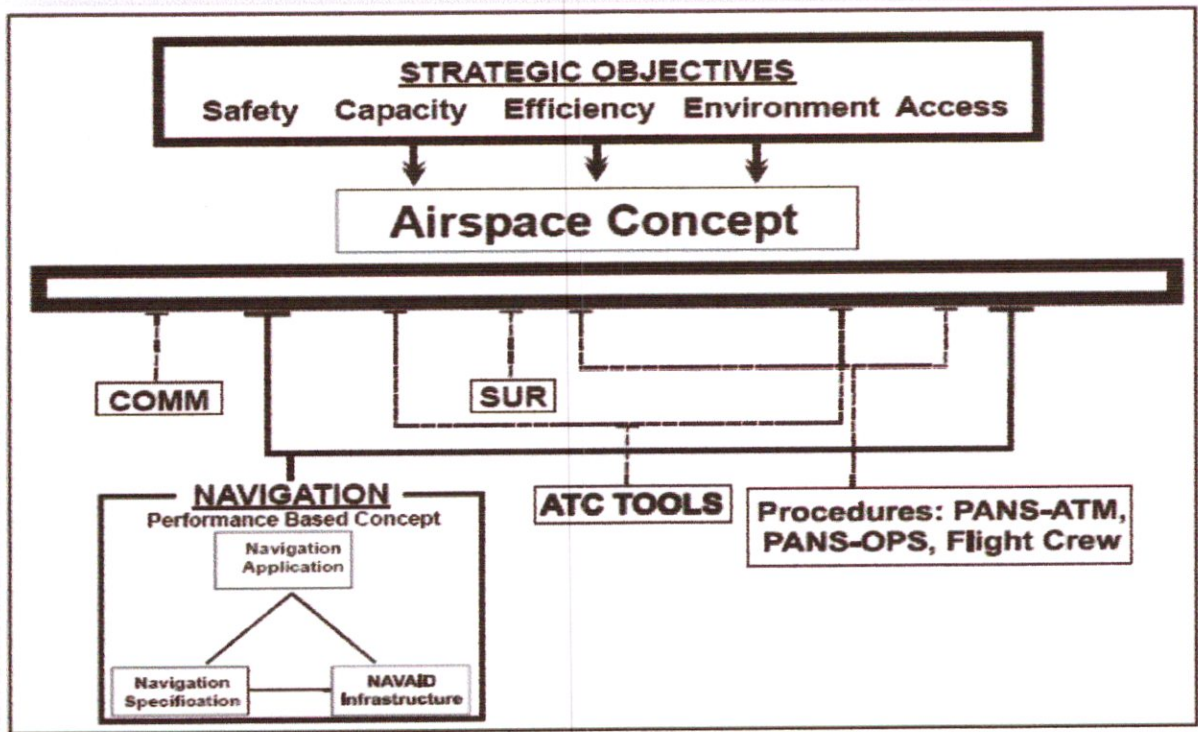


Figure II.11. Relations du concept PBN et du concept de l'espace aérien

II.6.2 Le concept d'espace aérien par zone d'opérations :

II.6.2.1 Océanique et continental éloigné :

Des concepts d'espace aérien océanique et continental éloigné sont actuellement Desservis par deux applications de navigation, RNAV 10 et RNP 4. Ces deux applications de navigation se fondent principalement sur le GNSS. Dans le cas du champ d'application de la RNAV 10, aucune forme de service de surveillance ATS n'est nécessaire. Dans le cas de l'application RNP 4, l'ADS (ADS-C) est utilisé.

II.6.2.2 Espace aérien terminal : Arrivée et Départ

Les concepts d'espace aérien en région terminal existants, qui comprennent les Procédures d'arrivée et de départ, sont pris en charge par les applications RNAV. Elles sont actuellement utilisées dans la région de l'Union européenne (EUR) et des États-Unis. L'espace aérien terminal européen RNAV est connu sous le nom P-RNAV (RNAV de précision).

Bien que la spécification RNAV 1, partagent une précision de navigation commune avec P-RNAV, cette spécification de navigation régionale ne satisfait pas aux exigences de la spécification de navigation RNAV 1. À compter de la publication du manuel PBN, l'application de l'espace aérien en région terminale des États-Unis anciennement connu comme US-RNAV de type B a été normalisé dans le concept PBN et s'appelle désormais RNAV 1.

RNP 1 de base a été développé principalement pour les applications non-radar, d'espace aérien terminal de faible densité. À l'avenir, plus d'applications RNP devraient être développés pour les deux espaces aériens en route et en région terminal.

II.6.2.3 Approche

Les concepts d'approche couvrent tous les segments de l'approche aux instruments, à savoir l'initial, intermédiaire, finale et interrompue. Ils appellent de plus en plus à des spécifications RNP nécessitant une précision de navigation de 0,3 NM à 0,1 NM. En générale, trois applications RNP sont caractéristiques de cette phase de vol.les spécifications RNP couverts à ce jour dans le manuel de navigation fondée sur les performances sont RNP APCH et RNP AR APCH.

II.7. Conception des procédures de vol :

La conception des procédures de vol aux instruments comprend la construction des procédures de routes, arrivées, départs et les procédures d'approche. Ces procédures consistent en une série de manœuvres prédéterminées pour être menée uniquement par référence aux instruments de vol.

Chaque État est responsable de s'assurer que toutes les procédures de vol aux instruments publiées dans leur espace aérien peuvent être effectuées par les aéronefs concernés en toute sécurité. La sécurité est non seulement accompli par l'application des critères techniques dans les PANS-OPS (Doc 8168) et les dispositions de l'OACI liés, mais requièrent aussi des mesures de contrôle de la qualité du processus utilisé pour appliquer ce critère, qui peut comprendre la réglementation, la surveillance du trafic aérien. Ces mesures doivent assurer la qualité et la sécurité de la conception à travers la procédure d'examen, de vérification, de coordination et de validation des éléments appropriés dans le processus, de sorte que les corrections peuvent être faites le plus tôt possible dans le processus.

II.7.1 Conception des procédures conventionnelles (Non-RNAV)

La conception des procédures conventionnelles (Non-RNAV) est applicable à la navigation basée sur des signaux des aides de radionavigation directs du sol. L'inconvénient de ce type de navigation est que les routes sont tributaires de la localisation des balises de navigation (voir la figure I.6.1). Il en résulte souvent des routes plus longues. En outre, les zones de protection d'obstacles sont relativement grandes et l'erreur du système de navigation augmente en fonction de la distance entre l'avion et l'aide à la navigation.

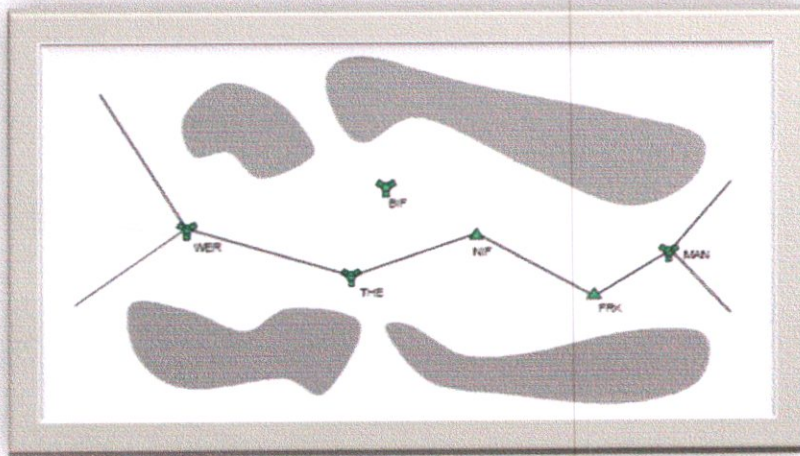


Figure II.11.1 Design des procédures conventionnelles

II.7.2 Conception des procédures RNAV :

Au départ, la navigation de surface a été introduite en utilisant des critères de conception basée sur des capteurs spécifiques. L'établissement de repères définis par le nom, la latitude et la longitude est une avancée majeure dans la RNAV. Les repères RNAV ont permis la conception des routes moins dépendantes de l'emplacement des aides à la navigation. La flexibilité dans la conception des routes varie selon le système radio de navigation impliqués, tels que les DME / VOR ou GNSS. Les options supplémentaires incluent la possibilité de stocker les routes de navigation dans une base de données, en réduisant considérablement la charge de travail du pilote.

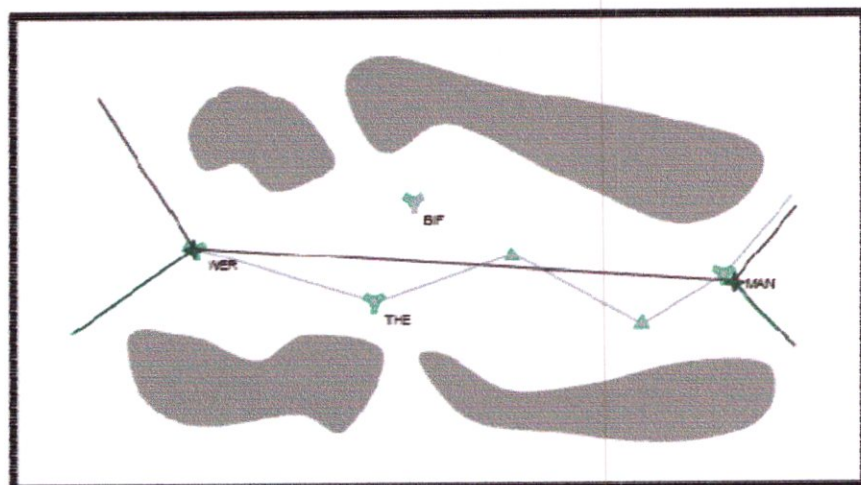


Figure II.11.2 Design des procédures RNAV

Malgré ses avantages, la navigation de surface avait un certain nombre de problèmes et la nécessité de tenir compte des caractéristiques qui doivent être pris en considération. Parmi eux les variations des performances de vol et les trajectoires des aéronefs, ainsi que l'incapacité de prédire le comportement des ordinateurs de navigation dans toutes les situations.

II.7.3 .Conception des procédures RNP (Pré-PBN)

Les procédures RNP ont été introduites dans les PANS-OPS (Doc 8168), qui sont devenus applicables en 1998. Ces procédures RNP ont été le prédécesseur de l'actuel concept PBN, dont la performance pour les opérations sur la route est définie, au lieu de simplement trouver un système requise de radio navigation. Toutefois, en raison de la description insuffisante de la qualité de navigation et les exigences opérationnelles, on ne percevait guère de différence entre la RNAV et RNP. En outre, l'inclusion des éléments conventionnels de vol tels que les procédures de survol, la variabilité des trajectoires de vol, et l'ajout des zones tampon ne donnent aucun avantage significatif réalisé dans la conception.

II.7.4 Conception des procédures PBN

La navigation de surface à l'aide de la PBN est une opération basée sur la performance dans laquelle les caractéristiques de performances de navigation de l'avion sont bien spécifiées et les problèmes des critères RNAV et RNP peuvent être résolus. Exemples de RNP approche (RNP APCH) et RNP autorisation requise d'approche (RNP AR APCH) sont présentés dans la figure II.10.

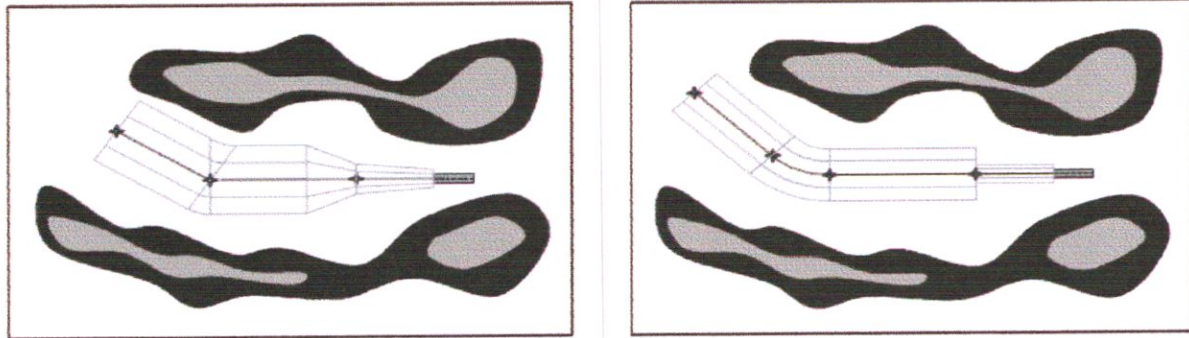



Figure II.12. Exemple de design des procédures (RNP APCH) et (RNP AR APCH)

Le principal changement pour les concepteurs c'est que la conception ne sera pas basée sur un capteur spécifique mais selon une spécification de navigation (par exemple RNAV 1). Le choix approprié de la spécification de navigation est fondé sur les exigences d'espace aérien, les infrastructures de navigation disponibles, ainsi que l'équipage et la capacité opérationnelle des avions. Par exemple, si l'exigence de l'espace aérien est RNAV 1 ou RNAV 2, l'infrastructure de navigation disponible devrait être de base du GNSS ou du DME / DME, et les avions seront tenus de les utiliser pour mener des opérations sur cet espace.



CHAPITRE III

LES

SYSTEMES

RNP et RNAV

III-Systèmes RNAV et RNP :

III.1 Système RNAV :

III.1.1 Définition :

La navigation de surface (RNAV) est une méthode de navigation permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue dans les limites de la couverture des aides de navigation à référence sur station, ou dans les limites des possibilités d'une aide autonome, ou grâce à une combinaison de ces deux moyens.

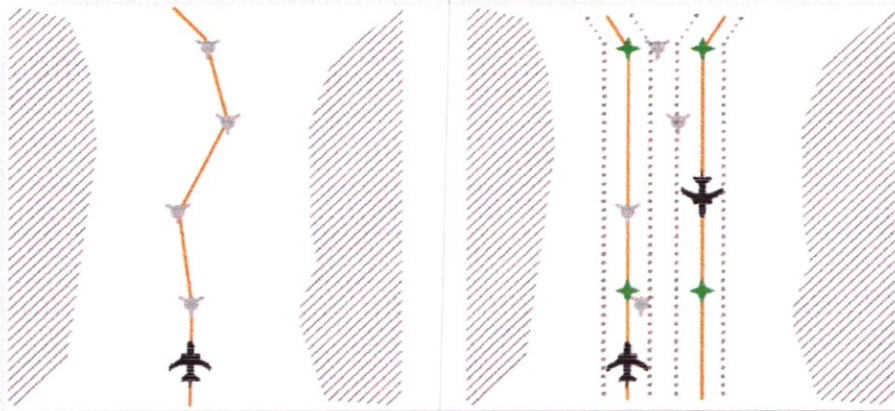


Figure III.1 Route conventionnelle (à gauche). Routes RNAV (à droite) offre la flexibilité de conception et de la capacité par rapport aux niveaux de vol et des voies parallèles Supplémentaires.

III.1.2 Fonction de base du système RNAV:

Les systèmes RNAV sont conçus pour fournirent des données de précision, avec définition de la trajectoire appropriée. Le système RNAV intègre des informations provenant des capteurs tels que les données d'air, de référence inertielle, de navigation radio et de navigation par satellite, ainsi que des apports de bases de données internes et des données entrées par l'équipage pour effectuer les fonctions suivantes :

la navigation, la gestion du plan du plan de vol, le guidage et le contrôle, l'affichage et commande du système .

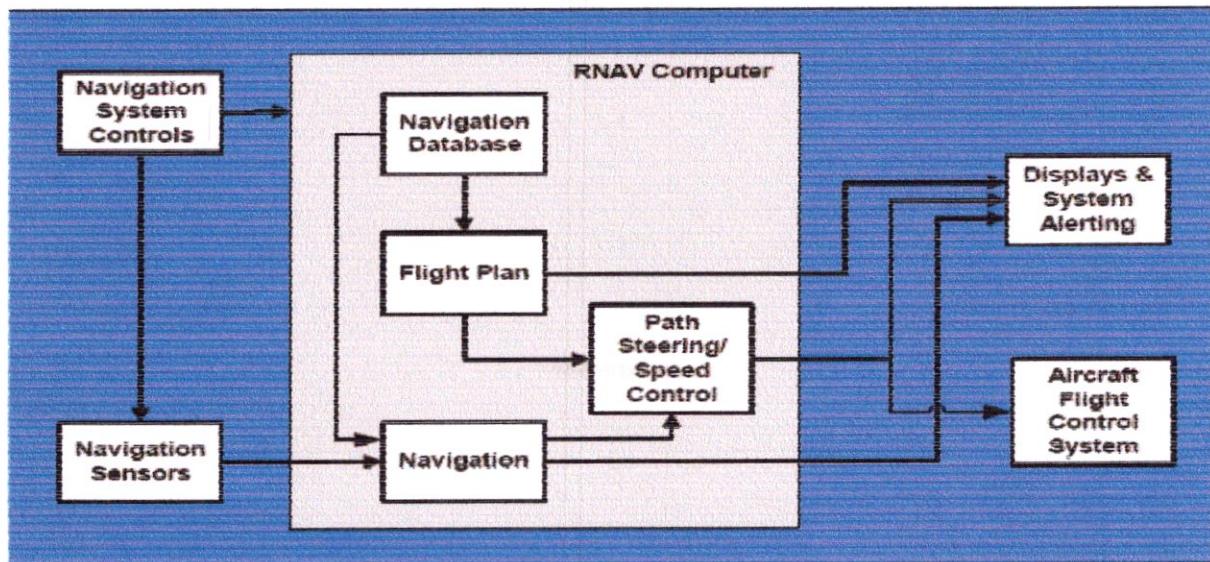


Figure.III .2. Les fonctions du System Basic RNAV

Le système RNAV peut être connecté avec d’autres systèmes, comme l’auto manette des gaz et du directeur de vol du pilote automatique, ce qui permet des opérations aériennes plus automatisées.

La (figure 4) montre comment la complexité et l’interconnexion peut varier

Considérablement entre les différents systèmes RNAV.

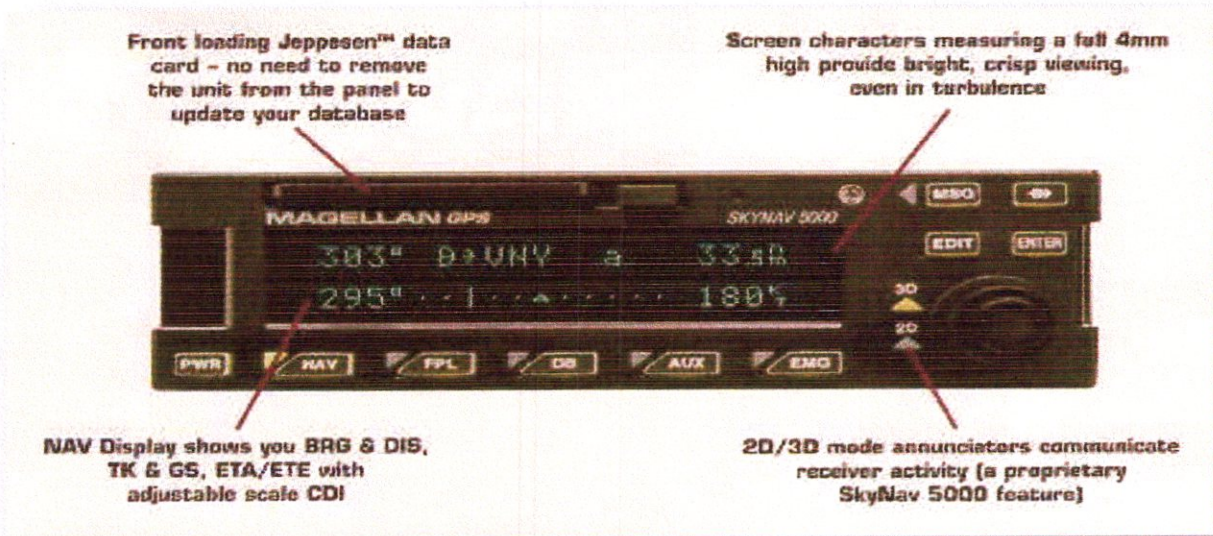


Figure.III.3.le système RNAV.

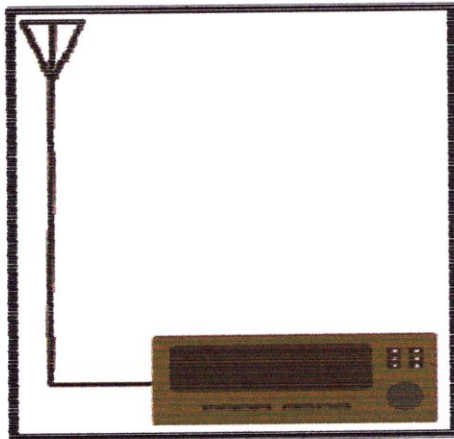


Figure III.4.1.a système RNAV de base Map

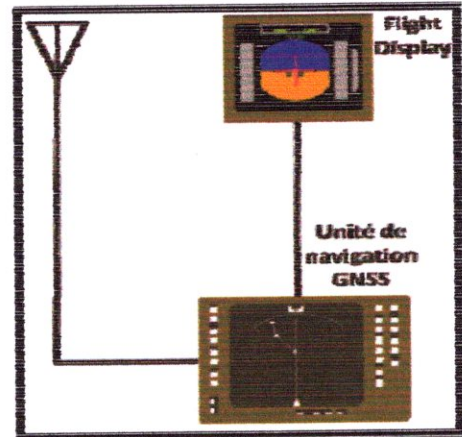


Figure III.4.2.b système RNAV

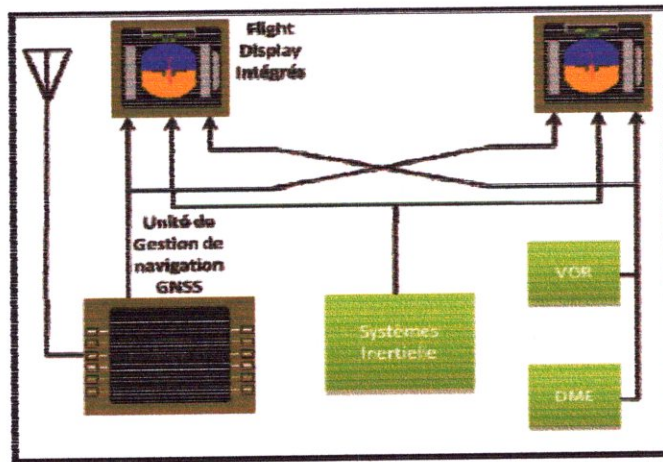


Figure III.4.3.c système multi-capteurs simple

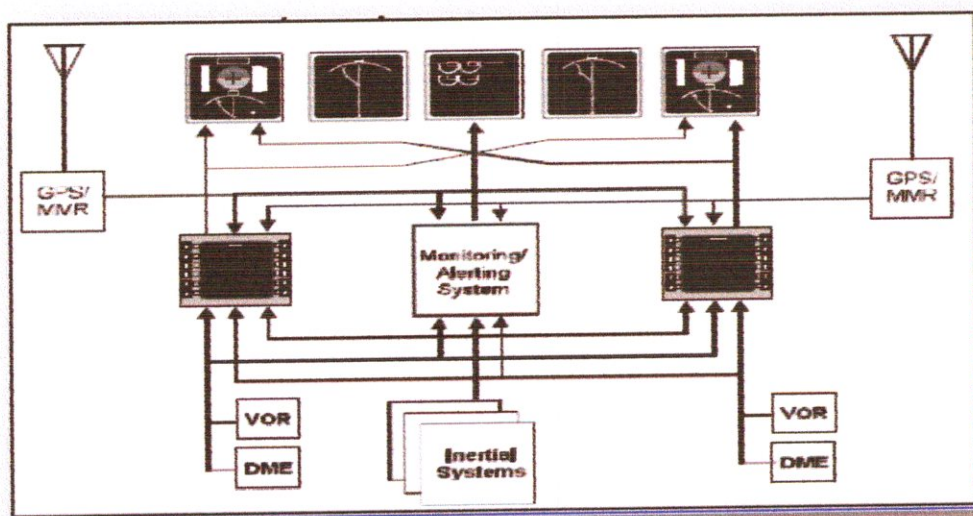


Figure III.4.4.d Système multi-capteurs complexe.

III.1.2.1 Fonction navigation

Vol vers les destinations - ne sont pas desservies par aides à la nav.

- Repérer des aéroports lorsque la météo est marginale
- Effectuer des vols - voyages sur des distances en ligne droite.

L'ordinateur du système. L'avion doit être équipé d'un récepteur VHF NAV, d'un DME et d'une unité d'affichage NAV, comme un indicateur VOR avec un mode RNAV ou un HSI.

Le récepteur VHF NAV fournit à l'ordinateur RNAV l'info VOR nécessaire à l'établissement d'un P.C. sur la radiale d'un VORTAC.

Le DME fournit l'information réelle. à la distance. Pour que le RNAV calcule la distance depuis le VORTAC jusqu'au P.C. Muni de ces renseignements, le RNAV calcule la position de l'avion par rapport au P.C. (P.C - Point de cheminement)

Le HSI indique la route à suivre pour atteindre le P.C. et le DME affiche la nouvelle distance vers le P.C.

Avec un système RNAV -> Le pilote va programmer à l'avance les P.C. qu'il utilisera au cours d'un vol.

Durant le vol, le pilote rappelle le P.C. voulu et l'information réelle à celui-ci, emmagasinée préalablement dans la mémoire de l'ordinateur, apparaît sur les affichages digitaux.

Le récepteur NAV réglé à distance et le DME seront réglés automatiquement sur la nouvelle fréquence. VORTAC.

Le HSI (ou OBS) indiquera la position réelle de l'avion par rapport au P.C. L'affichage DME montrera la distance de l'avion par rapport au P.C. Le système RNAV crée une station VORTAC image. au P.C.

Le HSI réagit aux radiales provenant de ce VORTAC imag.

Le DME calcule la distance jusqu'à celui-ci.

Quand le HSI (ou OBS) fonctionne en mode RNAV, la déviation de l'aiguille de route (CDI) ->

Le rôle est d'indiquer l'erreur d'écart de route, est donnée en m.m. plutôt qu'en deg. Chaque point correspond à un écart de 1/2 mille.

- La plupart des fabricants -> RNAV
- Le RNAV a une base des données, calcule des sol à la navigation, utilise des entrées du système VOR, DME et le pilote et les entrées converties dans le langage de l'ordinateur.

Ordinateur digital RNAV :

-> Des calculs mathématiques par l'ordinateur.

-> Le signal digital -> dans le format correct (utilisé par les indicateurs)

- Agilité de fréquence - Information -> plus qu'une VORTAC.

Le récepteur VHF NAV -> L'info VOR -> RNAV -> d'un P.C. sur la radiale d'un VORTAC.

Le DME -> l'info -> la distance

-> RNAV calcule la distance VORTAC -> P.C.

Le RNAV donne la position de l'avion par rapport au P.C.

- Le HSI donne la route à suivre pour atteindre P.C.
- Le DME donne aussi la nouvelle distance vers P.C.
- Pilote programme à l'avance les P.C. utilisés au cours du vol.

• Pour créer P.C. -> On aura les entrées:

- la radiale du VORTAC et

- la distance entre le VORTAC et le P.C.

• Le pilote rappelle le P.C. voulu -> L'information -> Les affichages digitaux.

• Le récepteur NAV est réglé à distance.

• DME est réglé sur la nouvelle fréquence. VORTAC

• Le HSI (ou OBS) -> Position réelle de l'avion par rapport au P.C.

• DME donne la distance de l'avion par rapport P.C. ->

• On va créer station VORTAC image au P.C.

• Le HSI réagit aux radiales de ce VORTAC image -> Calculer la distance avec le DME.

• Le HSI (OBS) fonctionne en mode RNAV -> La déviation de CDI (-> l'erreur d'écart de route) < m.n >

• Chaque (.) -> 1/2 m.n.

• Meilleure manière d'installer RNAV est en 3 unités :
DME, VOR, RNAV.

• L'ordinateur de RNAV donnera sol. à la nav.

• Si un avion est localisée sur la radiale de 120° et à 53 m.n. de VOR ->

Le pilote va s'envoler vers une Pseudo-Station.

• Les entrées du pilote vers la RNAV sont (VOR - P.C.) :

Angle (bearing) = 225° à la dist. = 80 m.n.

• Le pilote désire de s'envoler vers une Pseudo Station.

Les entrées du pilote vers la RNAV sont (VOR - P.C.) :

Angle = 225°

Dist. = 80 m.n.

Distance solution de 83.75 m.n. et l'angle de 262,68°

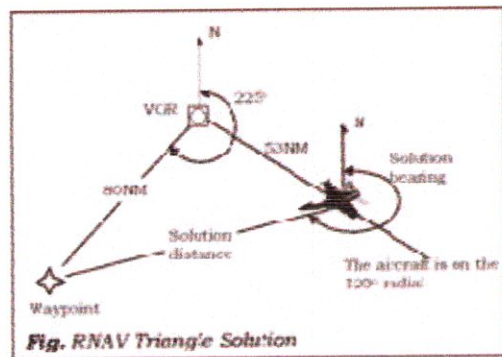


Figure.III.5.solution du triangle RNAV.

- L'ordinateur de RNAV reçoit des signaux de la part de l'émetteur VOR et le DME.
 - Le VOR donne l'info sur l'angle - VOR bearing -
 - Le DME donne l'info sur la distance - Slant distance -
 - Des info digitales et analogues sont reçues de la part de DME
- > Alors le technicien va vérifier les signaux corrects dans les unités RNAV

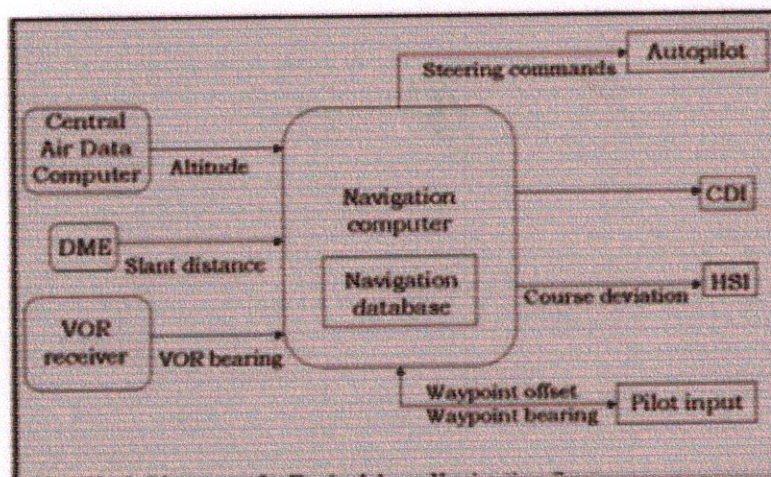


Figure .III.6.diagramme fonctionnel de système de navigation de surface .

III.1.2.2 Planification du vol :

La fonction de planification du vol crée et assemble le plan de vol latéral et vertical utilisé par la fonction de guidage. Un aspect clé du plan de vol est la spécification de points selon la latitude et la longitude, sans référence à l'emplacement des aides à la navigation au sol.

Un point de cheminement est un emplacement géographique spécifié utilisé pour définir une route à navigation de surface ou la trajectoire d'un aéronef utilisant la navigation de surface. Les points de cheminement sont désignés comme suit:

- **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
- **Point de cheminement à survoler** : Point de cheminement auquel on amorce un virage pour rejoindre le segment suivant d'une route ou d'une procédure.

Des systèmes RNAV avancés comprennent une capacité de gestion de la performance aérodynamique. Une fonction de la gestion des performances peut être complexe, en utilisant le débit de carburant, de carburant total, de la position des volets, les données et les limitations du moteur, l'altitude, la vitesse, le Mach, la température, la vitesse verticale...

Le système RNAV fournit régulièrement des informations des points en route de la progression du vol, pour les procédures en région terminal et les procédures d'approche, et le point de départ et de destination. L'information comprend l'heure estimée d'arrivée, et la distance restante à parcourir « Go-To » qui sont tous les deux utiles pour la planification et la coordination avec l'ATC.

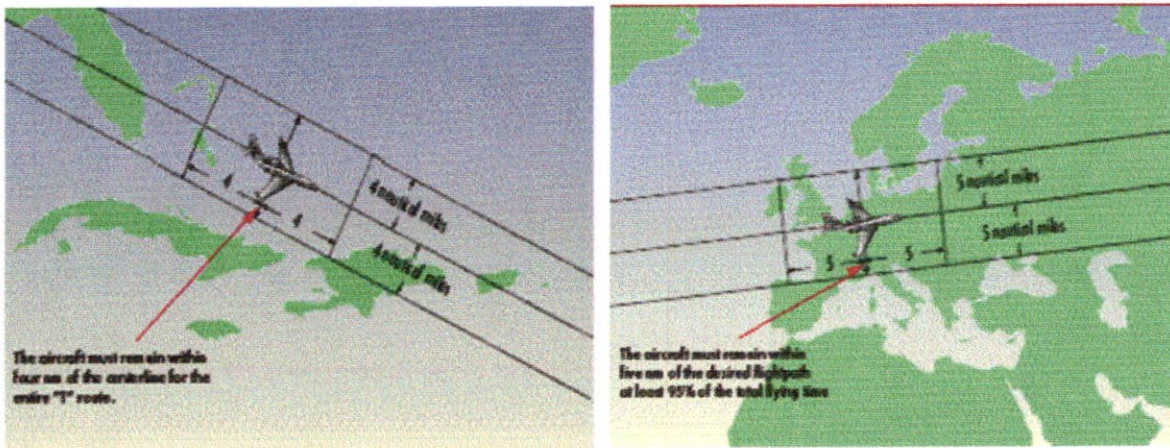


Figure III.7.a) Les routes RNAV (T route) Figure III.7.b) les routes B-RNAV (RNP 5)

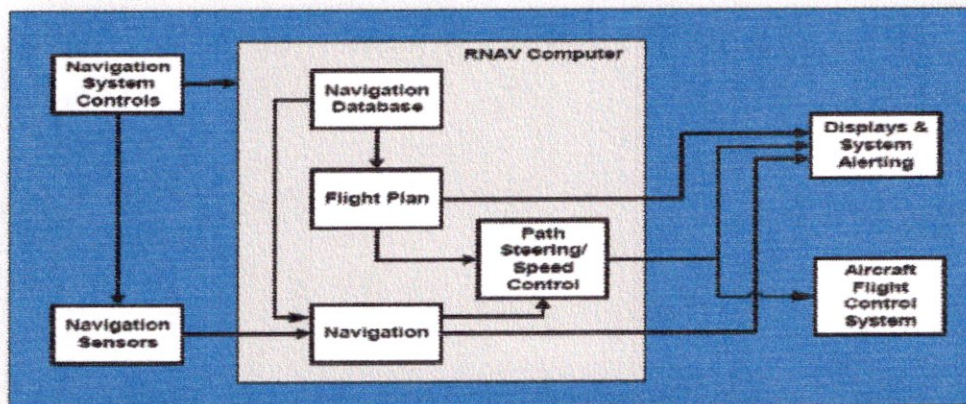


Figure III.7. Les fonctions du System Basic RNAV .

III.1.2.3 Guidage et contrôle:

Un système RNAV assure le guidage latéral, et dans de nombreux cas, le guidage verticale. La fonction de guidage latéral compare la position de l'aéronef fournie par la fonction de navigation avec la trajectoire latérale de vol désirée et génère ensuite les commandes de direction utilisées pour piloter l'avion le long de la trajectoire désirée.

L'erreur de la trajectoire de vol est calculée en comparant la position et la direction actuelle de l'avion à la trajectoire de référence. La fonction de guidage vertical, est utilisée pour contrôler l'aéronef le long du plan vertical à l'intérieur des contraintes imposées par le plan de vol.

III.1.3 Base de données de navigation:

Une base de données de navigation devrait contenir les données de navigation de référence en cours, officiellement promulguées pour les besoins de l'aviation civile et, au moins, des informations sur les aides à la navigation, les points de cheminement et les procédures couvrant la région d'exploitation prévue ainsi que les routes de départ et d'arrivée. Le système peut offrir la possibilité de saisir des points de cheminement définis par l'équipage et/ou d'enregistrer un certain nombre de plans de vol. La base de données peut être interne ou externe au système RNAV.

III.1.3.1 Gestion de la base de données de navigation:

Dans la navigation de surface notamment, l'exactitude des données contenues dans les bases de données de navigation chargées à bord des aéronefs revêt une importance capitale. Afin d'assurer la qualité du traitement subi par celles-ci, l'exploitant doit établir une méthode de gestion de ses bases de données qui couvre les points suivants :

Intégrité des bases de données de navigation :

Processus qualité suivi par les fournisseurs de données (codeurs et équipementiers) : L'obtention d'une LOA (Lettre Of Acceptance) par un couple {Codeur de données ; équipementier} garantit la qualité du processus de traitement des données RNAV par ces acteurs. La LOA est un agrément délivré par l'EASA ou la FAA suite à des audits réalisés chez les codeurs de données ou chez les équipementiers et visant à vérifier le respect des normes relatives au Traitement des données aéronautiques. La LOA peut être de type 1 ou 2, selon qu'elle s'applique à un codeur uniquement ou à un couple {codeur ; équipementier}. Seule la LOA de type 2 garantit un processus qualité coordonné de bout en bout.

• Contrôle des bases de données de navigation par les exploitants :

L'exploitant est responsable du maintien de l'intégrité de la base de données de navigation qu'il charge dans son équipement, base de données qui est ensuite utilisée par cet équipement pour calculer la trajectoire de l'aéronef. Les données qui y sont codées sont susceptibles de changer à chaque cycle AIRAC.

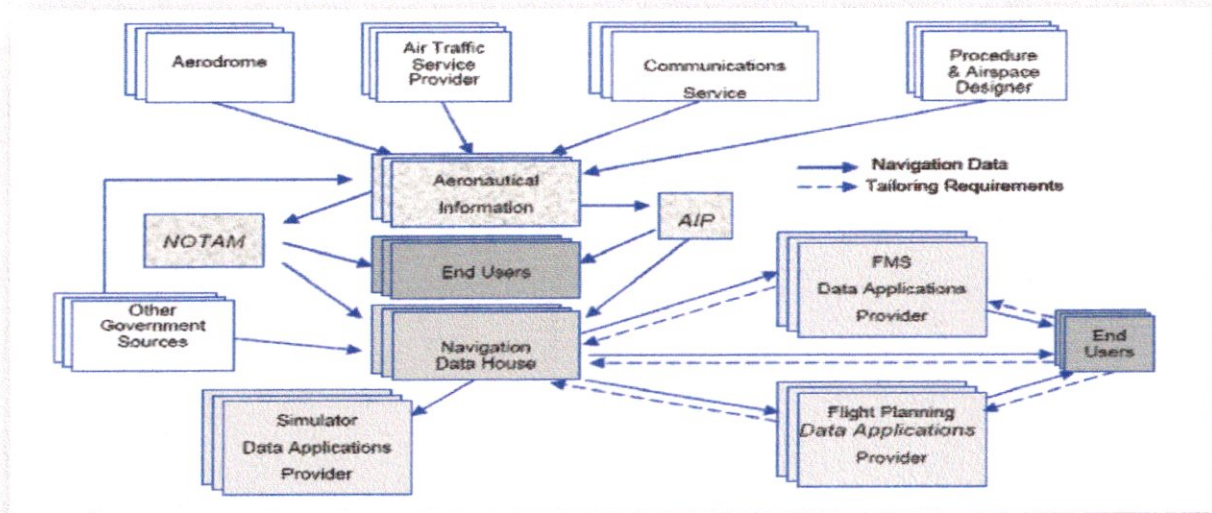


Figure .III.8: la chaîne des données.

III.1.3.2 Méthode de chargement :

L'exploitant doit s'assurer que le chargement de la base de données n'altère pas le contenu de celle-ci. Il doit de plus s'assurer que la base de données chargée dans l'aéronef est bien celle adaptée à l'équipement, en particulier si cet exploitant gère une flotte diversifiée.

Le respect des consignes du constructeur de l'équipement, du fournisseur de la base de données, la méthode de gestion des chargements ainsi que la définition des contrôles effectués après ce chargement pourront être des éléments suffisants.

III.1.4 Exigences imposées sur le system RNAV:

Les spécifications de navigation sont utilisées par les États comme base pour la certification et l'approbation opérationnelle. Les spécifications de navigation décrivent, en détail, les exigences imposées sur le système de navigation de surface pour un fonctionnement sur un itinéraire particulier, une procédure ou dans un espace aérien où l'approbation par rapport aux spécifications de navigation est prescrit comprennent les éléments suivant :

- Les performances requises du système de navigation de surface en termes de précision, d'intégrité, la continuité et la disponibilité;
- Les fonctions disponibles dans le système de navigation de surface de façon à atteindre la performance requise;

Les capteurs de navigation intégrés dans le système de navigation de surface, qui peuvent être utilisés pour atteindre les performances requises, et

- Les procédures d'équipage de conduite et autres nécessaires pour atteindre les Performances visées du système de navigation de surface.

III.1.5 Besoins fonctionnelle de la navigation :

Les deux spécifications RNAV et RNP comprennent des exigences pour certaines fonctionnalités de navigation. Au niveau de base, ces exigences fonctionnelles peuvent inclure:

- a) L'indication continue de la position de l'avion par rapport à la route doit être affichée au pilote sur un écran de navigation situé dans son champ primaire de vision;
- b) L'affichage de la distance et le relèvement du point de cheminement actif ;
- c) L'affichage de la vitesse au sol ou le temps du point de cheminement actif;
- d) La fonction de stockage des données de navigation, et
- e) Indication de panne appropriée du système RNAV, y compris les capteurs.

III.1.6 Surveillance des capteurs :

Tous les systèmes RNAV doivent vérifier la cohérence des données provenant des capteurs utilisés en les comparant à la position calculée par ordinateur. Lorsque l'écart entre la position fournie par une source de navigation active et celle calculée par le système, excède 2 fois la valeur de confinement à 95%, et si les possibilités de reconfiguration automatique ont déjà été utilisées, un avertissement doit être affiché pour l'équipage et l'équipement ne doit pas tenir compte de la position fournie par le capteur défectueux. Des dispositions doivent être prises pour identifier le capteur défectueux et le désactiver.

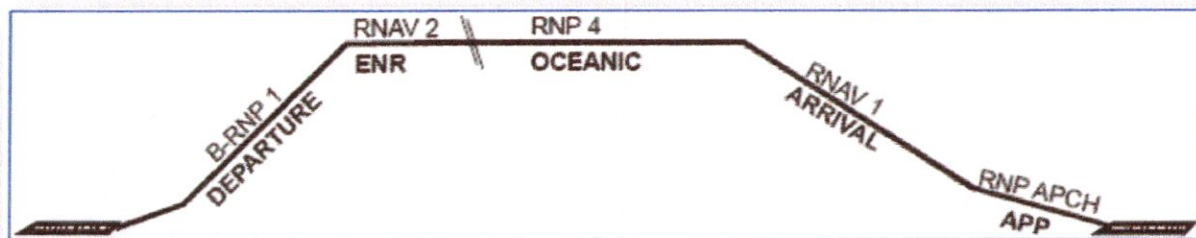


Figure III.9. Exemple d'une application de la RNAV et spécifications RNP aux routes ATS et procédures aux instruments.

III.2 Système RNP :

III.2.1 Introduction :

Qualité de navigation requise (RNP) est l'expression de la performance de navigation qui est nécessaire pour évoluer à l'intérieur d'un espace aérien défini.

Un système RNP est un système RNAV dont les fonctionnalités de surveillance des performances a bord et d'alerte sont requises.

Les exigences spécifiques du système RNP sont les suivantes:

- La capacité à suivre une trajectoire au sol désirée avec la fiabilité, la prévisibilité, y compris des trajectoires courbes, et
 - Lorsque les profils verticaux sont inclus pour le guidage vertical, l'utilisation des angles verticaux ou des contraintes d'altitude spécifiées afin de définir une Trajectoire désirée vertical.

La surveillance des performances et les capacités d'alerte peuvent être fournis Sous différentes formes en fonction de l'installation du système, l'architecture et des configurations, y compris:

- L'affichage et l'indication à la fois de la performance du système de navigation estimée;
- Le suivi de la performance du système et l'alerte de l'équipage lorsque les exigences RNP ne sont pas atteintes, et
- L'affichage à l'échelle de l'écart latéral de route, avec une surveillance et alerte distincte à l'intégrité de navigation.

Un système RNP utilise ses capteurs de navigation, l'architecture du système et les modes de fonctionnement pour satisfaire aux exigences des spécifications de navigation RNP. Il doit effectuer les contrôles raisonnables d'intégrité des capteurs et des données, et peut fournir un moyen de désactiver des types d'aides à la navigation pour éviter le retour à un capteur insuffisante. Les exigences RNP peuvent limiter les modes de fonctionnement de l'avion.

III.2.2 Critères de performance de navigation :

III.2.2.1 Précision :

Degré de conformité entre la position ou la vitesse mesurée ou estimée à un instant donné et la position ou la vitesse réelle : la précision de position est généralement présentée comme la borne de l'intervalle de confiance à 95% de l'erreur de position. La précision de navigation correspond à l'erreur du système total (TSE) admise latéralement et longitudinalement. Dans chaque dimension, la TSE ne doit pas dépasser la valeur correspondant au type de RNP spécifié et ce pendant 95 % du temps de vol, sur quelque portion de vol que ce soit et quel que soit le vol.

III.2.2.2 Intégrité :

Assurance que l'ensemble des fonctions d'un système est assurée dans les limites opérationnelles et que le système est capable de fournir des alertes à l'utilisateur dans les temps impartis lorsque le système ne peut plus être utilisé.

L'intégrité représente donc la confiance qui peut être accordée à la validité des informations fournies par le système.

III.2.2.3 Disponibilité:

La disponibilité du service est la probabilité que le service soit rendu au début de chaque cycle d'utilisation (par exemple pour une approche).

III.2.2.4 Continuité de service :

La continuité de service est la probabilité que les performances seront atteintes

pendant toute la durée d'un cycle d'opération (par exemple pendant une approche), à condition que les performances soient atteintes au début de l'opération.

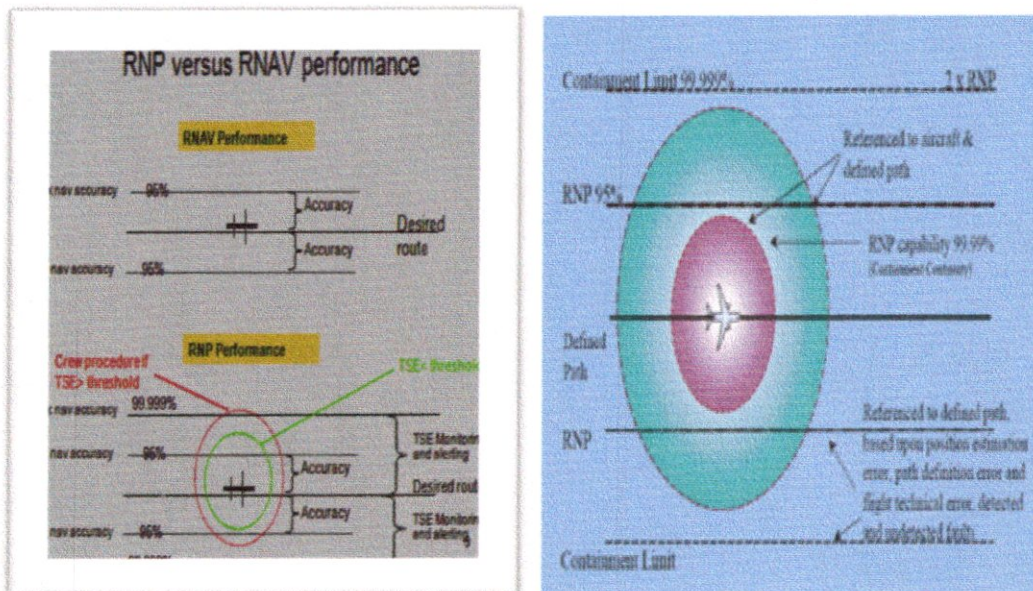


Figure III.10 .Le concept de l'aviation RNAV RNP.

III.2.3 Surveillance des performances et d'alerte à bord :

III.2.3.1 La navigation latérale :

L'incapacité à atteindre la précision latérale de navigation requise peut être due à des erreurs de navigation liées au suivi des aéronefs et de positionnement. Les trois principales erreurs sont les erreurs de définition de la trajectoire (PDE), une erreur technique de vol (FTE), et l'erreur du système de navigation (NSE).

L'erreur totale du système (TSE) est définie comme suit:

$$TSE = \sqrt{(FTE)^2 + (NSE)^2 + (PDE)^2}$$

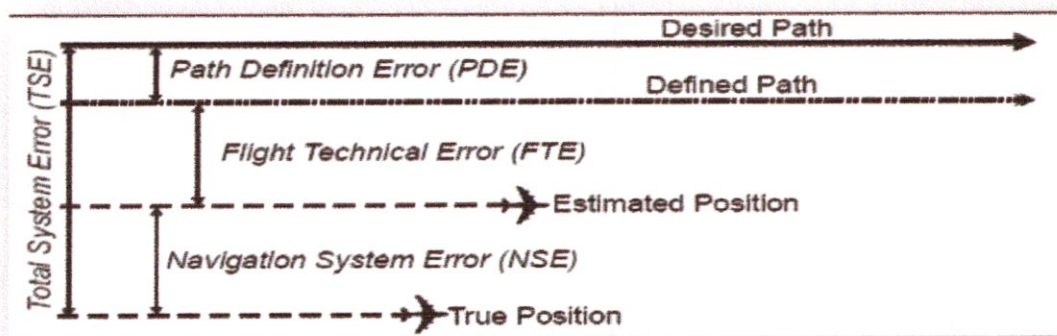


Figure III.11.a) les erreurs de navigation latérale (95%)

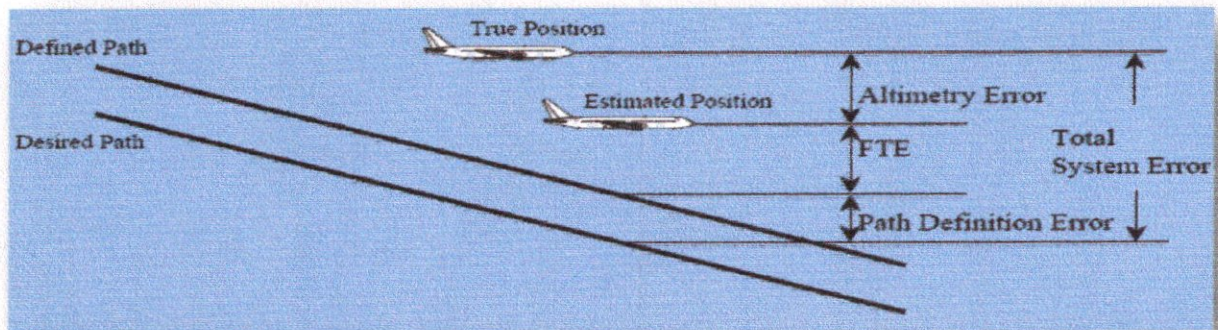


Figure III .11.b) les erreurs de navigation verticale .

La PDE se produit lorsque la trajectoire définie dans le système RNAV ne correspond pas à la trajectoire désiré.

L'FTE se rapporte à l'erreur de l'équipage ou de la capacité du pilote automatique de suivre la trajectoire défini, y compris toutes les erreurs d'affichage.

L'ETP peut être contrôlée par le pilote automatique ou par les procédures d'équipage. L'appui de la surveillance pourrait être assuré par l'affichage de la carte.

L'NSE est la différence entre la position estimée de l'avion et la position réelle de l'avion.

III.2.3.2 La navigation longitudinale:

La performance longitudinale de navigation implique le contrôle 4-D. Toutefois, à l'heure actuelle, il n'existe pas de spécifications de navigation nécessitant un contrôle 4-D, et il n'y a pas FTE dans la dimension longitudinale. Les spécifications de navigation actuelles définissent les exigences de précision le long de la route, qui comprend l'NSE et la PDE. La PDE est considéré comme négligeable.

Les exigences de précision des spécifications RNAV et RNP sont définies pour les dimensions longitudinale et latérale. La surveillance des performances à bord et d'alerte des spécifications RNP sont définis pour la dimension latérale dans le but d'évaluer la performance d'un aéronef. Toutefois, l'NSE est considéré comme une erreur radiale alors que le suivi des performances et d'alerte a bord est fournit dans toutes les directions(voir la figure III.12)

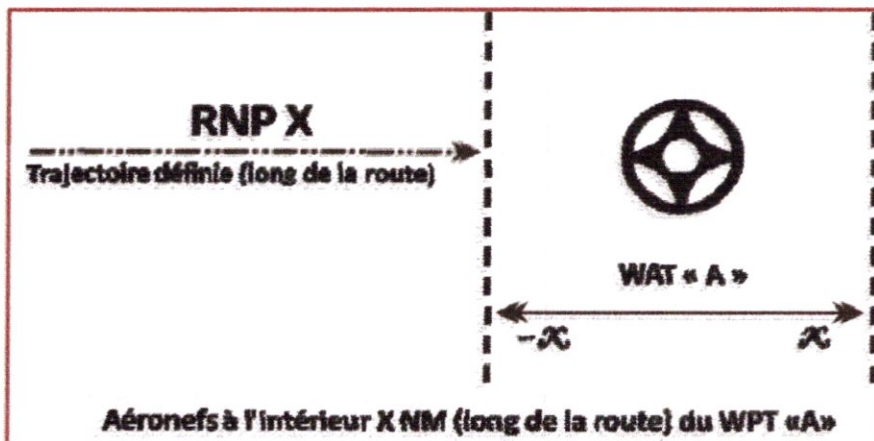


Figure III .12.erreur de navigation le long de la trajectoire (95%)

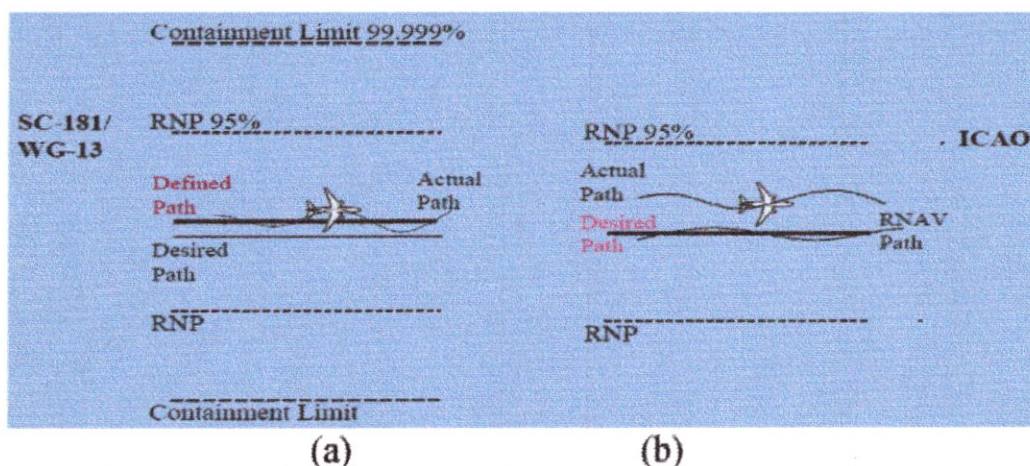


Figure.III.13.a) RNAV RNP est référencé à la trajectoire définie d'aéronef.
 Figure.III.13.b) RNP est référencé à la trajectoire désirée d'espace aérien.

- «Surveillance» se réfère à la surveillance des performances de l'avion en ce qui concerne sa capacité à déterminer l'erreur de positionnement et / ou de suivre la trajectoire souhaitée.
 - «Alerte» se rapporte à la surveillance: si le système de navigation de l'avion n'effectue pas assez bien ces fonctions, ce sera alerté à l'équipage.
- Les exigences de surveillance et d'alerte pourrait être satisfaite par:
- Un système de navigation ayant un suivi de la NSE et capacité d'alerte et d'un indicateur d'affichage de navigation latérale permettant à l'équipage de surveiller la FTE, ou
 - Un système de navigation ayant une surveillance des TSE et la capacité d'alerte.
- Le concept PBN utilise le terme surveillance des performances et l'alerte au lieu du terme confinement, afin d'éviter toute confusion entre les utilisations actuelles de confinement.

III.2.3.4 Exigences de surveillance de performance et d'alerte pour l'RNP :

III.2.3.4.1 RNP 4, RNP 1 de base et RNP APCH :

Les exigences de surveillance de performance et d'alerte pour la RNP 4, RNP 1 de base et RNP APCH ont une application et une terminologie commune. Chacune de ces spécifications de navigation RNP comprend des exigences pour les caractéristiques suivantes:

- **Précision:** La précision requise définit 95% la TSE pour les dimensions où une exigence de précision est spécifiée. L'exigence de précision est harmonisée avec les spécifications de navigation RNAV et est toujours égale à la valeur précise. Un aspect unique de la spécification de navigation RNP est que la précision est l'une des caractéristiques de performance, qui est surveillée.
- **Surveillance de la performance :** L'aéronef, ou l'aéronef et le pilote, est tenu de surveiller la TSE, et à fournir une alerte si l'exigence de précision n'est pas remplie ou si la probabilité que la TSE est supérieure à deux fois la valeur de précision est plus grande à 10^{-5} . Dans la mesure où les procédures opérationnelles sont utilisées pour satisfaire à cette exigence, la procédure de l'équipage, les caractéristiques de l'équipement et l'installation sont évalués pour leur efficacité et leur équivalence.
- **Défaillances d'aéronefs:** Défaillance de l'équipement de l'aéronef est considéré dans les règlements de navigabilité. Les échecs sont classés par le niveau de la gravité de l'effet sur l'aéronef, et le système doit être conçu pour réduire la probabilité de l'échec ou d'atténuer ses effets. Les exigences du système redondant sont déterminées en fonction de la continuité opérationnelle. Les exigences sur les caractéristiques de défaillance d'aéronefs ne sont pas uniques aux spécifications de navigation RNP.

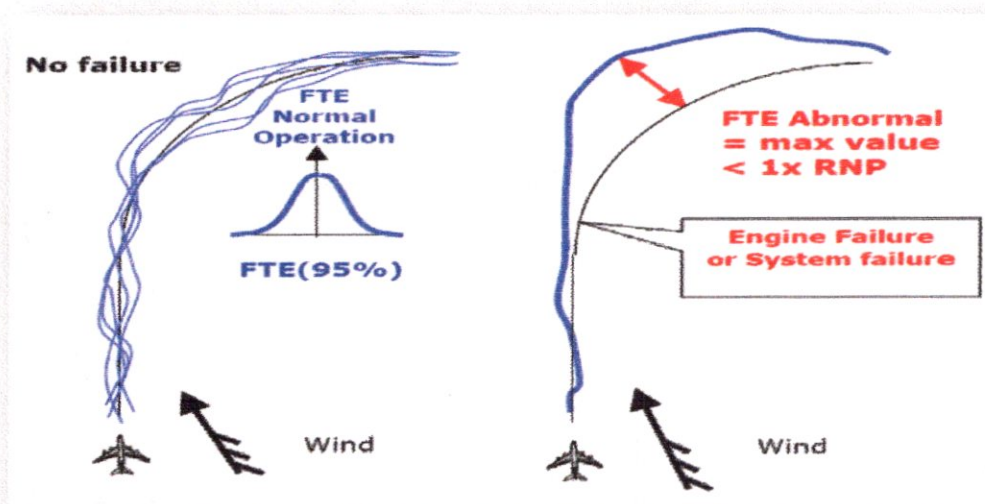


Figure .III.14. les erreurs de système de navigation en cas de vent .

• **défaillances du signal** : Les caractéristiques du signal dans l'espace sont abordées dans l'annexe 10 « Télécommunications aéronautiques ».

L'obligation de surveillance de performance est unique aux spécifications de navigation RNP. L'effet net des spécifications de navigation RNP est de fournir les limitations de la distribution de la TSE. L'erreur de définition de la trajectoire est supposé être négligeable, l'exigence de surveillance est réduite aux deux autres composantes de la TSE, c'est à dire FTE et NSE.

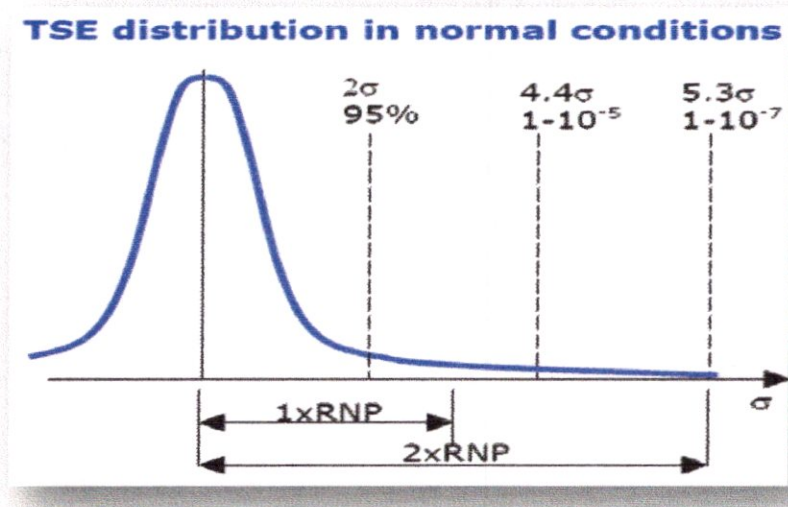
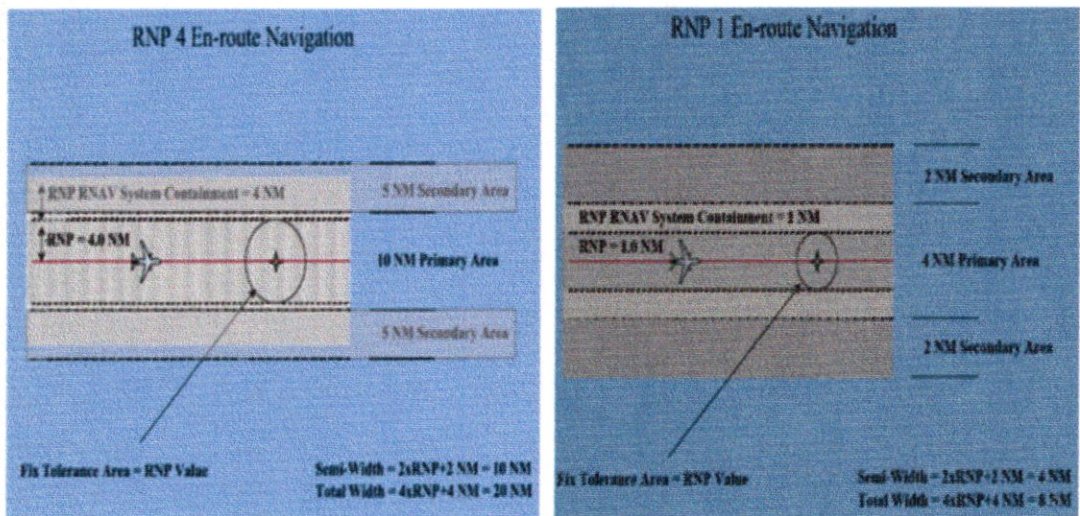


Figure.III.15.la distribution TSE dans les conditions normales.



(a)

(b)

Figure.III.16.a) les routes de navigation RNP-4.

Figure.III.16.b) les routes de navigation RNP-1.

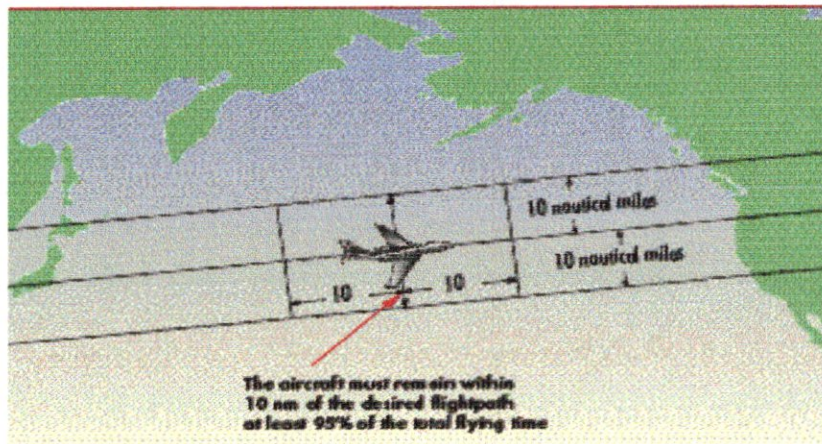


Figure.III.16.c) les routes de navigation RNP-10.

Area of application	Navigation accuracy	Designation of navigation standard Current situation	Designation of Navigation Specification: PBN concept (new)
Oceanic/Remote	10	RNP 10	RNAV 10
	4	RNP 4	RNP 4
En Route Continental	5	B-RNAV	RNAV 5
En route continental and Terminal	2	US-RNAV type A	RNAV 2

Oceanic/Remote	10	RNP 10	RNAV 10
	4	RNP 4	RNP 4
En Route Continental	5	B-RNAV	RNAV 5
En route continental and Terminal	2	US-RNAV type A	RNAV 2

Tableau.III.1.les valeurs de navigation de spécification.

	RNAV 10	RNAV 5	RNAV 1	RNP 4	BASIC-RNP 1	RNP APCH
§ x.3.3						
Performance Requirements						
-Accuracy	10NM 95%	5NM 95%	1NM 95%	4NM 95%	1NM 95%	1-0.3NM 95%
-Equipment malfunction	Major	Major	Major	Major	Major	Major
-Continuity	Major	Minor	Minor	Major	Minor	Minor
-Signal in Space	Error > 20 NM, Prob < 10-7/h	Error > 10 NM, Prob < 10-7/h	Error > 2 NM, Prob < 10-7/h	Error > 8 NM, Prob < 10-7/h	Error > 2 NM, Prob < 10-7/h	Error > 2-0.6 NM, Prob < 10-7/h
OPMA				Error > 8NM, Prob < 10-8	Error > 2NM, Prob < 10-8	Error > 2-0.6NM, Prob < 10-8
Minimum equipment	2 LRNS using: - GNSS - IRS	1 system using: - GNSS - DME/DME - VOR/DME - IRS	2 systems using: - GNSS - DME/DME - DME/DME /IRS	2 LRNS using at least: - GNSS	System using at least: - GNSS	System using at least: - GNSS
§ x.3.3.2 Specific requirements concerning the positioning function	- GNSS - IRS - 2IRS + GNSS	- GNSS - DME/DME - VOR/DME - IRS	- GNSS - DME/DME - DME/DME /IRS			
						12

Tableau.III.2.comparaison de spécification de la navigation.

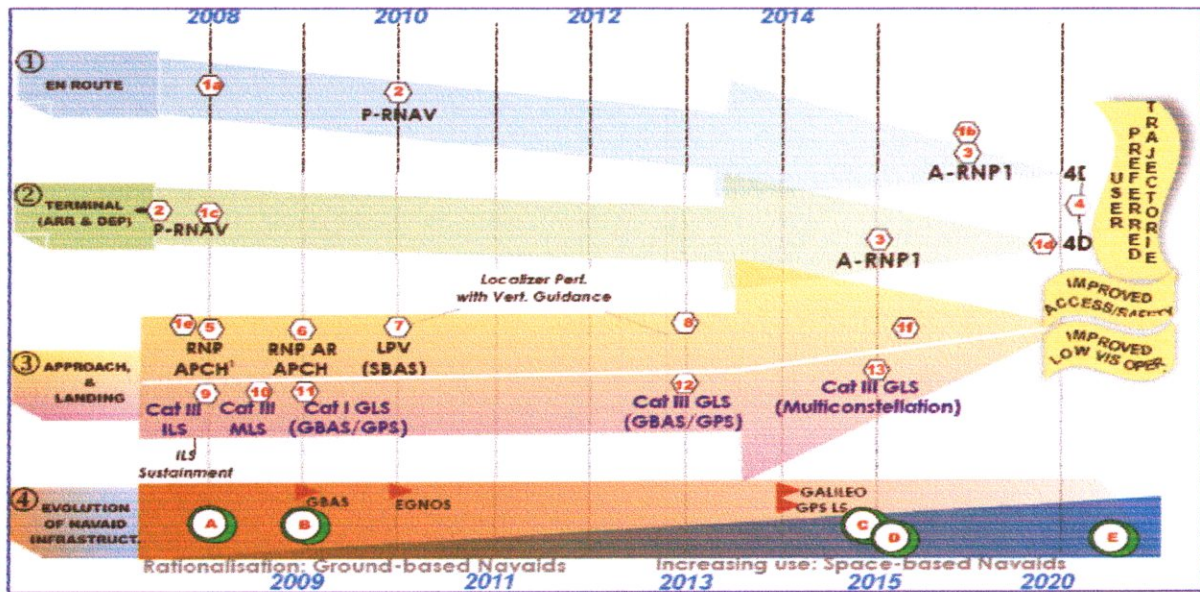


Figure.III.17.le développement de PBN.

Area of application	Navigation accuracy	Designation of navigation standard	Designation of navigation specification	EASA material
		Current situation	PBN concept (new)	
Oceanic/Remote	10	RNP 10	RNAV 10	AMC 20-12 "Recognition of FAA Order 8400.12a for RNP 10 Operations"
	4	RNP 4	RNP 4	Herve's proposal
En Route Continental	5	B-RNAV	RNAV 5	AMC 20-4 "Airworthiness Approval and Operational Criteria For the Use of Navigation Systems in European Airspace Designated For Basic RNAV Operations"
Terminal	1	P-RNAV US-RNAV type B	RNAV 1	TGL 10 "AIRWORTHINESS AND OPERATIONAL APPROVAL FOR PRECISION RNAV OPERATIONS IN DESIGNATED EUROPEAN AIRSPACE" and new AMC 20-16
		N/A	Basic-RNP 1	No document
		N/A	Advanced RNP 1 (provision only)	No document
Approach	0.3	RNAV (GNSS)	RNP APCH	AMC 20-XX "AIRWORTHINESS AND OPERATIONAL APPROVAL FOR RNP APPROACH (RNP APCH) OPERATIONS"
	0.3-0.1	RNP SAAAR RNP AR	RNP AR APCH	AMC 20-XZ "AIRWORTHINESS AND OPERATIONAL APPROVAL FOR RNP SAAAR APPROACH (RNP AR APCH) OPERATIONS"

Tableau.III.3.La publication de répercussions du manuel PBN sur les matières EASA.

CHAPITRE IV

LA MISE EN

ŒUVRE RNP

APCH

IV. MISE EN ŒUVRE RNP APCH :

IV.1. INTRODUCTION :

IV.1.1. Contexte :

Les procédures d'approche RNP (RNP APCH) incluent les procédures d'approche RNAV (GNSS) existantes désignées avec un segment de droite. Les procédures RNP APCH devraient être autorisées par un certain nombre d'agences de régulation, y compris l'Agence Européenne de Sécurité Aérienne (AESA) et la Fédération Aéronautique Internationale (FAA). La FAA a publié des critères de navigabilité, AC20-138A, pour l'équipement GNSS et de systèmes qui sont admissibles à de telles opérations. L'AESA élabore actuellement des documents de certification (série AMC20) pour les critères de navigabilité approuvés et opérationnels pour les opérations d'approche RNP (RNP APCH).

Bien que similaire dans les exigences fonctionnelles, il existe de légères différences entre ces deux critères de navigabilité. Pour atteindre un niveau mondial, les deux critères ont été harmonisés en une norme unique de navigation.

Ce chapitre traite des applications d'approche fondée sur le GNSS qui sont classés dans RNP APCH Conformément au concept PBN.

IV.1.2. Objet :

Ce chapitre fournit des orientations aux États pour mettre en œuvre les opérations RNP APCH (exclusion les opérations RNP AR APCH). Pour le fournisseur de services de navigation aérienne, fournit une recommandation OACI pour mettre en œuvre les opérations RNP.

Pour l'exploitant, il offre une combinaison de critères de navigabilité et opérationnels RNAV en Europe et aux États-Unis. Pour les systèmes RNAV autonomes et multi-capteur utilisant le GNSS, la conformité avec un guidage européen (EASA AMC 20) et des États-Unis (FAA AC 20-138A, AC 20-130A ou TSO C115b) assure la conformité automatique avec cette spécification OACI, ce qui évite la nécessité d'une évaluation complémentaire ou documentation AFM. Une approbation opérationnelle à cette norme permet à un exploitant d'effectuer les opérations RNP APCH au niveau mondial.

Note: Les systèmes multi-capteur peuvent utiliser les combinaisons d'autres capteurs comme le DME / DME ou DME / DME / IRU qui fournissent les performances de navigation acceptables pour RNP APCHROACH. Cependant, ces cas sont limités en raison de l'augmentation de la complexité des exigences et l'évaluation de l'infrastructure NAVAID et, ne sont pas pratique et rentable

pour une application généralisée. Ce chapitre ne porte que sur l'exigence de l'aspect navigation latérale (2D navigation) le long d'un segment de droite. Les courbes d'approches sont abordées dans RNP AR APCH.

IV.2. CONSIDERATIONS ANSP :

IV.2.1. Infrastructure NAVAID :

Le GNSS est le système primaire de navigation pour effectuer les procédures RNP APCH.

Le segment d'approche interrompue peut être basé sur NAVAID conventionnel (par exemple, VOR, DME, NDB).

L'acceptabilité du risque de perte de capacité RNP APCH pour plusieurs aéronefs en raison de panne de satellite ou de la perte de la fonction de surveillance et d'alerte a bord (par exemple des trous RAIM), doit être examiné par l'autorité responsable d'espace aérien.

IV.2.2. Communication et Surveillance ATS :

RNP APCH ne comprend pas les exigences spécifiques pour la communication ou la surveillance d'ATS. Le franchissement d'obstacles adéquat est assuré par les performances des avions et des procédures d'exploitation.

IV.2.3. Les clearances de franchissement d'obstacle :

Des indications détaillées sur le franchissement des obstacles est prévu dans les PANS-OPS (Doc 8168, Vol II). Les critères généraux s'appliquent dans la partie 1 et 3, avec les critères d'approche du Doc 8168, Volume II, Partie III, Section 1, chapitre 2 et l'article 3, chapitre 3 sur la base du GNSS.

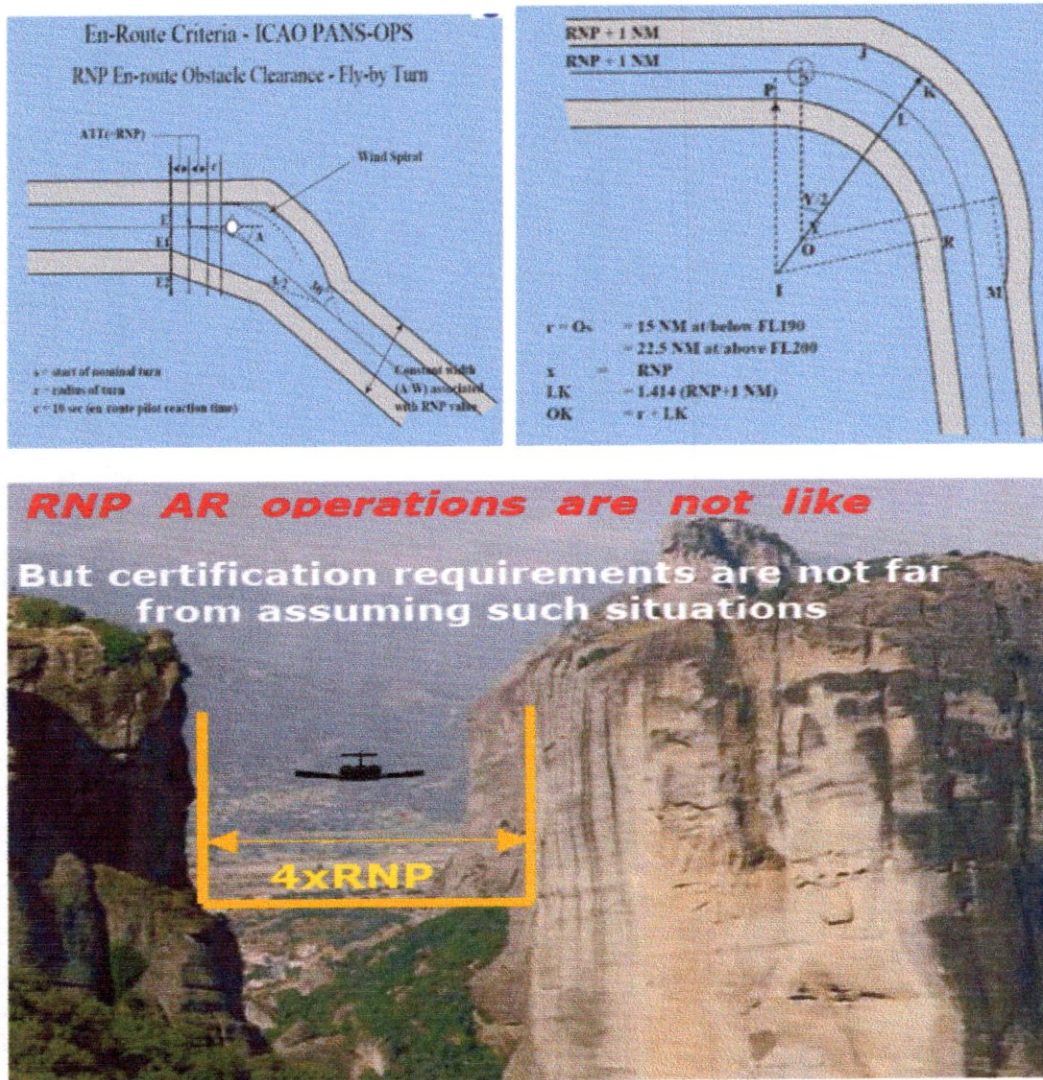


Figure .IV.1 .les critères de franchissement d’obstacle pour le RNP- Fly- by-turn

IV.2.4. Autres considérations :

Plusieurs appareils ont la capacité d’exécuter une manœuvre de circuit d’attente en utilisant leur système RNP.

Le guidage dans ce chapitre ne remplace pas les exigences de fonctionnement d’état appropriées pour l’équipage.

IV.2.5. Publication

L’AIP devrait indiquer clairement l’application de navigation RNP APCH La conception de la procédure devrait s’appuyer sur les profils de descente normale^{UX} et la publication d’État doit identifier l’exigence minimale d’altitude du segment, y compris un LNAV OCA (H).

Si le segment d'approche interrompue est basé sur des moyens conventionnels, les installations NAVAID qui sont nécessaires pour effectuer l'approche doivent être identifiées dans les publications pertinentes.

Les données de navigation publiées dans l' AIP pour les procédures et les aides à la navigation doivent répondre aux exigences de l'Annexe 15 et l'annexe 4 (selon le cas). Toutes les procédures doivent être basées sur des coordonnées WGS 84.

IV.2.6. La formation des contrôleurs :

Les contrôleurs aériens, qui fournissent les services de contrôle dans les aéroports où des approches RNP ont été mises en œuvre, devraient avoir suivi une formation qui couvre les éléments énumérés ci-dessous.

La formation de base

a) comment fonctionne le système de navigation de surface (dans le contexte de cette navigation de spécification).

- (1) Inclure les capacités fonctionnelles et les limitations de cette spécification de navigation,
- (2) la précision, l'intégrité, la disponibilité et la continuité, y compris la surveillance de performance et d'alerte à bord ;
- (3) un récepteur GPS, RAIM, FDE, et des alarmes d'intégrité;
- (4) le concept des points de repère Fly-by (et les différentes performances de tour de control)

b) les exigences du Plan de Vol

- (1) les procédures d'urgence d'ATC
- (2) les minima de séparation
- (3) l'environnement équipage .
- (4) la transition entre les différents environnements d'exploitation
- (5) la Phraséologie

La formation spécifique à cette spécification de navigation

- a) les procédures de contrôle connexes;
 - (1) Le guidage radar Technique (selon le cas);

b) les procédures d'approche RNP :

(1) y compris les approches T et Y;

(2) les minimums d'approche .

c) Impact de demander un changement d'organisation du trafic au cours d'une procédure.

IV.2.7. Surveillance d'état :

L'infrastructure NAVAID doit être surveillée et, selon le cas, mise à jour par le prestataire de services.

Avertissement en temps voulu des pannes (NOTAM) doit être délivré.

Les informations d'état doivent être fournies conformément à l'Annexe 11 pour les installations de navigation ou de services qui peuvent être utilisés pour effectuer l'opération.

IV.2.8. Système de surveillance ATS :

Si une observation /analyse indique que la perte de franchissement d'obstacles a eu lieu, la raison d'écart apparent de la trajectoire ou de l'altitude doit être déterminée et les mesures pour empêcher une récurrence doivent être prises.

IV.3. spécification de navigation :

IV.3.1. Contexte :

Cette section identifie les exigences de navigabilité et d'exploitation pour les opérations RNP APCH. La conformité des opérations avec ces exigences doit être adressée par la régulation opérationnelle nationale, et peut nécessiter une approbation spécifique de fonctionnement dans certains cas. Par exemple, certaines réglementations opérationnelles exigent aux exploitants d'appliquer à leurs autorités nationales (État d'immatriculation) l'approbation opérationnelle.

Ce chapitre ne porte que sur la partie latérale du système de navigation. Si le système est approuvé pour l'opération APV Baro VNAV, l'installation doit être conforme aux exigences du VOL II, l'annexe A Baro " VNAV ».

IV.3.2. Processus d'approbation :

Cette spécification de navigation ne constitue pas des documents de guidage réglementaires sur lesquels l'avion ou l'opérateur sera évalué et approuvé.

Les avions sont certifiés par l'État de construction. Les exploitants sont agréés conformément à leurs règles de fonctionnement nationales.

La navigation de spécification fournit les critères techniques et opérationnels, et n'implique pas un besoin de renouvellement de certification.

Les étapes suivantes doivent être remplies avant de procéder aux opérations RNP APCH:

- a) l'équipement d'aéronef doit être déterminé ;
- b) Les procédures d'exploitation pour les systèmes de navigation pour être utiliser et le processus de la base de données de navigation d'exploitant doivent être documentés;
- c) la formation d'équipage basée sur les procédures d'exploitation doit être documenté si nécessaire;
- d) Le matériel ci-dessus doit être acceptée par l'autorité d'État de réglementation;
- e) l'approbation opérationnelle doit être alors obtenue conformément aux règles de fonctionnement nationales.

D'après la réussite des étapes ci-dessus, une approbation opérationnelle RNP APCH, lettre d'autorisation ou la spécification d'exploitation appropriée (Spec Ops), si elles sont exigées devraient être ensuite publiées par l'État.

IV.3.2.1 éligibilité d'aéronef:

Les documents d'éligibilité de navigabilité ; La documentation significative acceptable pour l'état d'exploitation doit être disponible pour dire que l'avion est équipé d'un système RNAV avec les exigences RNP APCH.

Pour éviter les activités de réglementation, la détermination d'admissibilité pour les systèmes existants devrait envisager l'acceptation de la documentation de la conformité du constructeur.

Les systèmes RNP AR APCH sont considérés comme qualifiés pour les opérations RNP APCH sans examen complémentaire.

IV.3.2.2 Approbation opérationnelle :

L'évaluation d'un exploitant particulier est faite par l'État de l'exploitant / D'enregistrement, et en conformité aux règles de fonctionnement nationales (par exemple, le JAR-OPS 1, 14 CFR Part 121) pris en charge par l'intermédiaire des documents de guidage consultatifs.

L'évaluation devrait prendre en compte:

- a) la preuve d'admissibilité d'aéronef.
 - b) l'évaluation des procédures d'exploitation pour les systèmes de navigation utilisés.
 - c) Le contrôle de ces procédures à travers les inscriptions acceptable dans le manuel d'exploitation.
 - d) Identification des exigences de formation d'équipage.
 - e) selon le cas, le contrôle des processus de base de données de navigation
- L'approbation opérationnelle sera probablement documentée par l'Etat approuvant le certificat de transporteur aérien (AOC) par l'émission d'une lettre d'autorisation, Cahier des charges sur les spécifications d'exploitation (Spec Ops) ou amendement au manuel d'exploitation

IV.3.2.2.1 Description d'Equipment d'aéronef :

L'exploitant doit disposer d'une liste de configuration détaillant les composantes pertinentes et les équipements utilisés pour les opérations RNP APCH.

IV.3.2.2.2 Documents de formation :

Les exploitants commerciaux doivent avoir un programme de formation traitant des pratiques opérationnelles, des procédures et les éléments de formation liés à des opérations RNP APCH (par exemple initiale, la formation de mise à niveau ou la formation périodique d'équipage, contrôleur ou de personnel d'entretien).

Note: Il n'est pas exigé d'établir un programme de formation distinct si la formation RNAV est déjà un élément intégré d'un programme de formation. Toutefois, il devrait être possible d'identifier que les aspects RNAV sont couverts par un programme de formation.

Les exploitants privés doivent connaître les pratiques et procédures mentionnées au paragraphe IV.3.5 " Connaissance Pilot / formation » du présent chapitre.

IV.3.2.2.3 Les manuels d'exploitation et check-lists :

Les manuels d'exploitation et check-lists pour les exploitants commerciaux doivent adresser ces informations / conseils sur les procédures normalisées d'exploitation détaillées dans les « procédures d'exploitation » du présent chapitre. Les manuels appropriés devraient contenir des instructions d'exploitation de navigation et des procédures d'urgence où spécifié. Les Manuels et check-lists doivent être soumis à la révision dans le cadre du processus d'application.

Les exploitants privés doivent fonctionner en utilisant les pratiques et procédures mentionnées au paragraphe IV.3.5 " les connaissances du pilot / formation » du présent chapitre.

IV.3.2.2.4 les considérations Minimum Equipment List (MEL):

Les exploitants doivent éditer la MEL, ou l'équivalent, et préciser les conditions nécessaires d'exploitation. Toutes les modifications de liste d'équipement minimal (MEL) nécessaires pour répondre aux dispositions RNP APCH doivent être approuvées.

IV.3.3. Les exigences d'aéronef:

IV.3.3.1. Les performance du system, surveillance et alerte :

Précision: Pendant les opérations sur les segments : initial, intermédiaire et pour l'approche interrompue RNAV d'un RNP APCH, l'erreur du système totale latérale doit être de ± 1 NM dans 95% du temps de vol total. L'Erreur Parallèle à la trajectoire doit être aux environs de ± 1 NM au moins 95% du temps de vol total.

Pendant les opérations sur le segment d'approche finale d'un RNP APCH, l'erreur du système latérale totale doit être $\pm 0,3$ NM au moins 95% du temps de vol total. L'erreur le long de la trajectoire doit également être $\pm 0,3$ NM au moins 95% du temps de vol total.

Pour satisfaire aux exigences de précision, Le 95% FTE ne devrait pas dépasser 0,5 NM sur les segments : initial, intermédiaire et approche interrompue RNAV d'un APCH RNP. Le FTE 95% ne devrait pas dépasser 0,25 NM sur le segment d'approche finale d'un RNP APCH.

Note: L'utilisation d'un indicateur de déviation avec une déviation de 1 NM sur les segments : d'approche, initiale, intermédiaire et interrompue, et déviation de 0,3 NM sur le segment d'approche final ont été constatés pour être un moyen acceptable de conformité. L'utilisation d'un pilote automatique ou directeur de vol a été trouvée pour être un moyen acceptable de conformité (les systèmes de stabilisation en roulis ne sont pas admissibles).

L'intégrité: le mal fonctionnement d'équipement de navigation est classée comme une condition de panne majeur sous les règlements de navigabilité (à savoir, 10^{-5} par heure).

Continuité: La perte de fonction est classée comme une défaillance mineure si l'exploitant peut revenir à un autre système de navigation et procéder à un aéroport de dégagement. Si la procédure d'approche interrompue est basée sur des moyens conventionnels (par exemple, NDB, VOR, DME), les équipements liés à la navigation doivent être installés et utilisables.

Contrôle des performances et d'alerte: Pendant les opérations sur les segments d'approche initial, intermédiaire et approche interrompue RNAV d'un RNP APCH, le système RNP, ou le système RNP et pilote en combines, doit fournir une alerte si la précision requise n'est pas remplie, ou si la probabilité que le TSE latérale dépasse 2 NM est supérieure à 10^{-5} .

Pendant les opérations sur le segment d'approche finale d'un RNP APCH, le système RNP, ou le système RNP et pilote combines, fournit une alerte si la précision requise n'est pas remplies, ou si la probabilité que le TSE latérale dépasse 0,6 NM est supérieure à 10^{-5} .

Signal-in-''Space'': Pendant les opérations sur les segments :d'approche initial, intermédiaire et approche interrompue RNAV d'un RNP APCH, les équipements de navigation aérienne doivent fournir une alerte si la probabilité des erreurs de signal -in- ''space ''provoquant une erreur de position latérale supérieure a 2 NM dépasse 10^{-7} par heure (OACI, Annexe 10, Tableau 3.7.2.4-1).

Pendant les opérations sur le segment d'approche final d'un RNP APCH, les équipements de la navigation aérienne doivent fournir une alerte si la probabilité d'erreurs du signal-in-''space'' provoquant une erreur de position latérale supérieure à 0,6 NM dépasse 10^{-7} par heure (OACI, annexe 10, tableau 3.7.2.4-1).

Note 1: Il n'existe aucune exigence RNP APCH pour l'approche interrompue si elle est fondée sur des moyens conventionnels (VOR, DME, NDB) ou sur l'estime.

Note 2: la conformité avec les exigences de performance de surveillance et d'alerte n'implique pas, une erreur de surveillance automatique ou technique de vol. La surveillance et l'alerte à bord devraient être composées au moins d'une Erreur de System de Navigation (NSE), algorithme de surveillance et d'alerte et d'un écran de déviation latéral permettant a l'équipage de suivre l'erreur technique de vol (ETE).

Dans la mesure où les procédures opérationnelles sont utilisées pour surveiller FTE, la procédure d'équipage, caractéristiques d'équipement et d'installation sont évalués pour leur efficacité et d'équivalence tel que décrit dans les exigences fonctionnelles et les procédures d'exploitation.

''Path Definition Error'' (PDE) est considéré négligeable en raison du processus d'assurance qualité (paragraphe IV.3.6) et les procédures d'équipage (paragraphe IV.3.4).

3. Pour les GNSS approuvés conformément avec E/TSO-C129 (), la capacité pour la détection de défaut satellitaire et l'exclusion (FDE) est recommandée pour améliorer la continuité de la fonction.

c) Les systèmes multi-capteurs utilisant le GNSS devraient être approuvés conformément à l'AC20-130A ou TSOC115b, et d'avoir démontrés la capacité RNP APCH.

IV.3.3.2 Critères pour les systèmes spécifiques de navigation :

RNP APCH est basée sur le positionnement GNSS. Les données de positionnement des autres types des capteurs de navigation peuvent être intégrées avec les données fournies a condition que le GNSS ne provoquent pas d'erreurs de position plus que l'erreur de système total (TSE), ou si des moyens sont prévus pour déconnecter les autres types de capteurs de navigation.

IV.3.3.3. Fonctionnalités Requises:

L'affichage de Navigation et les fonctions requises :

Les données de navigation, incluent l'indication TO/ FROM, et un indicateur de panne doivent être affichés sur un écran d'affichage de déviation latéral (CDI, (E) HSI) et / ou un affichage de carte de navigation. Ceux-ci doivent être utilisés comme les instruments primaires de vol pour la navigation d'avion, d'anticipation de manœuvre, et en cas de panne statue l'indication d'intégrité.

a) L'affichage doit être visible pour le pilote et situé dans le champ visuel primaire (± 15 degrés par rapport à ligne normale de vue du pilote) lorsqu'il regarde en avant le long de la trajectoire de vol.

f) l'échelle d'affichage de déviation latérale doit concorder avec les limites d'alerte et de signalisation.

g) L'affichage de déviation latérale doit aussi avoir une pleine échelle appropriée pour la phase actuelle de vol et doit être basée sur l'erreur de système globale. L'échelle est $+ / - 1$ NM pour les segments: initial et intermédiaires et $+ / - 0,3$ NM pour le segment d'approche final.

d) l'échelle d'affichage peut être réglée automatiquement par défaut ou une valeur obtenue à partir des données de base de navigation. La valeur de déflexion de full-scale doit être connue ou doit être disponible pour l'affichage au pilote correspondant, à des valeurs d'approche.

e) comme un autre moyen, un affichage de carte de navigation doit donner des fonctionnalités équivalentes à un affichage de déviation latérale avec les échelles de cartes appropriées (l'échelle peut être réglé manuellement par le pilote), et une fonctionnalité équivalente à un affichage de déviation latérale.

Pour être approuvé, un affichage de carte de navigation doit répondre aux exigences TSE.

f) Il est fortement recommandé que le sélecteur de route de l'écran d'affichage de déviation soit automatiquement asservi à la trajectoire calculée RNAV.

Note: cela ne s'applique pas pour les installations où un affichage de carte électronique contient un affichage graphique de la trajectoire de vol et de déviation de trajectoire.

g) le directeur de vol et / ou le pilote automatique n'est pas requis pour ce type d'opération mais si l'erreur totale latérale ne peut pas être démontré sans ces systèmes, il devient obligatoire. Dans ce cas, le couplage au directeur de vol et / ou le pilote automatique du système RNAV doit être clairement indiquée au niveau du poste de pilotage.

h) L'amélioration de l'écran de navigation (par exemple l'affichage de la carte électronique ou améliorés EHSI) pour améliorer la situation latérale, la vérification d'approche et la surveillance de navigation (vérification du plan de vol) pourrait devenir obligatoires si l'installation RNAV ne supporte pas l'affichage des informations nécessaires pour l'accomplissement de ces tâches de l'équipage.

IV.3.4. Procédures d'exploitation :

La certification de navigabilité seulement ne suffit pas pour autoriser l'exploitant à effectuer les opérations RNP APCH. L'approbation Opérationnelle est requise pour confirmer l'adéquation des procédures normales et d'urgence pour l'installation d'équipement particulier.

IV.3.4.1 Préparation du vol:

Les exploitants et les pilotes (ayant l'intention de mener des opérations sur les procédures RNP APCH) doivent déposer le suffixe du plan de vol approprié et les données de navigation doivent être à jour et incluent les procédures appropriées.

Note: les bases de données de navigation devraient être utilisés pour la durée de vol. Si le cycle AIRAC est dû au changement pendant le vol, les exploitants et les pilotes doivent établir des procédures pour assurer la précision des données de navigation, incluant l'adéquation des équipements de navigation utilisés pour définir les trajectoires et les procédures pour le vol.

En plus de la planification normale, des contrôles pré-vol doivent être inclus:

- a) Le pilote doit assurer que les approches qui peuvent être utilisées pour le vol prévu (y compris les aérodromes de dégagements) sont

sélectionnables à partir d'une base de données de navigation validée (cycle AIRAC actuelle), ont été vérifiées par le processus approprié (processus d'intégrité de base de donnée de navigation) et ne sont pas interdite par une instruction de l'exploitant ou NOTAM.

- b) Sous réserve des règlements d'état, au cours de la phase pré-vol, le pilote doit assurer que les moyens suffisants sont disponibles pour naviguer et atterrir à la destination ou à un aérodrome de dégagement en cas de perte de capacité RNP APCH.
- c) Les exploitants et les équipages doivent tenir compte de tout NOTAM ou des documents de briefing d'exploitant qui pourrait affecter le bon fonctionnement des systèmes de bord, ou la disponibilité ou l'adéquation des procédures à l'aéroport de destination, ou de dégagement.
- d) Pour les procédures d'approche interrompue basée sur les moyens conventionnels (VOR, NDB), l'équipement de bord requis pour effectuer cette procédure est installé dans l'avion et est opérationnel. En outre, les aides à la navigation associés basés au sol sont opérationnelles.

La disponibilité de l'infrastructure NAVAID, requis pour les routes prévues, incluent tout éventualité de non-RNAV, doit être confirmée pour la période des opérations destinées, utilisées toutes les informations disponibles. Depuis L'intégrité du GNSS (RAIM ou signal SBAS) est requise par l'annexe 10, la disponibilité de celles-ci doit être déterminé comme approprié.

Pour l'aéronef qui vol avec les récepteurs SBAS (tous les TSO-C145 () / C146 ()), les exploitants doivent vérifier la disponibilité GPS RAIM appropriée dans les zones où le signal SBAS est indisponible

La disponibilité du ABAS:

Le niveau RAIM requis pour RNP APCH peut être vérifié, soit par NOTAM (si disponible) ou par les services de prévision. L'autorité d'exploitation peut fournir un guidage spécifique sur la façon de se conformer à cette exigence (par exemple, si les satellites suffisants sont disponibles, une prédiction ne peut pas être nécessaire). Les exploitants devraient familiariser avec les informations de prédiction disponibles pour la route prévue.

La prévision de disponibilité RAIM doit prendre en compte les derniers constellations GPS, NOTAM et le modèle d'avionique (si disponible). Le service peut être fourni par l'ANSP, le constructeur d'avionique, d'autres entités ou grâce à une capacité de prédiction du récepteur embarqué RAIM.

Dans le cas prévu, la perte continue du niveau approprié de détection des défauts de plus de cinq (5) minutes quelque soit la partie de l'opération RNP APCH, la planification de vol doit être révisée (par exemple, retarder le départ ou la planification d'une procédure de départ différents).

La disponibilité du logiciel de prédiction RAIM ne garantit pas le service, ils sont plutôt des outils pour évaluer la capacité d'atteindre les performances de navigation requise.

En raison de certains éléments GNSS qui tombent en panne, les pilotes / ANSP doivent réaliser que RAIM ou la navigation par GPS peut être perdu pendant le décollage qui peut exiger le retour à un autre moyen de navigation. Par conséquent, les pilotes devraient évaluer leur capacité à naviguer (potentiellement à une autre destination) en cas de panne de GPS.

IV.3.4.2 avant de commencer les procédures :

En plus de la procédure normale avant de commencer l'approche (avant l'IAF et la compatibilité avec la charge de travail d'équipage), l'équipage doit vérifier la bonne procédure qui a été chargée par la comparaison avec les cartes d'approche. Cette vérification doit comprendre:

- a) La séquence du point de repère.
- b) Le caractère raisonnable de la trajectoire, les distances des étapes d'approche, la précision de la trajectoire d'arrivée et la longueur du segment d'approche final.

Note: comme un minimum, ce contrôle pourrait être une simple inspection d'un affichage de la carte appropriée permettant d'atteindre les objectifs du présent paragraphe.

L'équipage doit aussi vérifier à partir des cartes publiées, un affichage de la carte ou Control Display Unit (CDU), quelles sont les points de repère fly-by et quelles sont les points de repère qui sont fly-over.

Pour les systèmes multi-capteurs, l'équipage doit vérifier lors d'approche que le capteur GNSS est utilisé pour le calcul de la position.

Pour un système RNP avec ABAS exigeant l'altitude barométrique corrigée, le calage d'altimètre barométrique de l'aéroport actuel, devrait être entré à l'emplacement dans le temps approprié, en conformité avec la performance d'exploitation de vol.

Lorsque l'opération est fondée sur la disponibilité ABAS, l'équipage doit effectuer une nouvelle vérification de la disponibilité RAIM, si l'ETA est plus de 15 minutes différentes de l'ETA utilisé lors de la planification de vol. Cette vérification est également traitée automatiquement 2 NM avant le FAF pour un récepteur classe A1 E/TSO-C129a.

Les interventions tactiques d'ATC dans la zone terminal peuvent inclure des headings de radar, les clearances «direct to» qui court-circuitent dans les étapes d'une approche initiale, l'interception d'un segment initial ou intermédiaire, d'une approche, ou l'insertion de points de repère chargés à partir de la base de données.

En se conformant aux instructions d'ATC, l'équipage doit être conscient des implications pour le système RNP. a) La saisie manuelle des coordonnées dans le système RNAV par l'équipage pour les opérations dans la zone terminal n'est pas autorisée.

b) Les autorisations «Direct to » peuvent être acceptées pour les repère intermédiaire (IF) fournies, le changement de trajectoire résultante au IF ne doit pas dépasser 45 °.

Note: la clairance direct au FAF n'est pas acceptable.

La définition latérale de la trajectoire de vol entre le FAF et le point d'approche interrompue (MAPT) ne doit être pas révisée par l'équipage en toutes circonstances.

IV.3.4.3 Au cours de la procédure :

L'aéronef doit être établi sur la trajectoire d'approche finale au FAF avant le début de la descente (pour assurer le terrain et franchissement d'obstacles).

L'équipage qui doit vérifier l'annonceur de mode d'approche (ou l'équivalent) est correctement indique, l'intégrité du mode d'approche avec 2 NM avant le FAF.

Note: Ceci ne s'applique pas pour certain système RNP (par exemple l'avions déjà approuvée avec la capacité RNP). Pour tels systèmes, d'autres moyens sont disponibles, y compris l'affichage des cartes électroniques, l'indications de mode de guidage de vol, etc. , qui indiquent clairement à l'équipage que le mode d'approche est activé.

Les affichages doivent être sélectionnés de telle sorte que les informations suivantes peuvent être suivies:

- a) Le calculateur RNAV de trajectoire désiré (DTK), et
- b) la position d'avion par rapport à la trajectoire (écart Croix-track) pour la surveillance FTE.

La procédure doit être abandonnée:

- a) Si l'écran de navigation (ND) est marqué « invalide »,
- b) ou en cas de perte de la fonction d'alerte d'intégrité,
- c) Ou si la fonction d'alerte est annoncé indisponible avant le passage du FAF.

Note: L'arrêt de la procédure ne peut être nécessaire pour un système multi-capteurs RNP qui comprend la capacité RNP sans GNSS. La documentation du constructeur devrait être examinée pour déterminer dans quelle mesure le système peut être utilisé dans une telle configuration.

- d) Ou si FTE est excessive.

L'approche interrompue doit être exécutée conformément à la procédure publiée. L'utilisation du système RNAV pendant l'approche interrompue est acceptable à condition:

- a) Le système RNAV est opérationnel (par exemple, pas de perte de fonction, aucune alerte NSE, aucune indication de panne, ...).
- b) L'ensemble de procédures (inclut l'approche interrompue) est chargé à partir de base de données de navigation.

Au cours de la procédure RNP APCH, les pilotes doivent utiliser un indicateur de déviation latérale, le directeur de vol et / ou le pilote automatique dans le mode de navigation latérale. L'utilisation d'un indicateur de déviation latérale (par exemple, CDI) doit veiller à ce que l'échelle latérales d'un indicateur d'écart (pleine échelle) est adapté à la précision de navigation associés aux différents segments de la procédure (à savoir, $\pm 1,0$ NM pour les segments initiaux et intermédiaires, $\pm 0,3$ NM pour le segment d'approche finale, et $\pm 1,0$ NM pour le segment d'approche interrompue). Tous les pilotes sont censés de maintenir les procédures, telle que représentée par le déviation latérale et / ou le guidage de vol des indicateurs de bord.

Pendant toute la procédure d'approche à moins autorisés à s'écarter de l'ATC ou dans des conditions d'urgence. Pour les opérations normales, l'erreur cross-track

/ écart (la différence entre le système RNAV chemin calculés et la position de l'avion par rapport à la trajectoire) devrait être limitée à $\pm \frac{1}{2}$ de précision de

navigation associés à la procédure (à savoir, 0,5 NM pour les segments initiaux et intermédiaires, de 0,15 NM pour le segment d'approche finale, et de 0,5 NM pour le segment d'approche interrompue).

Lorsque Baro-VNAV est utilisé pour la trajectoire verticale pendant le segment d'approche finale, les écarts ci-dessus ci-dessous de la trajectoire de Baro-VNAV ne doivent pas dépasser respectivement 100 / -50 pieds. Les pilotes doivent effectuer une approche interrompue si les écarts latéraux ou déviations verticales (le cas échéant) dépasse les critères ci-dessus, à moins que le pilote ait (en vue) les références visuelles requises pour poursuivre l'approche.

IV.3.4.4 Procédures d'utilisation générale :

Les exploitants et les pilotes ne doivent pas demander une procédure RNP APCH, sauf s'ils répondent à tous les critères dans les documents pertinents d'État. Si un aéronef ne répondant pas à ces critères, reçoit une autorisation de l'ATC à mener une procédure RNP APCH, le pilote doit aviser l'ATC qu'il est incapable d'accepter l'autorisation et doit demander des instructions de remplacement.

Le pilote doit se conformer aux instructions ou procédures identifiées par le fabricant comme nécessaires pour se conformer aux exigences de performance dans ce chapitre.

Pendant le fonctionnement sur des segments RNAV, les pilotes sont encouragés d'utiliser le directeur de vol et / ou du pilote automatique dans mode latérale de navigation, le cas échéant.

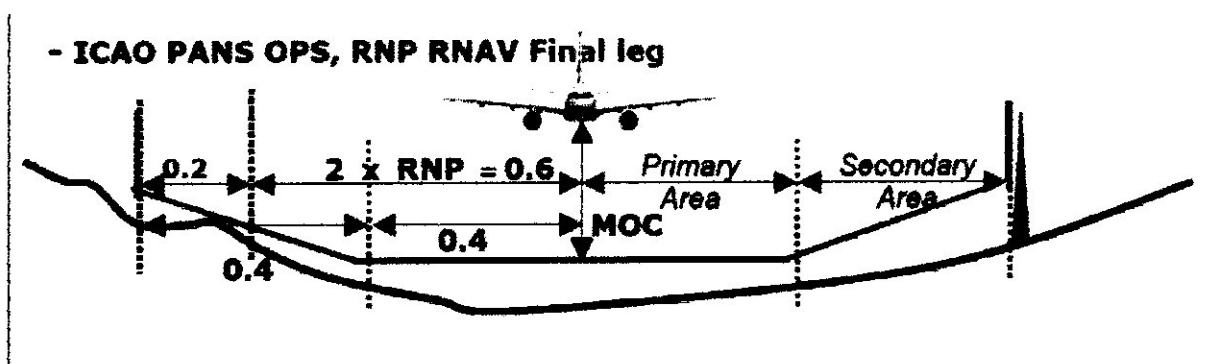


Figure.III.2.la trajectoire de vol final.

IV.3.4.5 Procédures d'urgence :

Le pilote doit informer l'ATC de toute perte de la capacité RNP APCH, ainsi que d'action d'orientation proposée. S'il est impossible de se conformer aux exigences d'une procédure RNP APCH, les pilotes doivent informer le service de la circulation aérienne le plus tôt possible. La perte de capacité RNP APCH inclut toute défaillance ou un événement entraînant l'aéronef de ne plus satisfaire aux exigences de la procédure RNP APCH. L'exploitant doit élaborer une procédure d'urgence afin de réagir en toute sécurité après la perte de la capacité RNP APCH au cours de l'approche.

En cas de panne de communications, l'équipage doit poursuivre avec le RNP APCH conformément à la procédure de communication perdu publié.

IV.3.5. Connaissance et formation du pilote:

Le programme de formation doit fournir une formation suffisante (par exemple, un simulateur, un dispositif d'entraînement, ou d'un aéronef) sur le système RNAV de l'avion, dans la mesure où les pilotes ne sont pas seulement orientés vers la tâche.

- a) Les informations contenues dans ce chapitre.
- b) L'utilisation et le bon fonctionnement des systèmes RNP.
- c) les caractéristiques de la procédure tel que déterminé par la représentation graphique et textuelle.
- d) Représentation des connaissances concernant les types de waypoint (fly-over et fly-by), les repères de la trajectoire requis (IF, TF, DF) et tout autre type utilisé par l'opérateur ainsi que les trajectoires de vol des aéronefs associés.
- e) Connaissances sur l'équipement de navigation requise, afin de mener des opérations RNP APCH (au moins un système RNP basé sur le GNSS).

Connaissance des informations spécifiques au système RNP:

- a) les niveaux d'automatisation, mode d'annonciations, des changements, des alertes, des interactions, des virages, et la dégradation.
- b) L'intégration fonctionnelle avec les systèmes des autres aéronefs.
- c) Le sens et la pertinence des discontinuités de route ainsi que des procédures connexes d'équipage de conduite.
- d) Les procédures de surveillance pour chaque phase de vol.
- e) Les types de capteurs de navigation utilisés par le système et le système associé RNP.
- f) l'anticipation sur la vitesse et l'altitude.
- g) Interprétation d'affichage électronique et de symboles.

Connaissance le fonctionnement d'équipement des procédures RNAV :

Le cas échéant, y compris la façon d'effectuer les actions des opérations suivantes:

- a) Vérifier l'anomalie des données de navigation des avions.
- b) l'achèvement réussi de la RNP ,Vérifiez le système d'auto-tests.
- c) Initialiser la position du système RNP.
- d) Récupérer et piloter un RNP APCH.
- e) Respecter la vitesse et / ou des contraintes d'altitude associée à une procédure d'approche.
- f) Effectuer l'interception d'un segment initial ou intermédiaire d'une approche qui sui la notification de l'ATC.
- g)Vérifiez les waypoints et la programmation du plan de vol.
- h) des vols directs vers un waypoint.
- i) Déterminer erreur cross-track / écart.
- j) Insertion et suppression de la discontinuité de route.
- k) Lorsque requis par l'autorité de l'aviation, effectuez la vérification des erreurs grossières de navigation à l'aide des aides à la navigation classique.
- l) les changements d'aéroport d'arrivée et l'aéroport de dégagement. La connaissance des niveaux recommandés par l'opérateur de l'automatisation de la phase de vol et la charge de travail, y compris méthodes pour minimiser l'erreur pour maintenir l'axe de la procédure.

La connaissance de la phraséologie radio téléphonie pour des applications RNP
Aptitude à effectuer des procédures d'urgence suite à des défaillances du système RNP

IV.3.6. Navigation de base de données :

La base de données de navigation doit être obtenue auprès d'un fournisseur qui est conforme aux RTCA DO-200A/EUROCAE document ED 76, Normes pour le traitement des données aéronautiques. Une lettre d'acceptation (LOA) délivré par l'autorité compétente de réglementation attestant le respect de cette exigence

Les écarts qui invalident une procédure doivent être signalés au fournisseur de base de données de navigation et les procédures doivent être interdites par une note d'un opérateur à son équipage.

Les exploitants d'aéronefs devraient envisager la nécessité de procéder à des contrôles en cours de bases de données de la navigation opérationnelle afin de répondre aux exigences du système qualité existant.

IV.3.7. Surveillance des exploitants:

Une autorité de régulation peut examiner tout rapport d'erreur de navigation dans la détermination des mesures correctives. Répétée occurrences d'erreur de navigation attribuée à une pièce d'équipement de navigation peut entraîner l'annulation de l'autorisation d'utilisation de cet équipement.

L'information qui indique le risque d'erreurs répétées peut nécessiter une modification de programme de formation d'un opérateur. L'information qui est attribué les multiples erreurs d'une équipe de pilotes particuliers peut nécessiter un examen de formation correctives ou d'une licence.

IV.4.CONSTRUCTION PROCEDURE:

IV.4.1-Les étapes et les segments:

Les segments, arrivés, initiale, et intermédiaires, fournissent une transition douce de la croisière au segment d'approche final. Descente à l'interception glide et configuration avion pour l'approche finale doit être accomplie dans ces segments. Des segments RNP devraient être conçus utilisant la plupart type d'étape appropriée (TF ou Rf) pour répondre à l'obstruction et aux exigences opérationnelles dans les segments : initial, intermédiaire, final, et remise de gaz. Généralement, les étapes de TF sont considérées en premier mais les étapes de Rf peuvent être utilisées à la place des virages TF-TF pour le contrôle le plan de virage , de tour, la simplification de procédure, ou la maniabilité améliorer.

IV.4.2 standard :

IV.4.2.1. Identification du standard:

Les standards utilisés sont ceux dans les critères généraux.

Chaque standard sera identifiée comme spécifique dans l'annexe 15 - Services d'information aéronautiques.

IV.4.2.2 descente standard :

les descentes standard ne sont pas autorisées dans les procédures RNP AR.

IV.4.3 Restrictions à la promulgation des procédures de RNP AR

IV.4.3.1 Erreurs d'altimètre

Le guidage vertical en approche finale est basé sur les altimètres barométriques, et donc les procédures ne seront pas promulguées pour l'usage avec des calages altimétrique à distance.

IV.4.3.2 Surface visuelle de segment

La surface de segment visuelle doit être dégagée des obstacles afin de publier des procédures de RNP AR.

IV.4.4 structure de référence:

Les positions des obstacles sont liées à un système coordonné conventionnel x, y, z avec son origine à LTP et parallèle à l'ellipsoïde WGS-84, voir le figure IV.2.

L'axe x est parallèle à la route d'approche finale :

x positif est la distance avant seuil et x négatif est la distance après seuil. L'axe y est angles droits avec l'axe x . L'axe z est vertical, hauteurs au-dessus du seuil positif.

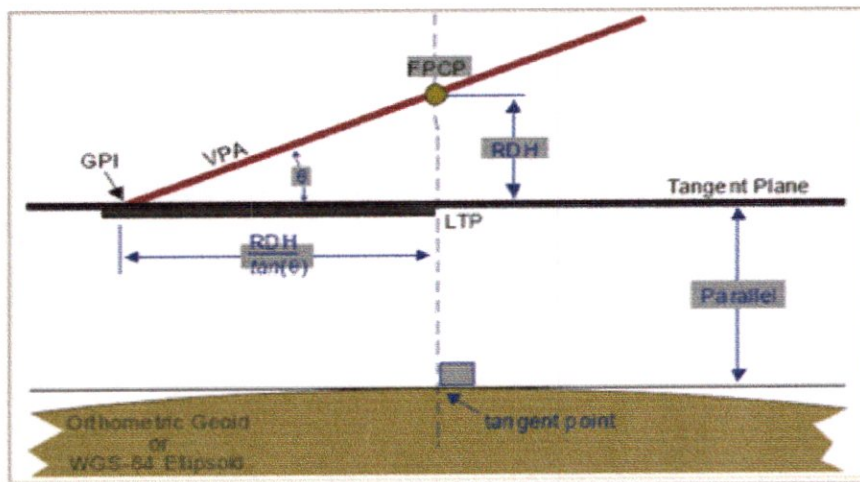


Figure IV.2.les coordonnées du système .

IV.4.5 la largeur du segment RNP

Les valeurs de RNP sont spécifiées par paliers de centième (0,01) de NM. La largeur de segment est défini comme $4 \times \text{RNP}$; la demi-largeur de segment

Les valeurs de RNP sont spécifiées par paliers de centième (0,01) de NM. La largeur de segment est défini comme $4 \times \text{RNP}$; la demi-largeur de segment

(semi-largeur) est définie en tant que $2 \times \text{RNP}$ (voir le schéma 4-2).

Les valeurs Standard RNP pour les procédures d'instrument sont énumérées dans le Tableau IV-1.

SEGMENT	RNP VALUES		
	MAXIMUM	STANDARD	MINIMUM
Initial	1	1	0.1
Intermediate	1	1	0.1
Final	0.5	0.3	0.1
Missed Approach	1	1	0.1*

Figure .IV.1.les valeurs RNP.

* utilisé seulement avec les dispositions pour le minimum, segment final droit comme spécifié dans la section d'approche interrompue.

IV.4.5.1. Les valeurs standard de RNP énumérées dans le tableau IV-1

Les valeurs standard RNP devrait être appliqué à moins qu'une valeur plus basse soit requis pour atteindre la voie sol requise ou la plus basse OCA/H. Les valeurs les plus basses de RNP sont énumérées dans Colonne « MINIMUM » du tableau IV-1.

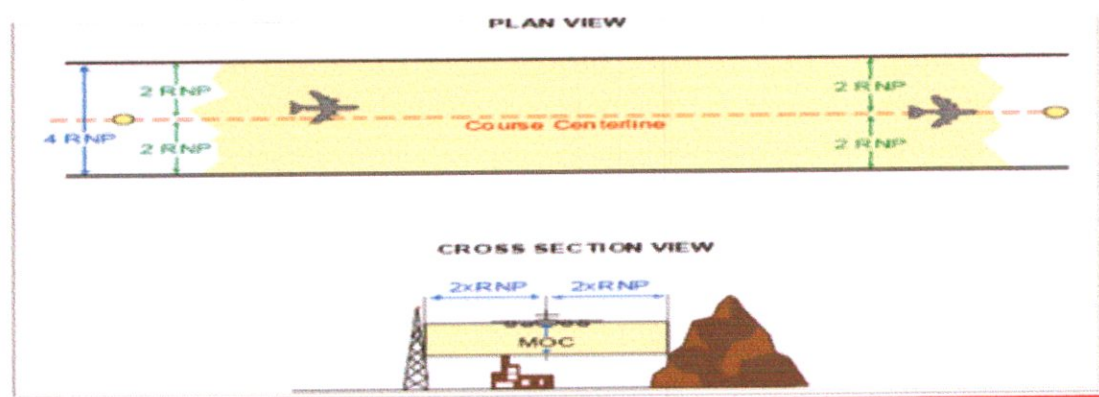


Figure .IV.2.la largeur du segment RNP.

IV.4.6 La longueur de segment RNP

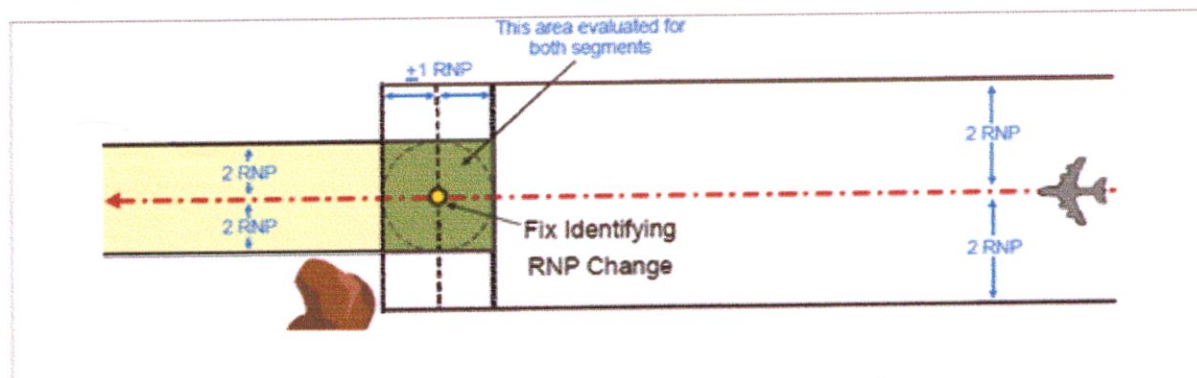
Les segments devraient être conçus avec la longueur suffisante pour permettre à la descente requise d'être le plus petit possible du Gradient OPTIMUM et pour tenir compte des DTA où des virages sont exigés. La longueur minimum droite

de segment (tout segment) est $2 \times \text{RNP}$ (+DTA comme approprié pour des constructions de virage en vol).

paragraphe IV.4.7 applique où les changements de RNP se produisent (la valeur de RNP change $1 \times \text{RNP}$ avant le standard). Pour les calculs de survol d'obstacle, le segment prolonge $1 \times \text{RNP}$ avant que la première standard à $1 \times \text{RNP}$ après en second standard.

IV.4.7 Changement de Largeur de segment (valeurs de RNP) :

Les variations des valeurs de RNP doivent être accomplies sur les avions atteignant le standard; donc, le secteur avec $\pm 1 \text{ RNP}$ de standard doit être évalué pour les deux segments. La réduction de RNP est illustrée sur le schéma IV-3, l'augmentation de RNP est illustrée sur la figure IV-4, et les changements de RNP impliquant des étapes de Rf sont illustrés du figure IV-5. Note. - Les réductions RNP ne sont pas autorisées dans les segments où le VEB est appliqué.



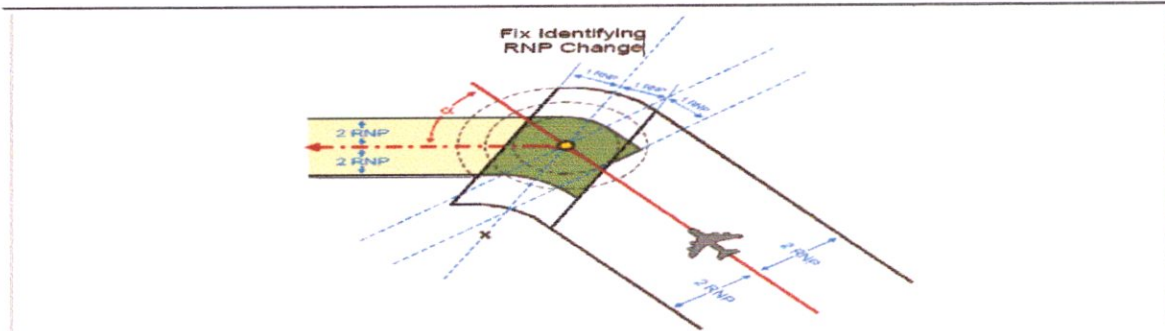


Figure .IV.3.La réduction RNP(le segment droite et le virage)

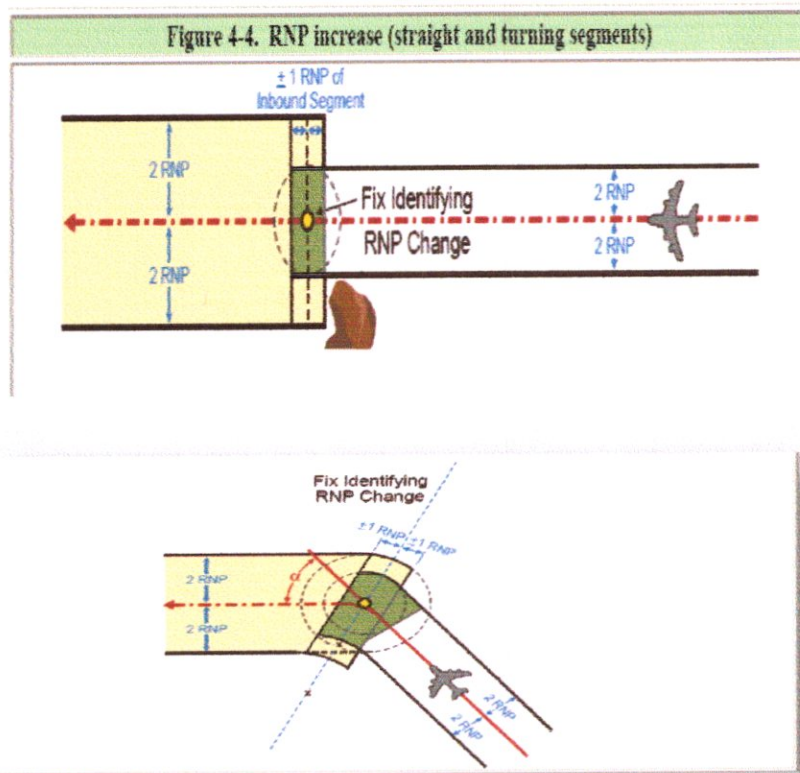


Figure .IV.5 .l'augmentation RNP(le segment droite et le virage).

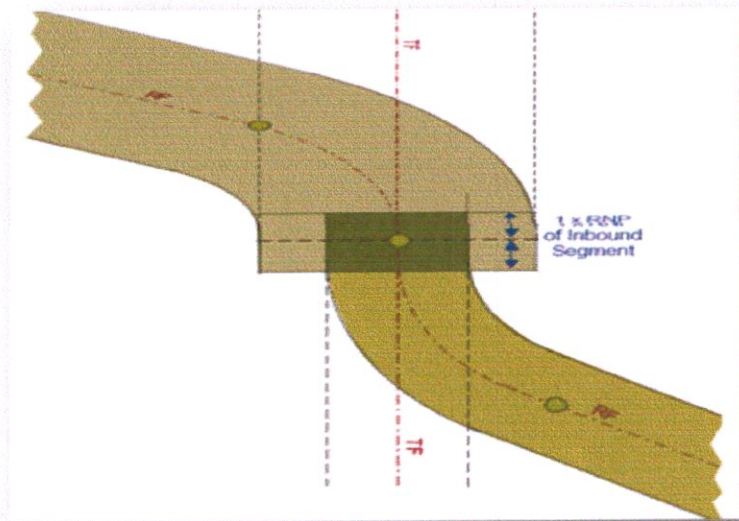


Figure .IV.5. Le changement de valeur RNP

IV.4.8 Segment d'étape de TF :

Une étape de TF est une trajectoire de vol géodésique entre deux standards et est l'étape standard normale utilisée dans les procédures RNP AR. Les étapes TF sont normalement liées par des standards de survol quand elle est associée avec les étapes RF .

IV.4.8.1 constructions l'espace aérien pour les virages en survol les points de vol reliant 2 étapes TF :

Cette construction est spécifique aux procédures de RNP AR. Seulement des secteurs primaires sont utilisés : $\frac{1}{2} AW = 2 \times RNP$. Note que les zones tampon ne sont pas appliquées. Des angles de virage devraient être limités à un maximum de 70 degrés où on s'attend à ce que des avions croisent (survol) le standard aux altitudes au-dessus de FL 190, et à 90 degrés à et sous FL 190. Quand les obstructions empêchent l'utilisation de cette construction, l'utilisation d'une étape de RF devrait être considérée (voyez paragraphe IV.4.1.9).

Le secteur virage survol est construit en utilisant les étapes suivantes :

ÉTAPE 1 : Déterminez la voie au sol requise. Calculez le rayon de virage (r) comme décrit dans le paragraphe IV.3.2.2. Construisez la tangente de plan de vol du virage en étape de rapprochement et d'éloignement. Le centre sera situé sur le bissecteur (voir les schémas IV-6 et IV-7).

ÉTAPE 2 : Construction la frontière extérieure tangentielle aux segments de rapprochement et d'éloignement en dehors des limites, avec un rayon de $2 \times \text{RNP}$ et de centre situés dans le standard.

ÉTAPE 3 : Construction de limite virage intérieure tangentielle aux segments de rapprochement et d'éloignement intérieur aux limites, avec le rayon de $(r+1 \text{ RNP})$.

Le centre sera situé sur le bissecteur (voir le schéma IV-7). L'évaluation pour le segment commence à une distance 1 RNP avant le virage standard (exemple dans la figure IV.4-6) ou à 1 RNP avant la ligne bissectrice d'angle (exemple sur le schéma IV.4-7), celui qui arrive en premier.

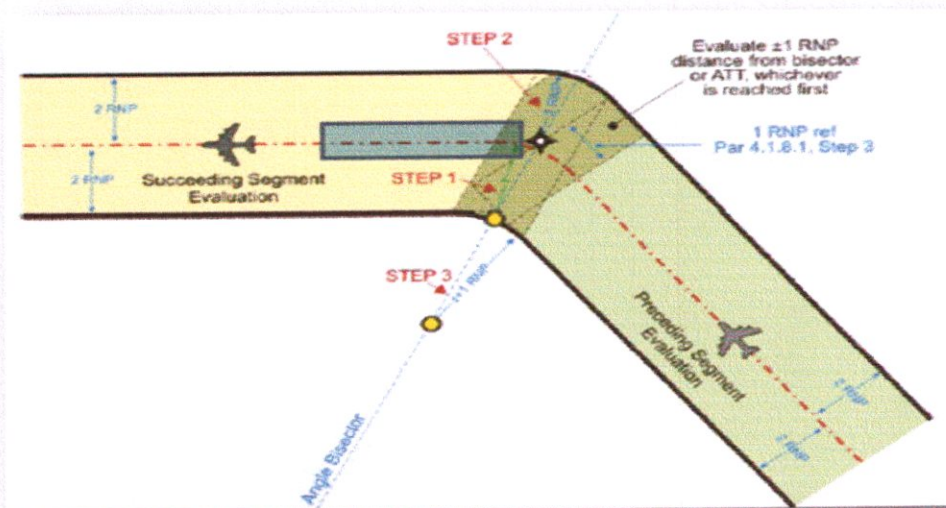


Figure IV-6. Petite tour a fly by fix .

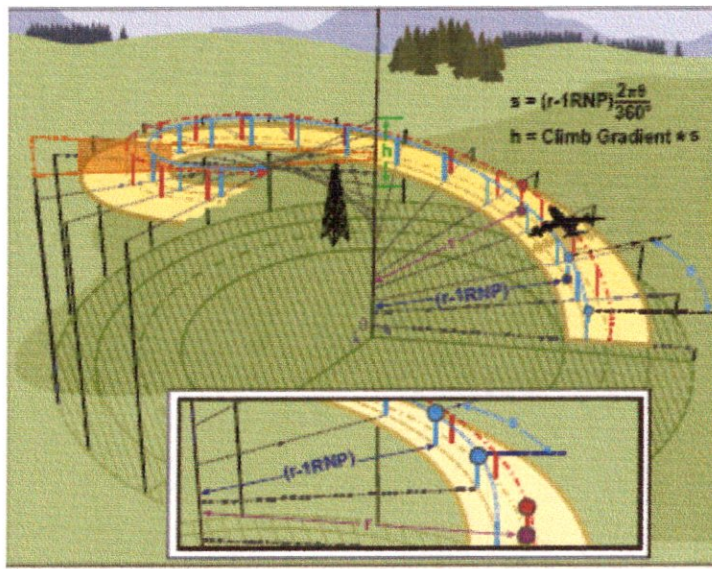


Figure. IV .7.b) la surface de franchissement d'obstacle pour le segment d'approche interrompue RF.

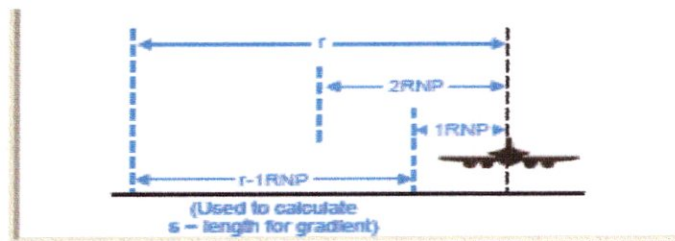


Figure.7.c) le rayon pour le calcul de longueur de piste pour la pente.

IV.5.comparaison entre le nouveau système de navigation et l'ancien :

Afin d'effectuer une comparaison entre le nouveau système de navigation et l'ancien, on vous propose un vol LOS ANJLOS –WASHING TON.

Avec l'ancien système: les passagers sont invité a arriver plus tôt a l'aéroport afin de satisfaire aux déférentes procédures avant l'embarquement.

La mise en route, le roulage et le décollage se forant par communication entre le pilote et le contrôleur aérien .donc un certain nombre d'infrastructures circule avec tous les problèmes d'erreur de compréhensions.

Après le décollage l'avion doit suivre un itinéraire fait de points de report jusqu'à 23000 ft ou un autre contrôleur prend en charge l'avion et lui donne 35000ft comme altitude de croisière.



Figure .IV.8.la communication entre le pilote et le contrôleur aérien

La traversée des états successifs se fera par des points de repère au niveau des frontières.Ce qui impose au pilote de suivre une voie aérienne faite de points non alignés, donc obligation au pilote d'effectuer les virages et peut être de diminuer ou d'augmenter la vitesse pour respect les points de passage.

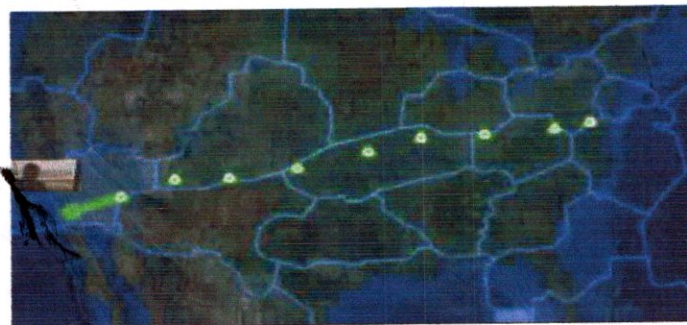


Figure .IV.9.Les points de cheminement au niveau des frontières.

En cas de mauvaise METEO, les avions sont cloués au sol.

Ceux qui sont en vol, sont entrainent d'effectuer des évitements des orages en coordination avec le contrôle en ligne brisée.

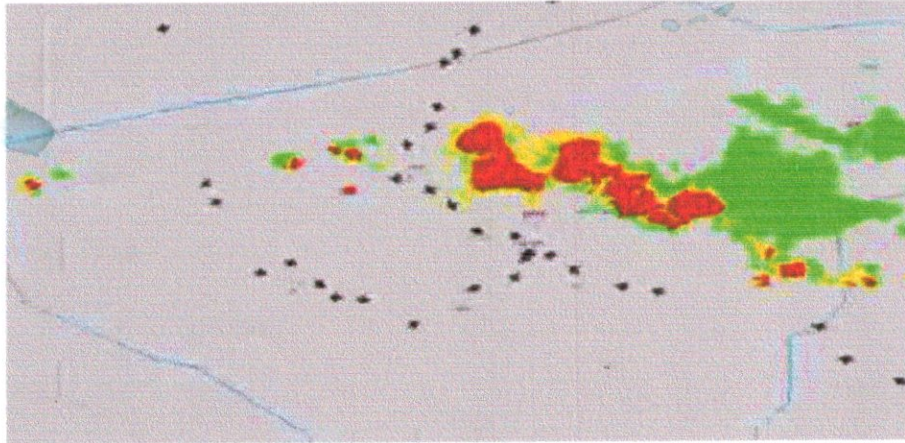


Figure .IV.10. Les évitements des orages en ligne brisée.

Pour descente l'avion diminue et augmente la vitesse en faisant des paliers. A l'arrivée la possibilité d'attente et l'approche non linéaire. Le roulage jusqu'au parking assigné se fera en coordination avec le contrôleur. Maintenant voyant l'amélioration des différentes étapes vues précédemment, avec le **nouveau système**.

La prise en charge du passagers a son arrivée a l'aéroport est plus fluide et moins contraignante. Pour le vol ,la mise en route ,le roulage et décollage ,toutes les autorisations sont donnes par affichage sur un écran dans le cockpit .donc pas d'erreur de communication ,augmentation du nombre d'autorisation donc du trafic.



Figure .IV.11.l'affichage sur FMS.

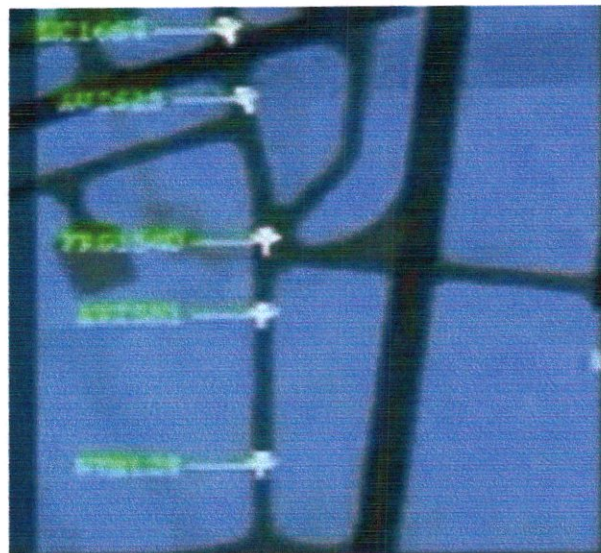


Figure. IV.12.Ecran de visualisation RADAR pour le contrôleur.

En cas de mauvaise METEO le roulage s'effectuera par satellite donc meilleure sécurité, pas de retard, fluidité du trafic, et augmentation de capacité de l'aéroport. Les décollages peuvent être effectués sur des pistes parallèles ou sur une même piste en réduisant le temps entre deux avions et avec les virages déférents. Les informations de montée jusqu'à l'altitude de croisière sont données en écran, donc gain de temps en montée et gain de fuel en consommation.

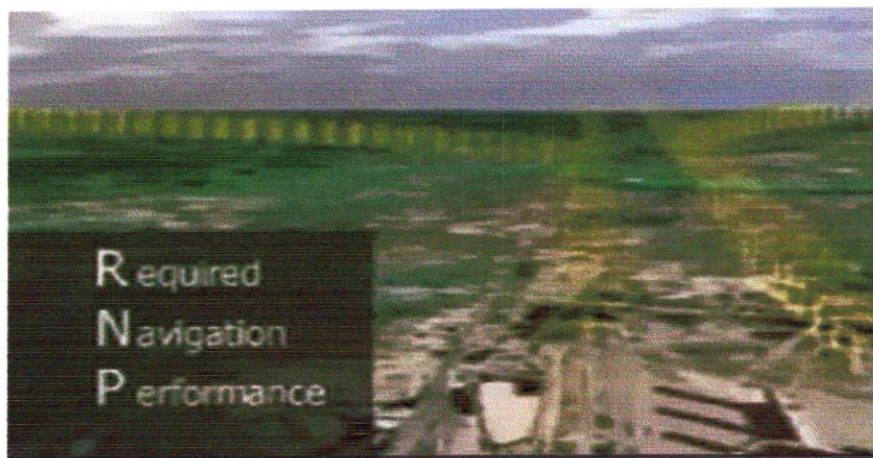


Figure. IV.13. les routes RNP.

A 25000ft les croisements entre déférentes appareil se font d'une manière plus précise et plus régulière ce qui nous permet une capacité é plus grande dans l'espace aérien RNAV arrivée ou croisière. La croisière se fera en ligne droite donc gain de temps et de fuel.

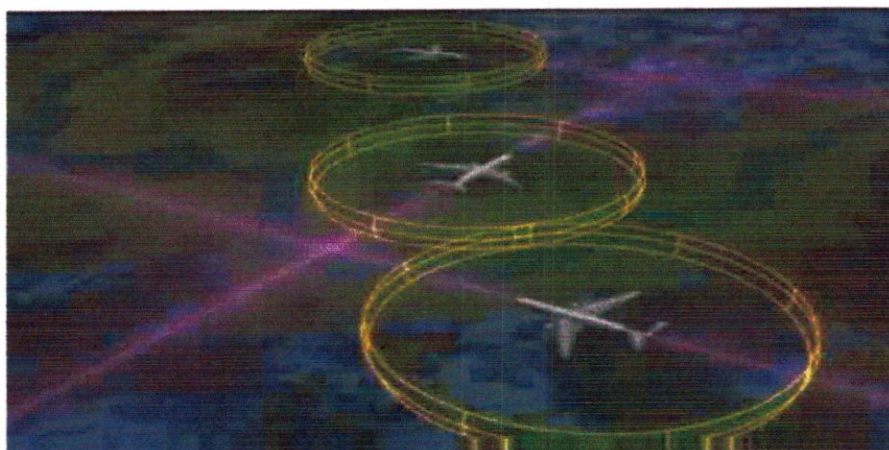


Figure. IV.14. les croisements entre déférentes appareil.

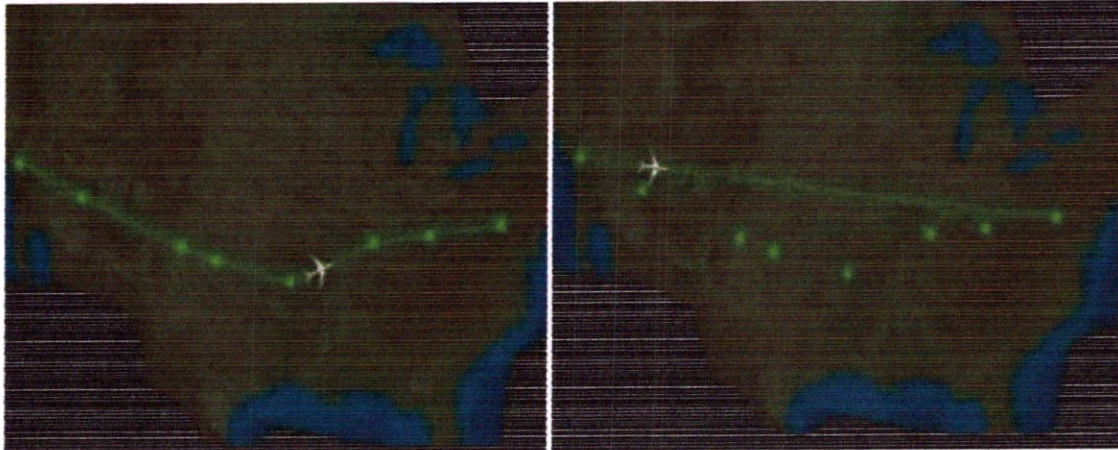


Figure. IV.15.comparaison entre la route RNP et la route ATS.

La METEO étant la cause de retard dans 70% des cas .

En vol, l'évitement des orages se fera en ligne courbe avec une grande précision en contournant le nuage et ceci est possible avec le SWIM (System Wide International Management).

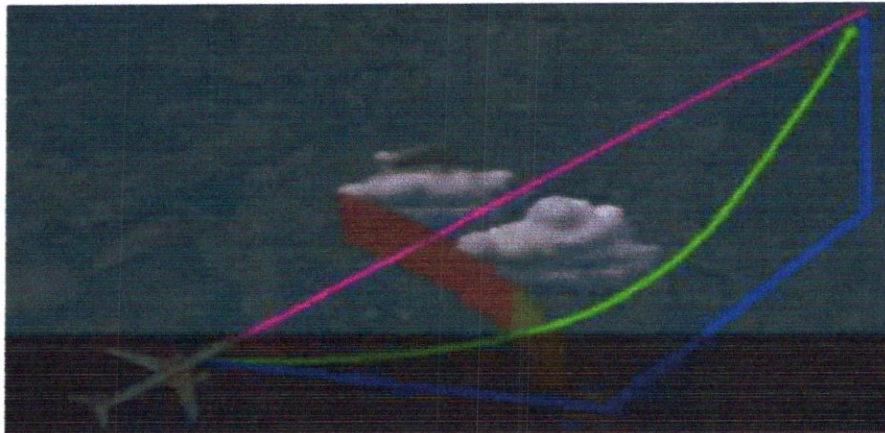


Figure. IV.16. l'évitement des orages avec le système SWIM.

Encore une fois gain de temps de fuel et une sécurité optimale. A l'arrivée tous les avions sont régulés, Pour arriver a un point d'intérêt avec une grande précision .Sa régulation est faite suffisamment a l'avance des sentines de mile et permet donc une augmentation de trafic.

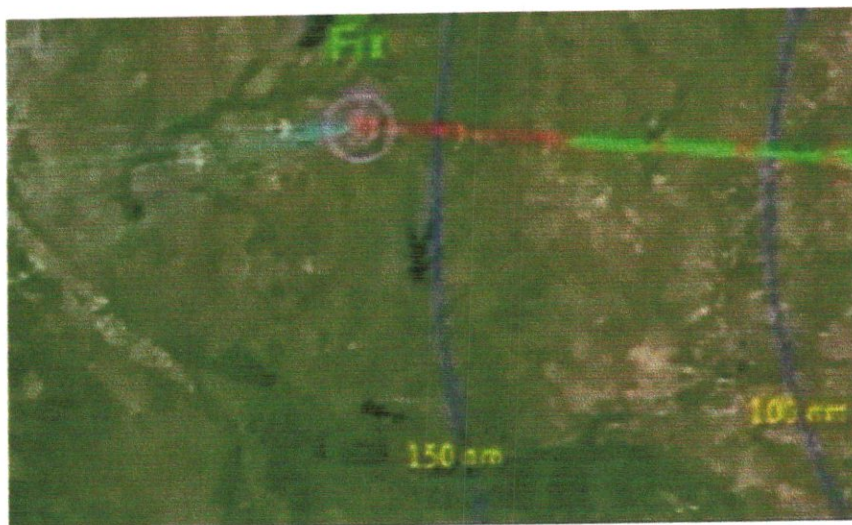


Figure. IV.17. le point d'intérêt.

Au lieu de descente en palier une descente douce et régulière est planifiée jusqu'au point d'entrée de l'aéroport. Les informations d'approche, atterrissage et roulage jusqu'au parking sont fournies à l'avance au son écran.

Donc gain de temps, fuel pas d'erreurs dans les communications, ce qui permettra au passagers de satisfaire aux procédures d'entre et arriver A la le plus temps possible .



Figure. IV.18. Descente en palier.

(Route ATS)



Figure. IV.19. Descente régulière.

(Route RNP)

IV.6. Calcule le gain du carburant pour AIR ALGERIE dans la phase d'approche :

1) Le gain de carburant pour l'A330-200 :

L'avion effectue 4 approches par jours, 25 jours par mois et 11 mois de travail par année.

$T_{RNP}(mn)$	$T_{CONV}(mn)$	Cons (L/mn)	$\Delta T = T_{CONV} - T_{RNP}(mn)$	Le prix du carburant
8,71	12,15	208	3,44	1HL=120 \$

Les GAIN en	(L)	(\$)/APP	(\$ /jours)	(\$/mois)	(\$/année)	(DA/année)
Les valeurs	715,52	858,624	3434,496	85802,4	944486,4	66114048

La paie du personnel techniques (PNT) est de $:(5000DA/H) = (84DA/mn)$.

Le nombre du PNT est : 2 par A/C.

	Temps (mn)	Gain (DA)
APP	6,88	577,92
Jours	27,52	2311,68
mois	688	57792
année	7568	635712

La paie du personnel commerciales (PNC) est de $:(1000DA/H) = (17 DA/mn)$.

Le nombre du PNC est : 10 par A/C.

	Temps (mn)	Gain (DA)
APP	34,4	584,8
Jours	137,6	2339,2
mois	3440	58480
année	37840	643280

GAIN TOTAL = GAIN carburant + GAIN_{PNT} + GAIN_{PNC} = 67393040 DA pour un seul avion.

Le nombre d'avion est : 5 Airbus.

Le GAIN pour tous les avions est : 336965200 DA et

2) Le GAIN du carburant pour l'ATR :

L'avion effectue 10 approches par jours ,25 jours par mois et 11mois de travail par année.

$T_{RNP}(mn)$	$T_{CONV}(mn)$	Cons (L/mn)	$\Delta T = T_{CONV} - T_{RNP}(mn)$	Le prix du carburant
10	15	15	15	1HL=120 \$

Les GAIN en	(L)	(\$)	(\$ /jours)	(\$/mois)	(\$/année)	(DA/année)
Les valeurs	75	90	900	22500	247500	17325000

La paie du personnel technique (PNT) est de : (3000 DA/H)= (50 DA/mn) .

Le nombre du PNT est : 2 par A/C.

	Temps (mn)	Gain(DA)
APP	10	500
Jours	100	5000
mois	2500	125000
année	27500	1375000

La paie du personnel techniques (PNT) est de :(90DA/H)= (15 DA/mn)

Le nombre du PNC est : 10 par A/C

	Temps (mn)	Gain(DA)
App	50	750
jours	200	3000
mois	5000	75000
année	55000	825000

GAIN TOTAL=GAIN carburant +GAIN_{PNT}+GAIN_{PNC}= 19525000DA pour un seul avion.

Le nombre d'avion est :11 ATR.

GAIN pour tous les avions est : 214775000DA

3) Le GAIN du carburant pour le NG :

L'avion effectue 6 approches par jours ,25 jours par mois et 11 mois de travail par année.

T _{RNP} (mn)	T _{CONV} (mn)	Cons (L/mn)	$\Delta T=T_{CONV}-T_{RNP}$ (mn)	Le prix du carburant
9	13	50	4	1HL=120\$

Les GAIN en	(L)	(\$)	(\$ /jours)	(\$/mois)	(\$/année)	(DA/année)
Les valeurs	2000	240	1440	36000	396000	27720000

La paie du personnel techniques (PNT) est de :(3000DA/H)= (50DA/mn)

Le nombre du PNT est : 2 par A/C

	Temps (mn)	Gain(DA)
APP	8	400
jours	48	2400
mois	1200	60000
année	13200	660000

La paie du personnel techniques (PNT) est de :(1000DA/H)= (15 DA/mn)

Le nombre du PNT est : 10 par A/C

	Temps (mn)	Gain(DA)
APP	40	600
jours	240	3600
mois	6000	90000
année	66000	990000

GAIN TOTAL=GAIN carburant +GAIN PNT+GAIN PNC= 29370000 DA
pour un seul avion.

Le nombre d'avion est : 21 NG.

GAIN pour tous les avions est : 616770000 DA et

Le GAIN TOTAL pour toutes les avions d'AIR ALGERIE est :1168510200 DA
et 16693003 \$.

CHAPITRE V

Dossier d'homologation

PBN

V.1 Introduction :

La partie que nous entamons constitue essentiellement le cœur de notre travail et comporte les différentes phases que nous aurions à parcourir qui permettrait l'obtention de l'homologation PBN de l'A/C A330-200.

Nous allons d'abord énumérer les étapes à suivre publiées par les autorités en charges de l'aviation civile et dont le fondement se conforme aux exigences TGL-10 (Temporary Guidance Leaflet N°10) : "*Airworthiness and Operational Approval for Precision RNAV Operations in Designated European Airspace*" de la JAA ou l'AC 90-100A de la FAA.

V.2 Homologation PBN des aéronefs :

V.2.1 la Précision latérale du système de bord :

Pendant les opérations sur des secteurs annoncés exclusivement pour un avion équipé PBN, la précision latérale du système de bord PBN sera au moins égale à ± 1 NM pour 95% du temps de vol.

V.2.2 Critères de précision, d'intégrité et de continuité

Les critères suivants de précision d'intégrité et de continuité du système de bord P-RNAV doivent être respectés :

- a) La probabilité d'erreur dans l'information de navigation ou de position à afficher simultanément aux deux pilotes sera extrêmement faible ;
- b) La probabilité de la perte de toute l'information de navigation est très faible et
- c) La probabilité de la perte de toutes les fonctions de navigation et de communication est extrêmement faible.

V.2.3 Les fonctions minimales requises du système PBN :

Les fonctions minimales exigées du système pour des opérations PBN sont les suivantes:

La capacité à afficher en permanence au pilote, sur les instruments de vol primaires pour la navigation d'aéronef (PFD), le RNAV calcule la trajectoire désiré et la position d'aéronef relative a cette trajectoire. Pour les aéronef, où l'équipage est en minimum deux pilotes, les moyens pour vérifier la trajectoire désirée et la position d'aéronef relative a cette trajectoire doit etre en fonctionnement.

Une base de données de navigation, contenant les données de navigation actuelles officiellement promulguée pour l'aviation civile, qui peuvent être mises à jour conformément aux dispositions du règlement d'information aéronautique et le cycle de contrôle (AIRAC) et à partir de laquelle les procédures d'approche peuvent être récupérées et chargées dans le système RNAV. La résolution stockée des données doit être suffisante pour atteindre la précision requise pour la trajectoire. La base de données doit être protégée contre toutes les modifications du pilote pour les données stockées.

Les moyens pour afficher la période de validité des données de navigation pour le pilote.

Les moyens pour récupérer et afficher les données stockées dans la base de données de navigation relatives à chaque waypoints et les aides à la navigation, afin de permettre au pilote de vérifier la procédure à suivre.

La capacité de charge, de la base de données au système RNAV. L'approche doit être chargé à partir de la base de données, par son nom dans le système RNAV.

Les moyens pour afficher les éléments suivants, soit dans le champ primaire visuel du pilote, ou sur une page d'affichage accessible facilement :

- (1) L'identification des points de repère active (To) .
- (2) La distance et le relèvement de repère active (TO)
- (3) La vitesse-sol ou le temps au points de repère active (TO)

Les moyens pour afficher les éléments suivants sur une page d'affichage accessible facilement:

- (1) L'affichage de distance entre les points du plan de vol
- (2) L'affichage de la distance parcourue.
- (3) L'affichage des distances le long de la trajectoire.

(4) Les capteur le type de navigation actif s'il ya un autre capteur en plus du GNSS

La capacité d'exécuter une fonction «Direct to ».

La capacité de séquençage d'étape automatique avec l'affichage du séquençage du pilote.

La capacité d'exécuter les procédures extraites de la base de données de bord, incluent la capacité d'exécuter le survol et le survol par tour.

La capacité d'exécuter automatiquement les transitions et de maintenir les trajectoires avec les trajectoires ARINC 424 suivantes, ou leur équivalent.

ARINC 424 Path Terminators
Initial Fix (IF)
Track to Fix (TF)
Direct to Fix (DF)

La capacité d'afficher une indication de panne du système RNAV, inclue les capteurs associés, dans le champ primaire visuel du pilote

La capacité d'indiquer à l'équipage quand la limite d'alerte NSE est dépassée (l'alerte fournit par " la fonction OPMA " de bord).

V.2.4 Approbations d'installations nouvelles ou modifiées :

L'exploitant d'aéronef doit soumettre auprès des services compétents en charge de l'Aviation Civile et des Aéroports un dossier d'approbation qui prouve que les critères susvisés ont été satisfaits.

V.2.5 Installations existantes :

L'exploitant d'aéronefs doit soumettre, aux services compétents de l'Aviation Civile et des Aéroports, un rapport de conformité qui montre comment les critères sus-visés ont été satisfaits pour les installations existantes. La conformité peut être établie par l'inspection du système installé pour confirmer la disponibilité des dispositifs et la fonctionnalité exigées. Les critères d'exécution et d'intégrité peuvent être confirmés en se référant aux dispositions

du manuel de vol ou à d'autres approbations applicables et données d'homologation.

V.3 CRITERES OPERATIONNELS

V.3.1 Généralités

L'homologation P-RNAV de l'aéronef ne l'autorise pas à évoluer dans un espace aérien P-RNAV, à condition qu'elle soit associée à une homologation opérationnelle qui sera portée sur le permis d'exploitation aérienne.

V.3.2 Procédures normales

V.3.2.1 Planification avant le vol :

a) Durant la phase de préparation du vol, la disponibilité de l'infrastructure de navigation exigée pour l'opération prévue, y compris toutes les éventualités non RNAV, doit être confirmée pour la période de l'opération prévue.

La disponibilité à bord de l'équipement de navigation nécessaire pour le trajet à suivre doit être confirmée. La base de données de navigation doit être appropriée pour la région de l'opération prévue et doit inclure les aides à la navigation, les points de cheminement et les procédures codées en zones terminales pour le départ, l'arrivée et les aérodromes de dégagement.

b) Lorsqu'une indication figure dans l'AIP qu'un double système P-RNAV est exigé pour les procédures spécifiques P-RNAV, la disponibilité de ces systèmes doit être confirmée. Ceci est typiquement applicable lorsque les procédures à suivre sont inférieures à l'altitude minimale de franchissement d'obstacle ou lorsque la couverture radar est inadéquate pour les opérations P-RNAV. Ceci tiendra compte également des risques particuliers en zone terminale et des procédures d'urgence après la perte partielle de la capacité PRNAV.

- a) Si un GPS autonome doit être employé pour les opérations P-RNAV, la disponibilité de RAIM doit être confirmée en tenant compte des dernières informations sur l'éventuelle indisponibilité satellite.

V.3.2.2 Départ

- a) A l'initialisation du système, l'équipage de conduite doit confirmer que la base de données de navigation est à jour et vérifier que la position de l'avion a été insérée correctement. Le plan de vol actif doit être vérifié en comparant les cartes, SID ou autres documents applicables avec l'écran de navigation en mode carte, s'il est disponible, et l'MCDU. Cette vérification inclut la confirmation de l'ordre des points de cheminement, la valeur des angles des trajectoires, les distances, toutes les contraintes d'altitude ou de vitesse et éventuellement les points de cheminement qui sont fly-by ou fly-over. Si une procédure l'exige, une vérification sera effectuée pour confirmer l'utilisation des aides spécifiques de navigation pour l'actualisation de la position ou pour confirmer l'exclusion d'une aide spécifique de navigation. Une procédure ne peut être utilisée si un doute existe quant à sa validité dans la base de données de navigation.
- b) La création de nouveaux points de cheminement dans le système RNAV avec une saisie manuelle par l'équipage de conduite n'est pas autorisée, cela peut rendre la procédure P-RNAV non valide. Les modifications de route dans la région terminale peuvent prendre la forme d'un guidage radar ou des autorisations «direct to». L'équipage de conduite doit être capable de réagir en temps opportun. Ces modifications peuvent inclure l'insertion dans le plan de vol des points de cheminement à partir de la base de données.

- c) Avant d'entamer le décollage, l'équipage de conduite doit vérifier que le système RNAV est disponible et fonctionne correctement, et au besoin, s'assurer que les données correctes de l'aéroport et de la piste ont été insérées.
- d) A défaut d'une mise à jour automatique du point réel de départ, l'équipage de conduite doit assurer l'initialisation sur la piste au moyen d'une mise à jour manuelle de seuil ou d'intersection de piste, afin d'éviter tout décalage de position inadéquat ou non approprié après le décollage. Dans le cas où le GNSS est employé, le signal doit être acquis avant que le roulage pour le décollage débute et la position GNSS peut remplacer celle obtenue à partir des données de la piste.
- e) Si les dispositions de l'alinéa (d) qui précède de la présente décision ne sont pas applicables, le départ doit être effectué par les moyens conventionnels de navigation. Une transition au système P-RNAV peut être faite à la réception des signaux DME/DME et à condition d'avoir eu le temps suffisant pour saisir les corrections de position.
- f) Pendant la procédure du départ, le suivi de vol peut être assuré en comparant les données de navigation obtenues à partir des aides conventionnelles avec celles de l'MCDU. Les procédures de vol doivent prévoir, là où c'est applicable, que l'équipage de conduite doit vérifier et s'assurer de la mise à jour automatique de la position de l'avion obtenue à partir de l'INS dans les tolérances de temps fixées par l'exploitant.

V.3.2.3 Arrivée :

Avant l'arrivée, l'équipage de conduite doit vérifier que la procédure d'approche appropriée a été chargée.

Le plan de vol actif doit être vérifié en comparant les cartes avec l'affichage, si applicable, et le MCDU. Ceci inclut la confirmation de l'ordre de la séquence des points de cheminement, des angles de cheminement et des distances, toutes contraintes d'altitude ou de vitesse et dans la mesure du possible les points de cheminement qui sont fly-by et ceux qui sont fly over. Si la procédure l'exige, une vérification doit être faite pour confirmer que la mise à jour exclura une aide particulière de navigation. Une procédure ne doit pas être utilisée si le doute existe quant à sa validité dans la base de données de navigation.

V.4. Document d'homologation :

Lorsque le processus d'approbation PBN est mené à terme, l'homologation PBN de l'exploitant doit être portée sur le permis d'exploitation aérienne. [3]

V.5. Certification A/C A330-200 PBN :

Une installation existante de l'avion

Exigences de la certification

Exigence

Rapport de conformité de la certification

Action

L'AFM peut contenir un rapport de conformité confirmant la RNPP

Exigence

Intégrité de la base de données de Navigation

Action

Fourni la preuve que votre fournisseur de données de navigation possède une lettre d'acceptation (LoA) de EASA ou de la FAA en accord avec ED76/DO 200A (comme approprié)

Compilez la documentation montrant la conformité d'aptitude au vol RNP ainsi que les additions/changements aux procédures opérationnelles et les amendements au MEL.

Demandeur au régulateur pour l'aptitude au vol RNP et l'approbation opérationnelle

Exigences opérationnels

Exigence

Procédures opérationnelles pour pré-départ, départ, arrivée et conditions d'urgence

Action

Développez les SOP pour ces phases de vol aux éventualités normales et non RNAV

Exigence

Procédure pour rapport d'incident

Action

Montrez comment les incidents sont rapportés par les équipages aux compagnies pour qu'elles y remédient

Exigence

L'entrainement de l'équipage

Action

Développez un guide d'apprentissage RNP

Exigence

Contrôle et Vérification de la base de données de Navigation

Action

La base de données est issue d'un fournisseur de données avec la lettre de l'acceptation (LoA) appropriée. Aucun autre contrôle d'intégrité requis pour se conformer au TGL-10.

Exigence : MEL à compter pour les Opérations RNP

**DIRECTION DES OPERATIONS
AERIENNES**

**PROJET
APPROBATION RNP AIR ALGERIE.**

- 1. SYSTEME DE NAVIGATION POUR L'AERONEF(LES ETATS DE CERTIFICATIONS D'A/C)**
- 2.LA FORMATION D'EQUIPAGE ET LE MANUELD'EXPLOITATION.**
- 3. LES INFORMATIONS D'EQUIPAGE.**

1 .SYSTEME DE NAVIGATION POUR L'AERONEF(LES ETATS DE CERTIFICATIONS D'A/C)

1.1.Quand le GPS PRIMAIRE est disponible,
Toutes les exigences RNP sont remplies généralement jusqu'à:

En route : RNP 1,

Dans la zone terminal: RNP-0.5,

Dans l'approche: RNP 0,3 quand AP ou FD est utilisé, RNP 0,1 pour des définitions de système de navigation (voir le manuel de vol).

Les exigences MEL :

Quand le GPS PRIMAIRE est disponible en vol, les performances de navigation de bord dépasse les exigences actuellement connus pour tout type de route, y compris les approches RNAV avec RNP 0,3 et RNP aussi faibles que 0,1 pour certaines définitions de système de navigation.

1.2. Avion avec GPS PRIMAIRE:

La disponibilité du GPS PRIMAIRE, sur une route donnée, est fonction de la constellation de satellites sur la configuration d'équipement d'avion position géographique d'avion exige la précision de navigation selon le type de valeur RNP qui est envisagé, et quel type de mode de navigation est disponible si le GPS primaire est perdu, une vérification avant le vol de disponibilité du GPS PRIMAIRE peut être exigée pour l'itinéraire prévu.

Par conséquent, une perte temporaire de GPS primaire peut être acceptable en cours de route ou en zone terminale, en fonction de la valeur de la RNP.

Si la précision du GPS PRIMAIRE est nécessaire pour une approche de non-précision, à destination ou au décollage, alors la disponibilité du GPS à l'aéroport à l'ETA peut être vérifiée avant le départ. Reportez-vous au manuel d'exploitation pour vérifier cette exigence pour une configuration de système de navigation spécifiques.

B-RNAV (RNP-5 Type), P-RNAV (RNP1 Type) ou l'équivalent RNP-4 Type d'opérations basées sur l'infrastructure radio NAVAID.

Normalement c'est la responsabilité d'administration d'espace aérien pour supporter les performances de navigation requises en fournissant l'infrastructure adéquate NAVAID. NOTAM devraient être publiés en cas de défaillance NAVAID peut affecter les performances de navigation sur une route donné.

En espace aérien européen, le P-RNAV sera pris en charge par l'infrastructure au sol NAVAID pour la mise à jour radio FMS. Par conséquent le GPS PRIMAIRE n'est pas obligatoire.

Les procédures SID-RNAV et STAR -RNAV sont de plus en plus ordinaires, mais en général ces procédures existantes RNAV ne sont pas associées à une valeur RNP en (2003).

Certaines de ces procédures peuvent devenir des procédures P-RNAV dans le future.

Les exigences du MEL :

Exigences de MEL sont basées sur le type d'espace aérien RNP et du type de procédures aux instruments.

Pour l'espace aérien à l'intérieur de la couverture radio NAVAID, un système RNAV sera normalement requis,

En tenant compte que la navigation conventionnelle à partir du NAVAID au NAVAID et guidage radar reste disponible en cas de défaillance du système. Deux systèmes peuvent être requis pour les procédures aux instruments avec la trajectoire de vol en-dessous MSA.

Pour l'espace aérien en dehors de la couverture radio NAVAID, deux systèmes RNAV sont requis pour assurer le niveau de redondance appropriée.

La MMEL Airbus ne comprennent pas les exigences spécifiques B-RNAV, P-RNAV ou RNP-10.

Les exploitants doivent se référer à la réglementation applicable dans la préparation de leurs MEL, comme indiqué dans les exemples ci-dessous.

Les exigences de la MEL européenne de Basic RNAV et RNP-10 sont décrites ci-dessous, et sont comparés aux exigences de la navigation principale MMEL. Reportez-vous à la MMEL approuvée pour un examen exhaustif de la MEL de la compagnie aérienne.

Les exigences MEL pour l'espace European BASIC-RNAV :

References: TGL2, JAR OPS 1.865, Airbus MMEL

Exemple 1: A320, A330, A340, with or without GPS.

Note: Les données en caractères gras sont liés à des exigences qui sont dans le Airbus MMEL, et qui doivent être pris en compte dans la MEL de la compagnie aérienne.

1 VOR, si le sous-paragraphe (c) (vi) de la JAR OPS 1.865 ne s'applique pas.

2. La formation des équipages et le complément Manuel d'exploitation

L'utilisation du système de RNAV (FMS, FMGS, INS) est intégrée dans les cours d'airbus industrie.

Aucune formation supplémentaire d'équipage n'est nécessaire sur les connaissances des systèmes RNAV et les procédures pour son utilisation. L'Airbus FCOM fournit la description du système de RNAV (FMS, INS, GNLU) et l'information procédurale nécessaire pour l'équipage.

Des procédures générales de RNP sont éditées pour :
A330/A340 : FCOM, section 2.04.50.

Pour tous les modèles Airbus avec le GPS, le manuel de vol a une référence appropriée pour justifier la capacité RNP.

3.L'information d'équipage des aéronefs :

L'exploitant collectera, dans l'AIP national (ou AIM), les routes et les limites de l'espace aérien vertical et latéral et limites latérales où la capacité et les procédures RNP sont mises en application. On se réfère au Doc 7030 d'OACI "Regional Supplementary Procedures".

Dans la plupart des cas, l'action d'équipage sera d'informer l'ATC, qui peut exiger l'avion de quitter l'espace aérien RNP ou utiliser les routes qui sont basés sur la radionavigation conventionnelle.

Les compagnies aériennes peuvent devoir compléter leur manuel de route ou manuel d'exploitation.

Pour informer l'ATS à l'avance que l'avion a la capacité appropriée de RNP, la lettre « R » devrait être ajoutée dans le carré 10 du plan de vol d'ATC d'OACI.

L'information complémentaire, qui peut être utilisée par les compagnies aériennes pour compléter le FCOM ou le manuel d'exploitation est fourni ci-dessous. Se référer également au Appendix 4 de la FAA Order 8400.12A, figurant dans les annexes.

3.1.Les procédures d'équipage :

La SOP pour les approches RNAV est publiée dans le FCOM section 3.03.19 approche de non précision.

Les principaux thèmes sont reproduits et mis en évidence ci-dessous.

3.1.1. Le guidage d'approche :

Les Approches RNAV doivent être disponible dans la base de données de navigation FMS.

Les Approches RNAV seront normalement effectuées, on utilisant des guidages latérale et verticale gérés (le mode FINAL APP).

Les cas suivantes où l'orientation latérale gérés, associées à l'orientation vertical choisie (NAV / FPA), doit être utilisé:

Lorsque les corrections d'altitude sont nécessaires en raison d'une OAT très faible.

Si une erreur de codage vertical a été identifié dans la base de données de navigation.

Les approches RNAV devrait être piloté à l'aide de l'AP ou FD.

L'utilisation de PA dans la commande jusqu'à la MDA / DA est recommandé, sauf en cas de panne de certains cas (voir le FCOM et le manuel de vol).

3.2.2 LA Navigation dans l'approche:

A. Le système de navigation sans le GPS PRIMAIRE:

Pour les approches RNAV fondées sur VORDME spécifié, La référence NAVAID doit être exploitable et les NOTAM doit être vérifiée.

Pour les approches RNAV fondées sur les mises à jour DME / DME, les compagnies aériennes (dans le cadre de leur approbation opérationnelle), ou Les autorités d'Etat devraient vérifier une couverture adéquate NAVAID. DME spécifié peut être nécessaire d'être en vigueur et les NOTAM doivent être vérifiées.

Les approches RNAV avec RNP 0,3 basées sur la position de mise à jour DME / DME doivent être approuvées par les autorités.

Les approches RNAV qui nécessitent une précision GPS ou IAP publiés, comme «l'approche GPS» ne peuvent normalement pas être utilisé sans récepteur GPS PRIMAIRE, sans y être autorisé par les autorités.

Un contrôle de précision de la position FMS avec les données brutes doivent être effectuées avant de commencer l'approche. Reporter au FCOM.

La précision HIGH avec le RNP par défaut, ou une valeur RNP appropriée saisis manuellement (ou base de données), doit être vérifiée avant le début d'approche.

et doit rester affiché pendant l'approche (sauf pour les approches RNAV avec une référence spécifiée VORDME, si les données brutes de surveillance confirme la navigation correcte).

B. Système de Navigation avec le GPS PRIMAIRE :

Tout type d'approche RNAV peut être piloté par le GPS PRIMAIRE à condition que l'IAP soit publié en utilisant le WGS 84 ou un système coordonné équivalent.

Sauf si une procédure d'approche aux instruments, ne nécessite pas un GPS PRIMAIRE, est disponible à destination ou décollage et s'il est applicable au décollage et en route nécessaire, la disponibilité du GPS PRIMAIRE à l'ETA doit être vérifiée avant le vol avec un logiciel de prédiction approuvée.

Selon la configuration d'équipement de navigation, la DISPONIBILITÉ GPS est basée sur le nombre de satellites opérationnels dans la constellation GPS ou est prédite en utilisant un logiciel de prédiction approuvé au sol ou des moyens de prédiction disponibles sur le MCDU.

Pour certaine configuration du système de navigation, le GPS PRIMAIRE est disponible à travers le monde, si 23 (24) satellites de GPS ou plus sont en fonctionnement. À titre de référence, à l'été de 2001, la constellation de satellites avait 27 satellites opérationnels

Si le nombre de satellites de GPS est 22 (23) ou moins, la disponibilité doit être vérifiée à l'aide un logiciel de prédiction approuvée basé au sol. Pour vérifier la disponibilité de GPS, il est nécessaire de connaître l'état de constellation du satellite GPS et le NOTAM doit être vérifié. NOTAM devrait également être revue afin d'identifier toute information pertinente sur la perturbation du signal GPS locales.

Reportez-vous au manuel de vol afin de déterminer comment la disponibilité de GPS PRIMAIRE doit être vérifié et si un autre GPS IAP doit être disponible à destination ou décollage.

Aucune vérification de la précision de navigation FMS avec les données brutes NAVAID est nécessaire avant de commencer l'approche, si le GPS primaire est affiché sur le MCDU.

L'approche RNAV doit être interrompu si le GPS primaire est perdue, à moins que l'approche RNAV basées sur la mise à jour de position DME / DME soit disponible et approuvé, et une grande précision soit affiché sur le MCDU avec RNP par défaut ou une valeur RNP appropriés entré manuellement.

3.2.3. Vérification de F-PLN dans l'approche:

Avant de commencer l'approche, l'équipage doit vérifier le F-PLN FMS, sur le MCDU et ND dans le Mode PLAN avec le CSTR affiché, à partir du commencement de la descente STAR vers la piste et la procédure d'approche interrompue, et de vérifier le profil contre la carte d'approche RNAV publiée. Pour la procédure d'approche finale, l'équipage doit vérifier:

- Que les points de report sont correctement classés à partir du point de décollage.
- La trajectoire d'approche.
- Les points de report et les contraintes d'altitude associés .
- La distance a partir de la FAF à RW.

-L'angle d'approche (montré sur la ligne au-dessus des points de repère sur le MCDU)

- FPA ($\neq 0^\circ$) à la MAP (qui doit être au seuil de la piste pour RNAV IAP)
- FPA ($\neq 0^\circ$) doit être définie à chaque repère de descente
- L'altitude au seuil de piste.

- pas de virage de procédure fait partie de la procédure (PROC-T indiqué sur MCDU).

3.2.4. Limitation au Modifications d'approche F-PLN :

Lorsque vous effectuez une IAP, utilisant les modes NAV et FINAL APP , les modifications peuvent être faites pour activer le F-PLN extrait de la base de données de navigation, à condition que les limites suivantes soient observées:

- Modifications F-PLN:
- Aucune modification latérales F-PLN de FACF (incluse) a RW.

La modification avant FACF est autorisée, à condition que le résultat de changement de la trajectoire de vol ne sera pas importante comme pour empêcher l'avion d'être stabilisé latéralement sur la trajectoire d'approche finale avant d'atteindre le FAF.

Aucune modification de contrainte altitude de FACF a RW. Même dans le cas d'une OAT très faible, aucune correction d'altitude ne peut être entrée par ces

moyens. Cela peut nécessiter la définition d'une OAT minimum, de sorte que la trajectoire de vol verticale franchira les obstacles avec la marge nécessaire.

Ce minimum OAT devrait être donné à l'équipage, le cas échéant. Un minimum OAT peut être publié sur la carte d'approche elle-même.

Lorsque le FAF est le point de repère (TO), le point de repère (FROM), doit être effacé pour effectuer une DIR TO/INTERCEPT.

Pour bénéficier d'une vitesse gérée et avoir un point de localisation correcte DECEL, il est recommandé que Vapp soit entré comme un SPD CSTR à FAF.

Directe a :

DIR TO FACF est autorisée, à condition que le changement de la trajectoire de vol résultant à FACF ne sera pas substantiel comme pour empêcher l'avion d'être stabilisé latéralement sur la trajectoire d'approche finale avant d'atteindre le FAF.

DIR TO FAF est autorisée, à condition que le changement de la trajectoire de vol résultant à la FAF soit minimale.

DIR TO / INTERCEPT TO FAF est autorisée, à condition que la RADIAL IN correspondant à la trajectoire d'approche finale (la trajectoire d'approche +180 °) est sélectionnée et l'angle d'interception n'est pas aussi grand pour éviter l'avion d'être stabilisé latéralement sur la trajectoire d'approche finale, avant d'atteindre le FAF.

3.2.4.1. Interception F-PLN latérale dans HDG / TRK:

Le F-PLN doit être intercepté avant FACF, et l'angle d'interception ne devrait pas être aussi grand pour éviter à l'avion d'être stabilisé latéralement sur la trajectoire d'approche finale, avant d'atteindre le FAF, Ou avant le FAF, au plus tard, à condition que l'angle d'interception soit faible.

3.2.4.2. Interception F-PLN Vertical:

Gérer la descente de sorte que le F-PLN vertical est intercepté avant le FAF au plus tard.

3.2.5. Surveillance d'approche:

Pour le type RNAV IAP, basé sur un VORDME spécifié, référencé, l'approche NAVAID devrait être réglée, et les données brutes sont affichées et activement surveillées pour vérifier le radial correcte et la distance à partir de la référence NAVAID, quant on survole les points de repères d'approche.

Pour les autres types RNAV IAP, basés sur la navigation FMS utilisant les mises à jour de position GPS ou DME / DME, aucune donnée brute n'est disponible pour la surveillance de la navigation latérale.

La navigation verticale devrait être contrôlée utilisant la distance aux points de repère, affiché sur le ND et la lecture altimètre.

3.2.5.1. Quand l'APPR est sélectionnée sur le FCU, l'équipage devrait vérifier:

- L'affichage FMA Correcte (APP NAV vert, FINAL bleu).
- les points de repère TO corrects sur le ND.
- Le plan de vol latéral correct et l'erreur cross track (XTK).
- L'indication de déviation de trajectoire de vol vertical correcte (V-DEV).
- la flèche de descente Blue au FAF, et F-PLN correct, incluant la trajectoire blue, armé pour l'approche interrompue.

3.2.5.2. Lors du passage de la FAF, l'équipage devrait vérifier:

- l'indication d'altitude correcte.
- l'affichage FMA correct (FINAL APP vert).
- les points de repère TO corrects sur le ND.

Après le passage du FAF lorsqu'il est stabilisé en la descente finale, l'équipage devrait vérifier:

- XTK, V-DEV correcte, et les conformes FPV.
- L'altitude correcte par rapport à la distance de la piste.

L'IAP sera interrompu, lorsque l'une des alarmes suivantes se produit:

- Perte de GPS PRIMAIRE (si la précision GPS est nécessaire).
- NAV ACCUR DOWNGRAD (sans GPS PRIMAIRE).
- POS FM / GPS DISAGREE (si le GPS est installé et non désactivée).

RAPPORT EQUIPAGE:

L'équipage doit signaler toute anomalie de guidage latéral ou vertical NAV aux opérations de vol. Le rapport doit être entièrement documenté pour une enquête plus approfondie et des actions correctives:

- Désignation d'approche et d'aéroport.
- Le type A / C, MSN, GW, le vent / température.
- Le cycle de base de données de navigation.
- Les affichages FMA, ND, MCDU des sélections pilote.
- La description de l'anomalie, la trajectoire de vol.
- La lecture DFDR / QAR.

LA REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

LA DIRECTION DE L'AVIATION CIVILE ET DE LA METEOROLOGIE

Décision du Ministre du Transport N°.... du ../../2011, fixant les conditions techniques et opérationnelles pour l'homologation RNP des aéronefs et des exploitants d'aéronefs pour opérer dans un espace aérien RNP/

CHAPITRE 1 DISPOSITIONS GENERALES

Article premier : Objet :

La présente décision a pour objet de fixer les conditions techniques et opérationnelles pour l'homologation PBN des aéronefs et des exploitants d'aéronefs en vue d'opérer dans un espace aérien RNP.

Article 2 : Définitions et abréviations :

Pour l'application de la présente décision, les expressions et les abréviations cidessous ont les significations suivantes :

a) Définitions :

- Espace RNP :

Il s'agit de tout réseau de route ATS publié de l'espace aérien. Pour pouvoir évoluer à l'intérieur de cette zone, la capacité RNP de l'aéronef dans son ensemble doit être démontrée.

- Homologation RNP :

Homologation émise par les services compétents du Ministère du Transport de l'Etat dans lequel est basé l'exploitant. Elle consiste en une homologation RNP des aéronefs et une homologation opérationnelle des exploitants d'aéronefs .

- Organisme de contrôle de la circulation aérienne :

Terme générique désignant, selon le cas, un centre de contrôle régional, un organisme de contrôle d'approche ou une tour de contrôle d'aérodrome.

- Organisme des services de la circulation aérienne :

Terme générique désignant, selon le cas, un organisme du contrôle de la circulation aérienne, un centre d'information de vol ou un bureau de piste des services de la circulation aérienne.

- Permis d'exploitation aérienne :

Document permettant d'effectuer des vols de transport aérien commercial conformément aux spécifications et restrictions qui y sont mentionnées.

- RNP :

Expression de la performance de navigation qui est nécessaire pour évoluer à l'intérieur d'un espace aérien défini.

- Route RNP :

C'est une route publiée, tracée sur le territoire d'un Etat ayant un espace aérien RNP et ne survolant pas nécessairement les aides radioélectriques au sol ; le long de cette route les aéronefs doivent naviguer avec une précision de navigation RNP.

Système RNP :

C'est un équipement ou ensemble d'équipements de bord permettant de répondre aux critères de la RNP tels que définis par la présente décision.

b) Abréviations :

AOC : Permis d'exploitation aérienne.

ATC : Contrôle de la circulation aérienne.

ATS : Services de la circulation aérienne.

GNSS : Système mondial de navigation par satellite.

MEL : Liste minimale d'équipements.

Article 3 : Critères RNP -X:

Pour recevoir une approbation RNP-X, un aéronef doit être capable d'une précision de navigation telle que les composantes latérale et longitudinale de l'erreur du système total ne dépassent pas $\pm X$ km (xNM) pendant 95% du temps de vol total. Cette valeur comprend l'erreur d'estimation de la position, l'erreur technique de vol, l'erreur de définition de la trajectoire et l'erreur d'affichage.

Article 4 : Documents d'approbation :

L'exploitant doit présenter aux services compétents du Ministère du Transport Les moyens de navigation requis. Ces moyens seront homologués avant d'accorder une homologation RNP. Dans le cas des exploitants commerciaux, cette homologation doit être indiquée dans le permis d'exploitation aérienne (AOC).

Dans le cas des exploitants non commerciaux, elle doit faire l'objet d'une notification faite par les services compétents du Ministère du Transport.

CHAPITRE 2 HOMOLOGATION RNP DES AERONEFS

Article 5 :

Aéronefs immatriculés en Algérie :

Sont concernés par cette homologation tous les aéronefs immatriculés en Algérie et qu'un exploitant a l'intention d'utiliser dans l'espace aérien RNP. Cette homologation doit s'effectuer conformément aux spécifications techniques définies dans la présente décision.

Article 6 : Aéronefs non immatriculés en Algérie:

Les aéronefs non immatriculés en Algérie et exploités par une entreprise de transport aérien algérienne doivent obtenir une homologation RNP par l'Etat d'immatriculation pour opérer dans l'espace aérien RNP.

Article 7 : Equipements de navigation :

Pour l'exploitation RNP en espace aérien océanique ou isolé, l'aéronef doit être équipé d'au moins de deux systèmes de navigation longue distance indépendants, en bon état de fonctionnement et offrant une intégrité telle qu'ils ne produisent pas de données erronées.

Article 8 : Base de données de navigation :

L'exploitant doit procéder à des vérifications d'intégrité des bases de données au moyen d'outils informatiques appropriés ou de procédures manuelles approuvées afin de contrôler les données relatives aux points de cheminement situés dans l'espace aérien RNP ou sur les routes RNP utilisées.

Les vérifications d'intégrité doivent mettre en évidence les différences entre les informations stockées dans la base de données de navigation et celles qui figurent sur les cartes ou dans les procédures publiées. Les différences invalidant une procédure de la base de données doivent être signalées par l'exploitant au fournisseur de cette base, et la procédure en question doit faire l'objet d'un avis d'interdiction d'emploi envoyé par l'exploitant aux équipages de conduite. Les exploitants doivent envisager de procéder à leurs propres vérifications d'intégrité même lorsque les produits proviennent de fournisseurs agréés.

Article 9 : Documentation technique de l'aéronef :

L'exploitant doit fournir aux services compétents du ministère du transport une documentation permettant de vérifier que l'aéronef est doté d'un équipement de navigation répondant aux critères de la RNP.

L'exploitant doit remettre une liste détaillée de l'équipement et des composants qui seront utilisés pour la navigation longue distance et l'exploitation RNP. L'équipement en place doit correspondre à l'équipement homologué indiqué dans le manuel de vol, et il doit être en état de fonctionnement, sauf les exceptions prévues dans la liste minimale d'équipements (MEL) pour des conditions non standard précises.

CHAPITRE 3

HOMOLOGATION OPERATIONNELLE DE L'EXPLOITANT

Section 1 : Planification de vol

Article 10 : Planification du vol :

Lors de la planification du vol, l'équipage de conduite doit accorder une attention particulière aux conditions qui peuvent influencer sur l'exploitation en espace aérien ou sur des routes RNP, dont notamment les suivantes :

- a) Vérification de l'homologation RNP de l'aéronef ;
- b) Vérification de la présence de la lettre « R » dans la case 10 (Equipement) du plan de vol ;
- c) Vérification du respect de toutes les exigences de planification de vol supplémentaires applicables figurant dans le document de l'OACI relatif aux procédures complémentaires régionales (Doc.7030) ou dans les publications d'information aéronautique ;
- d) Vérification des exigences en ce qui concerne le GNSS ;
- e) Prise en compte de toute restriction d'exploitation applicable à l'approbation RNP, le cas échéant.

Article 11 : Procédures pré vol :

L'équipage de conduite doit :

- a) Consulter les comptes rendus matériels pour s'assurer du bon état de fonctionnement de l'équipement à utiliser pour l'exploitation en espace aérien RNP ou sur des routes exigeant une capacité de navigation RNP ;
- b) S'assurer que des mesures de maintenance ont été prises pour corriger les anomalies de l'équipement requis ;
- c) Passer en revue les procédures en cas de situation imprévue en espace aérien RNP ou sur une route exigeant une capacité de navigation RNP. Les équipages doivent être capables de reconnaître les situations dans lesquelles leur aéronef ne peut plus naviguer en RNP et, dans de telles situations, ils doivent en aviser l'ATC.

Article 12 : Procédures en route :

- a) Au moins deux systèmes de navigation longue distance permettant une navigation RNP et indiqués dans le manuel de vol doivent être en état de

fonctionnement au point d'entrée dans l'espace aérien RNP. En cas de panne d'un élément exigé pour la RNP, le pilote doit envisager de suivre une autre route ou de se dérouter pour faire effectuer les réparations nécessaires.

b) Les procédures d'exploitation en vol doivent prévoir des contre-vérifications obligatoires visant à déceler les erreurs de navigation suffisamment à l'avance pour prévenir un écart involontaire par rapport à la route ATC autorisée.

c) Les équipages doivent aviser l'ATC en cas de panne de l'équipement de navigation ou de détérioration de ses performances telles que celles-ci sont inférieures au niveau requis, ainsi que lorsqu'ils s'écartent de leur trajectoire dans le cadre d'une procédure en cas de situation imprévue.

Section 2 : Connaissances de l'équipage de conduite

Article 13 : Documents de formation :

Les exploitants d'aéronefs doivent soumettre le contenu de leurs cours et matériel de formation aux services compétents du Ministre du Transport pour montrer que leur programme de formation intègre des parties sur les pratiques, les procédures opérationnelles et d'autres éléments concernant l'exploitation RNP.

Les pratiques et les procédures concernant les points suivants doivent être mentionnées :

- a) planification des vols ;
- b) procédures pré vol pour chaque vol ;
- c) procédures avant l'entrée dans un espace aérien RNP ou sur une route RNP;
- d) situations imprévues en vol;
- e) procédures de qualification des équipages de conduite.

Article 14 : Formation des équipages :

Les exploitants d'aéronefs doivent veiller à ce que les équipages de conduite reçoivent une formation appropriée et à ce qu'ils possèdent une connaissance suffisante des sujets visés à la présente décision, des limites des moyens de navigation RNP mis à leur disposition, des incidences de l'actualisation ainsi que des procédures en cas de situation imprévue en exploitation RNP.

Article 15 : Eléments indicatifs du programme de formation RNP :

Les équipages de conduite doivent recevoir une formation et un recyclage appropriés en matière de navigation RNP, couvrant les procédures normales et d'urgence. L'exploitant doit s'assurer que le manuel de formation contient les éléments appropriés pour les opérations RNP dont notamment :

- les éléments indicatifs de la RNP ;
- la base de données, cartes et composantes de l'avionique ;
- les points de cheminement ;

- l'utilisation de l'équipement RNP comprenant le cas échéant la recherche d'une procédure à partir de la base de données ainsi que la technique de modification du plan de vol ;
- l'entrée des données associées et propres au vol ;
- l'application de la procédure ;
- l'utilisation du mode latéral de navigation et de techniques associées ;
- l'utilisation du mode vertical de navigation et de techniques associées ;
- l'utilisation du pilote automatique, du directeur de vol et de l'auto manettes pendant les différentes étapes de la procédure ;
- la phraséologie RNP ;
- Les répercussions sur les opérations RNP des défauts de fonctionnement des systèmes qui ne sont pas RNP telle que la panne hydraulique ou la panne moteur.

Section 3 : Manuels d'exploitation et listes de vérification

Article 16 : Exploitants commerciaux :

Les exploitants commerciaux doivent réviser leurs manuels d'exploitation et leurs listes de vérification de façon à y inclure les procédures d'exploitation. Les instructions d'utilisation du système de navigation et les procédures à suivre en cas de situation imprévue, doivent figurer dans les manuels appropriés. Les exploitants commerciaux doivent soumettre leurs manuels et leurs listes pour examen aux services compétents du Ministère du Transport en même temps que leur demande.

Article 17 : Exploitants non commerciaux :

Les exploitants non commerciaux doivent établir des instructions d'utilisation de l'équipement de navigation et des procédures à suivre en cas de situation imprévue. Cette information, qui doit être à la disposition des équipages pendant le vol, doit figurer dans le manuel d'exploitation ou le guide d'utilisation à l'intention du pilote. Ces documents, de même que les instructions du constructeur relatives à l'utilisation de l'équipement de navigation de bord doivent être soumis pour examen en même temps que la demande.

Article 18 : Amendement de la liste minimale d'équipements (MEL) :

Dans le cas d'une exploitation commerciale, les services compétents du Ministère du Transport doivent approuver toute modification à apporter à la liste minimale d'équipements (MEL) pour prendre en compte les dispositions RNP de la présente décision. Dans le cas d'un organisme non commercial, l'équipement de navigation en place indiqué dans le manuel de vol comme étant nécessaire pour la RNP doit être en état de fonctionnement.

Section 4 : Homologation en vue de l'exploitation opérationnelle

Article 19 : Conditions d'homologation opérationnelle :

L'exploitant d'aéronefs civils qui a l'intention de faire évoluer ses aéronefs dans l'espace aérien RNP doit obtenir une homologation opérationnelle.

Cette homologation porte notamment sur les programmes de formation des équipages et les procédures d'exploitation.

Article 20 : Evaluation de la demande de l'exploitant :

Après avoir reçu une demande d'un exploitant, les services compétents du Ministère du Transport doivent déclencher le processus d'examen et d'évaluation.

Si la demande est incomplète, ces services doivent demander des renseignements supplémentaires à l'exploitant.

CHAPITRE 4

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 sont décrites dans le Chapitre 5. 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.

Conclusion générale :

La navigation aérienne a été basée sur des repères visuels et des procédures avec des aides de navigations conventionnelles (VOR, NDB...), qui sont caractérisées littéralement par : les erreurs de position des aéronefs de plusieurs milles, le temps exact de survol, les écarts latéraux. Ces lacunes font appel au développement de la technologie des nouvelles procédures, qui ont apparues leurs qualités et précision en termes de performances.

Pour éviter la prolifération des procédures de navigation aérienne qui augmente la charge de travail des pilotes, l'OACI a initié une nouvelle procédure dite la navigation basée sur les performances PBN. Cette procédure a été conçue en collaboration de plusieurs actionneurs dans le monde de l'aviation civile tel que les autorités de l'OACI, les concepteurs des procédures, pilotes, avionneurs, constructeurs des aéronefs, fabricants des équipements avionique et d'autres, cela sans exclure aucun membre essentiel dans l'implémentation de la PBN.

D'après le projet élaboré, on a pu conclure que l'implémentation de la PBN qui sera une procédure mondialement commune, cela permet de diminuer la charge du travail des pilotes, l'harmonisation entre les procédures, la continuité des vols, la souplesse des procédures le long du vol, la réduction des écarts d'erreurs, accessibilité des aéroports, optimisation des trajectoires en route, économisations de la consommation carburant, diminution de la nuisance sonore, réduction de la pollution de l'air.

Bibliographie

- [1] Document 9613 de l'OACI ; « Performance-based Navigation Manual », 2008.
- [2] Document OACI ; « Manuel sur la qualité de navigation requise », 2001.
- [3] AIRBUS INDUSTRIE « Flight Operations Support & Line Assistance» Issue 4 – April 2002.
- [4] Document 8168 de l'OACI ; « Exploitation technique des aéronefs », 2008.
- [5] ICAO PBN Manual Vol I and II_ Project FINAL Mars 2007.
- [6] MANUEL CONCEPTION PROCEDURES RNP PBN.
- [7] EUROCONTROL; « Introducing Performance Based Navigation (PBN) and Advanced RNP (A-RNP) », 2010.
- [8] EUROCONTROL 003-93; « équipement de navigation de surface ; besoins opérationnels et besoins fonctionnels, norme Eurocontrol », 1998.
- [9] IATA; « General Guidelines for Obtaining Airworthiness and Operational Approvals for PBN Navigation Specifications », 2008.
- [10] Transport Canada ; « Circulaire d'information 700-006/700-019 », 2008.
- [11] AIRBUS; Getting To Grips With « Required Navigation Performance with Authorization Required », 2009.
- [12] FAA; AC 90-100/A «U.S. Terminal and en route area navigation (RNAV) operations », 2005/2007.
- [13] <http://www.quovadisway.com/>
- [14] <http://fsims.faa.gov>
- [15] www2.icao.int/en/pbn