

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة سعد دحلب البليدة  
Université SAAD Dahlab de Blida



كلية علوم الهندسة  
Faculté des Sciences de l'Ingénieur



قسم علم الطيران  
Département d'Aéronautique



Projet de Fin d'Études En vue de l'Obtention  
du Diplôme D'Ingénieur d'État en Aéronautique

Spécialité : Navigation Aérienne  
Option : Exploitation

Thème

**Préparation d'un dossier d'exploitation et d'homologation de  
procédures P-RNAV de l' A330-200.**

Présenté par :

Mr Abba Malam Boukar Ousmane

Encadré par :

Mr Farid Termellil

Mme Benkhedda Amina

Promotion : 2008/2009

## Résumé

Notre travail consiste essentiellement à l'étude et la préparation d'un dossier d'exploitation et d'homologation des procédures P-RNAV de l'Airbus A330-200. Ainsi le long de cette étude nous nous sommes attelés à expliciter les étapes essentielles afin d'aboutir au ficelage d'un Dossier d'homologation P-RNAV. Aussi il est important de signaler que notre travail s'appuie sur le feuillet de conseils temporaire de la JAA à savoir le TGL-10. Dans le cœur de cette étude nous avons fait ressortir maintes fois les preuves de la disposition de l'A330-200 pour l'approbation opérationnelle et homologation P-RNAV. Entre autre conformation avec la réglementation, nous avons fait ressortir les fonctions exigées et les fonctions recommandées notamment la Minimum Equipment List (MEL).

## ملخص

يتركز عملنا على دراسة وتحضير ملف استغلال والسماح بالإجراءات P-RNAV للأيرباص A330-200. على مدى هذه الدراسة حرصنا على شرح المراحل الأساسية بغية الوصول إلى وضع ملف السماح P-RNAV. من المهم أيضا أن نشير إلى إن هذا العمل ارتكز على ورقة نصاب مؤقتة والتي هي TGL 10. وفي ثنايا هذا العمل برهنا أكثر من مرة على نجاعة التنظيم ل A330-200. من أجل الموافقة العمائاتية والسماح بالإضافة إلى مطابقة التنظيم وتمكنا من إخراج الوسائل الإلزامية و الوسائل المنصوح بها خصوصا قائمة اقل التجهيزات.

## Summary

Our work consists primarily at the study and the preparation of file of exploitation and homologation of the P-rnav procedures of the A330-200 Airbus. Thus along this study we are to harness to clarify the essential stages in order to lead to the tying up of a File of P-rnav homologation. As it is significant to announce as our work support on the temporary guidance leaflets of the JAA to knowing TGL-10. In the heart of this study we emphasized many time the evidence of the provision of A330-200 for operational approval and P-rnav homologation. Amongst other things compliance with the regulation, we emphasized the functions required and the functions recommended in particular the Minimum Equipment List (MEL).

## REMERCIEMENTS :

Je tiens à adresser mes plus sincères remerciements à Mr Farid TERMELLIL, directeur de l'exploitation à la Direction des Opérations Aériennes d'Air Algérie, pour l'aide précieuse ainsi que les conseils avisés qu'il m'a fourni pour l'élaboration de ce travail.

Je remercie tout aussi vivement ma promotrice Mme BENKHADDA, pour tout le soutien et la disponibilité dont elle a su faire preuve.

Je remercie Mme BELKHIR, directrice de la formation d'Air Algérie pour sa contribution dans le cadre de mon stage de fin d'étude.

Mes remerciements vont aussi à Mr DJALAL, Responsable du centre de Calcul du Département d'Aéronautique pour l'aide fourni tout au long de ma scolarité.

Je remercie Tous les enseignants du Département d'Aéronautique, qui ont su parfaire ma scolarité.

Je remercie tous mes amis en particulier ceux de tous les jours pour le soutien moral inconditionnel et inestimable dont ils ont fait montre à mon égard.

Je remercie les membres du jury de m'avoir honoré en acceptant de juger cette thèse.

Je remercie SE Mr Moussa SANGARE, Ambassadeur de la République du Niger en Algérie, pour la disponibilité et la générosité qu'il a témoigné à mon humble personne.

J'exprime ma reconnaissance également à tous ceux là qui, de près ou de loin, m'ont aidés et encouragés pour la faisabilité de ce travail.

# Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ma famille qui n'a jamais ménagé aucun effort pour m'assister tout au long de mon parcours académique. Qu'il trouve en cela l'expression de ma profonde gratitude.

Ce travail, je le dédie également à tous mes enseignants, eux qui ont su brillamment parfaire ma formation

Tous mes amis, parmi lesquels entre autres HADI, LAMINE, ABDOULAYE GARBA, OULD SID'ELEMINE MOHAMED

# Table des matières

<b>Introduction Générale</b> .....	2
<b>Chapitre I : Présentation de l'Entreprise « AIR ALGERIE »</b> .....	3
I.1 Présentation de l'entreprise « AIR ALGERIE » .....	4
I.2 La flotte.....	5
I.3 Effectif.....	5
I.4 Réseau.....	6
I.4.1 Structure du Réseau d'Air Algérie. ....	6
I.4.2 Réseau National.....	6
I.4.3 Réseau International.....	7
I.5 Perspectives .....	7
I.6 La Direction Technique.....	8
<b>Chapitre II : Description de l'A330-200</b> .....	9
II.1 Présentation de l'A330-200.....	10
II.2 Historique.....	10
II.3 Caractéristiques principales.....	10
II.3.1 Arrangement des manettes.....	11
II.3.2 Principaux instruments du tableau de bord.....	12
II.3.3 Panneaux du pilote et du co-pilote .....	12
II.4 Caractéristiques techniques.....	13
<b>Chapitre III : Description du concept P-RNAV</b> .....	17
III.1 Introduction.....	18
III.2 Description des procédures P-RNAV.....	18

III.2.1 Renseignements généraux relatifs aux systèmes RNAV .....	18
III.2.1.1 Définition OACI .....	19
III.2.1.2 Description du système.....	20
III.2.1.3 Point de cheminement.....	20
III.2.1.4 Exigences d'intégrité du système.....	22
III.2.1.5 Perte de précision d'utilisation du système et perte d'intégrité.....	22
III.2.1.6 Conditions d'homologation et d'autorisation d'exploitation RNAV .....	22
III.2.1.7 Performances fonctionnelles de navigation.....	23
III.2.1.8 Le calculateur RNAV.....	24
III.2.1.9 Le Système De Gestion De Vol (FMS) .....	24
III.2.1.10 Contrastes entre RNAV et FMS .....	26
III.2.2 Quelques définitions relatives à la P-RNAV.....	27
III.3 Exigences règlementaires.....	29
III.4 Exemple d'Evaluation SID P-RNAV FISTO 5P RWY 32L/32R.....	33
III.4.1 Objectif de l'évaluation de la procédure.....	33
III.4.2 Description de la procédure FISTO 5P.....	33
III.4.2.1 RWY 32L.....	33
III.4.2.2 RWY 32R.....	33
III.4.2.3 Clairance initiale.....	33
III.4.2.4 Pente ATS.....	33
III.4.3 Carte de Départ SID (Voir Figures 11 et 12).....	34
III.4.4 Condition d'évaluation.....	34
III.4.5 Equipement.....	34
III.4.6 Phraséologie.....	34
III.4.7 Démarrage et durée de l'évaluation.....	34
III.4.8 Bilan.....	35

III-5. Conclusion .....	38
<b>Chapitre IV : Préparation du dossier d'homologation P-RNAV.....</b>	<b>39</b>
IV.1 Introduction.....	40
IV.2 Homologation P-RNAV des aéronefs.....	40
IV.2.1 Précision latérale du système de bord .....	40
IV.2.2 Critères de précision, d'intégrité et de continuité .....	40
IV.2.3 Les fonctions minimales requises du système P-RNAV.....	41
IV.2.4 Les fonctions recommandées du système pour les opérations P-RNAV.....	44
IV.2.5 Approbations d'installations nouvelles ou modifiées.....	45
IV.2.6 Installations existantes .....	45
IV.2.7 Base de données de navigation.....	45
IV.2.8 Utilisation de l'équipement GPS.....	46
IV.2.9 Utilisation des données à inertie.....	46
IV.2.10 Mixage d'équipements RNAV.....	46
IV.2.11 Manuel de vol.....	46
IV.3 CRITERES OPERATIONNELS.....	47
IV.3.1 Généralités.....	47
IV.3.2 Procédures normales.....	47
IV.3.2.1 Planification avant le vol.....	47
IV.3.2.2 Départ.....	48
IV.3.2.3 Arrivée .....	50
IV.3.2.4 Saisie manuelle.....	50
IV.3.2.5 Retour à une procédure conventionnelle.....	50
IV.3.3 Procédures d'urgence.....	51
IV.3.4 Coordination avec les organismes de contrôle de la circulation aérienne.....	51
IV.3.5 Panne de communications.....	51
IV.3.6 Perte de la capacité P-RNAV .....	51
IV.3.7 Compte-rendu des incidents.....	52
IV.3.8 Formation de l'équipage de conduite.....	52
IV.3.9 Intégrité de base de données.....	54
IV.3.10 Base de données.....	54

IV.3.11 Documentation des opérations.....	54
IV.3.12 Amendement du MEL.....	54
IV.3.13 Document d'homologation.....	54
IV.4 Certification A/C A330-200 P-RNAV.....	55
IV.4.1 Équipement D'Avion.....	57
IV.4.2 Approbation des systèmes RNAV pour des opérations Rnav-x.....	58
IV.4.3 La Base de données de Navigation.....	58
IV.4.4 Intégrité des bases de données.....	58
IV.4.5 Vérification de la Base de Données.....	59
IV.4.6 Les procédures de Départ et d'Arrivée.....	61
IV.4.6.1 Généralité.....	61
IV.4.6.2 Optimisation des SID et STAR par la RNAV.....	61
IV.4.6.3 Assignation SID/STAR .....	62
IV.4.7 Les opérations P-RNAV, procédures et exigences.....	62
IV.4.7.1 Procédures d'ATC .....	62
IV.4.7.2 Transmissions par radio.....	63
IV.4.7.3 Responsabilités du franchissement d'obstacles.....	63
IV.4.7.4 Conception de SID/STAR.....	64
IV.4.7.5. Les Exigences de la RNAV de l'Avion.....	64
IV.4.7.6 Planification Avant le vol .....	64
IV.4.7.7 Décollage .....	67
IV.4.7.8 Descente et arrivée.....	68
IV.5 Conclusion.....	70
<b>Conclusion Générale.....</b>	<b>75</b>

Références Bibliographiques.

Annexes.



## **Liste des figures, Tableaux et Organigrammes**

Figure I.1 : configuration des manettes.....	11
Figure I.2 : les principaux instruments de bord.....	11
Figure I.3: les panneaux du pilote et co-pilote.....	13
Figure I.4 : Dimensions de l'A330-200.....	15
Figure I.5 : Dimension de l'A330-200.....	16
Figure III.1 : comparaison entre la Navigation Conventionnelle et La RNAV.....	19
Figure III.2 : Virage “ à travers ”.....	21
Figure III.3 : interface du calculateur RNAV .....	24
Figure III.4 : comparaisons des Matrices RNAV et FMS.....	26
Figure III.5 : Exemple de routes RNAV à l'intérieur de l'espace aérien terminal...26	
Figure III.6: Toulouse Blagnac Depart Initial P-RNAV RWY 32L/32R.....	34
Figure III.7 : Toulouse Blagnac, SID P-RNAV RWY 32R/32L .....	35
Figure IV.1 : Schéma synoptique des fonctions exigées.....	68
Figure IV.2 : Schéma synoptique des fonctions recommandée.....	69
Figure IV.3 : Schéma synoptique des critères pour approbation Pour aptitude au vol P-RNAV.....	70
Tableau I.1 : flotte d'Air Algérie.....	5
Tableau I.2 : représentation du réseau domestique d'Air Algérie.....	7
Tableau III.1 : Comparaison des procédures RNAV en dessous et au dessus de la MSA.....	31
Organigramme I.1: Direction Générale d'Air Algérie.....	9

Organigramme IV.1 : Certification A/C A330-200 P-RNAV.....53  
Organigramme IV.2 : Vérification de la Data base.....58

## **Liste des Abréviations**

**3D** Three - Dimensional

**ABAS** Aircraft Based Augmentation System

**AIP** Aeronautical Information Publication

**AMC** Acceptable Means of Compliance (JAA)

**ANSP** Air Navigation Service Provider

**APN** Airspace, Network Planning and Navigation Division (EUROCONTROL)

**ATC** Air Traffic Control

**ATM** Air Traffic Management

**DME** Distance Measuring Equipment

**Doc** Document

**DOC** Designated Operational Coverage

**FAA** Federal Aviation Administration (U.S.A.)

**FMS** Flight Management System

**FTE** Flight Technical Error

**GNSS** Global Navigation Satellite System

**ICAO** International Civil Aviation Organization

**IDENT** Identification (of a Navigation Aid)

**ILS** Instrument Landing System

**INS** Inertial Navigation System

**IRS** Inertial Reference System

**JAA** Joint Aviation Authorities (Europe)

**NOTAM** Notice to Airmen

**NSE** Navigation System Error

**NM** Nautical Mile

**PANS-OPS** Procedures for Air Navigation Services - Operations

**PBN** Performance Based Navigation

**PEE** Position Estimation Error

**P-RNAV** Precision RNAV

**RAIM** Receiver Autonomous Integrity Monitoring

**RNAV** Area Navigation

**RNP** Required Navigation Performance

**SID** Standard Instrument Departure

**SLA** Service Level Agreement

**STAR** Standard Instrument Arrival

**TACAN** Tactical Air Navigation ("Military DME" with additional bearing signals)

**TGL** Temporary Guidance Leaflet (JAA)

**TMA** Terminal Control Area

**TSE** Total System Error

**TSO** Technical Standard Order (FAA)

**VOR** Very High Frequency Omni-directional Range

# **INTRODUCTION GENERALE**

Le concept de navigation de surface (RNAV) s'inscrit dans une stratégie d'amélioration de la gestion du trafic aérien exprimée par les Ministres des Transports de la région CEAC, en 1990, pour faire face au problème de la croissance du trafic aérien commercial.

Dans un plan pratique les Basic RNAV et Précision RNAV sont les premières étapes de l'évolution de la navigation de surface.

La mise en œuvre des procédures de la Navigation fondée sur les performances, en particulier sous la forme des procédures RNAV (Navigation de surface) et RNP (qualité de Navigation requise), se révèle avantageuse sur les plans Opérationnel et économique pour la communauté aéronautique. Ainsi Aux Etats-Unis et en Europe, respectivement la FAA et la JAA sous l'égide d'Eurocontrol en étroite collaboration avec l'industrie ont pu accroître considérablement la capacité aux aéroports principaux où ont été mis en place des procédures de départ et d'approche RNAV ; d'autres avantages notables sont l'amélioration de la sécurité et d'appréciables économies pour les compagnies aériennes. La nécessité donc d'obtenir des gains opérationnels dans les régions de contrôle terminales comparables à ceux résultant de la mise en œuvre de la RNAV de base (B-RNAV) dans l'espace en-route, a conduit à l'adoption du concept de la P-RNAV. L'utilisation de la P-RNAV rappelons le, dans les régions de contrôle terminales notamment des Etats-Unis et des Etats membres de la CEAC leur permettra de concevoir des procédures RNAV dont on tirera des bénéfices opérationnels, économiques et environnementaux.

Deux niveaux de précision pour la navigation de surface (RNAV) sont définis dans le Plan de Navigation Aérienne pour la région Europe (OACI Doc. 7754) Part1, Assumed Operating Parameters Basic RNAV (B-RNAV), qui exige pour tous les aéronefs équipés B-RNAV une précision de navigation égale ou supérieure à  $\pm 9.3$  km ( $\pm 5$  NM) pendant 95% du temps de vol,

Precision RNAV (P-RNAV), qui exige pour tous les aéronefs équipés P-RNAV une précision de navigation égale ou supérieure à  $\pm 1.85$  km ( $\pm 1$  NM) pendant 95% du temps de vol.

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

A 330-200. 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 P-RNAV apparaîtra plus distinctement. L'organisation de ce travail se présente comme suit :

L'introduction sensée faire ressortir le but de l'étude constituera le premier chapitre

Le deuxième chapitre met l'accent sur la description du nouveau concept qu'est la P-RNAV

Notamment à travers une explication espérée claire des procédures P-RNAV ainsi que des exigences réglementaires qui les entourent.

Le troisième chapitre est consacré à la préparation du Dossier d'homologation à travers la présentation des différentes étapes qu'il comporte.

Le quatrième chapitre aborde des exemples d'utilisation des procédures P-RNAV  
Enfin le cinquième et dernier Chapitre constitue la conclusion générale.

# CHAPITRE I :

**Présentation de l'entreprise <<Air Algérie>>**

# CHAPITRE II :

## **Description de l'A330-200**

# CHAPITRE III :

## **Description du concept P-RNAV**



# **CHAPITRE IV :**

## **Préparation du Dossier d'homologation**

# **Références Bibliographiques**

## **I-1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE « AIR ALGERIE »**

Le rôle essentiel de l'entreprise "Air Algérie" dans l'activité économique est considéré dès le lendemain de l'indépendance comme instrument privilégié de l'exercice de la politique économique du pays qui devait permettre à l'Algérie de développer et réaffirmer la coopération commerciale et culturelle avec ses partenaires. Au niveau national, la principale préoccupation des pouvoirs publics consistait à promouvoir l'avion de façon à répondre à plusieurs aides géographique, économique, sociaux et touristiques. Elle a été créée en 1947, dans le but d'exploiter un réseau dense et régulier de lignes aériennes entre l'Algérie et la France. Le 23 mai 1953 à la suite de la fusion de deux organismes qui existait auparavant la compagnie nationale de transport aérien "Air Algérie" entra officiellement en activité. Dix ans plus tard, en Février 1963, à la suite de l'indépendance de l'Algérie, elle devient une compagnie nationale. L'année 1971 est une date historique dans la << vie >> de la compagnie, venant de Seattle (U.S.A) deux Boeing 727-200 dotés d'un perfectionnement technique et commerciale par cette acquisition "Air Algérie" devient la première compagnie en Afrique à utiliser des aéronefs JET. Toujours en 1972 en conformément à la politique de récupération des ressources nationales "Air Algérie" devient une entreprise à 100% Algérienne, mais cette Algérianisation n'a été effectivement et définitivement réalisée qu'en 1974. Grâce aux avions JET, le sud et l'extrême sud sont désormais directement reliés au nord du pays alors qu'Alger devient un carrefour aérien ouvrant la voie aux pays lointains d'Afrique et d'Europe, avec lesquelles l'Algérie entretient des relations économiques. Le programme d'exploitation est par ailleurs judicieusement étudié de telle façon à offrir le maximum de vols à chaque ligne desservie dans le but de satisfaire le client sur les deux réseaux exploités (domestique et international) et pour répondre à la demande, la compagnie a du augmenter et diversifier ses activités, ainsi le nombre d'avions est passé de 12 en 1970 à 42 en 1992. AIR ALGERIE est une société par actions-S.P.A. dont le capital est de 43.000.000.000,00 DA. La flotte d 'AIR ALGERIE compte 33 appareils dont 31 sont exploités pour le passage et 2 pour le cargo. D'un âge moyen de 5 ans, la flotte passage est une des flottes les plus jeunes du secteur. AIR ALGERIE se porte bien. Après avoir réalisé la nouvelle base de maintenance et modernisé sa flotte, elle a entamé la modernisation de ses outils de gestion et

systèmes d'information ainsi que la mise aux normes de ses activités, lui permettant de faire face aux défis du marché, sans cesse présents.

## I.2 LA FLOTTE

Tableau I.1 : flotte d'Air Algérie. [15]

Type d'appareil au 31/12/07	Total	En Exploitation
A 330-200	5	5
B 767-300	3	3
B 737-800	10	10
B 737-600	5	5
ATR 72-500	6	6
<b>Total flotte passage</b>	<b>29</b>	<b>29</b>
B 737-200 Cargo	1	0
HL 130	1	0
<b>Total flotte Cargo</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>Total flotte AH</b>	<b>31</b>	<b>29</b>

La flotte d'Air Algérie est composée au 31/12/2007 de 31 appareils dont 29 pour le passage en exploitation. Les 2 avions cargo sont immobilisés. L'âge moyen de la nouvelle flotte passage (soit 26 appareils) est de 5 ans.

AIR ALGERIE a sensiblement augmenté en 2007, l'utilisation journalière moyenne de sa flotte vive passage. Malgré le renouvellement d'une partie de sa flotte (acquisition de 26 appareils sur la période 2000-2005), la Compagnie accuse toujours un déficit en appareils. « Ce manque de capacités explique que nos programmes d'exploitation soient tendus et donc vulnérables à tout incident qui se traduit immédiatement par des retards, lesquels se cumulant entraînent un effet de cascade ».

### ➤ Poursuite du dimensionnement de la flotte

AIR ALGERIE a acquis en 2008, 2 ATR 72-500 auprès du liquidateur de l'ex KHALIFA AIRWAYS et a obtenu l'accord de l'Etat pour acquérir 11 nouveaux avions dont :

- \* 4 Jets régionaux (flotte dédiée au réseau intérieur) ;
- \* 7 moyens porteurs dont 2 en version cargo.

### **I.3 EFFECTIF**

L'effectif d'AIR ALGERIE au 31 Décembre 2007 est de 7 687 personnes, en baisse de 11% (- 983 agents). [15]

L'exercice 2007 a vu la mise en œuvre du plan social. Les départs en retraite avant l'âge légal ont concerné 1 187 personnes.

### **I-4 Réseau**

La compagnie Air Algérie dessert à l'heure actuelle 33 escales situées dans 26 pays étrangers. Son réseau international est long de 84000 km sur les 130 000 km du réseau global. Néanmoins la caractéristique de son réseau indique que l'ouverture de l'Algérie est sensiblement cantonnée sur l'Europe occidentale, sur l'Afrique et sur le monde arabe.

Le réseau national composé de 46000 km relie 30 des 48 wilayas (huit au nord et 22 au sud).

#### **I.4.1 Structure du réseau d'Air Algérie**

Air Algérie exerce son activité sur deux réseaux : le réseau national et le réseau international.

#### **I.4.2 Réseau national**

Le réseau national ou bien domestique regroupe les relations liant les villes d'Algérie entre elles. Son trafic passager représente 44.85 % du trafic passager total.

Tableau I.2 : Représentation du réseau domestique d'Air Algérie.

Ville	Code
ALGER	ALG
ANNABA	AAE
ADRAR	AZR
BEJAIA	BJA
BORDJ BADJI MOKHTAR	MBW
BISKRA	BSK
BECHAR	CBH
CONSTANTINE	CZL
DJANET	CJG
EL GOLEA	ELG
EL OUED	ELU
GHARDAIA	GHA
JIJEL	GJL
HASSI MESSAOUD	HNE
IN AMENAS	IAM
IN GUEZZAM	INF
IN SALAH	INZ
MASCARA	MUW
OURGLA	OGX
ORAN	ORN
TEBESSA	TEE
TOUGGOURT	TGR
TIARET	TID
TINDOUR	TIN
TLEMCEN	TLM
TAMANRASSET	TMR
TIMIMOUN	TMX
ILLIZI	VVZ

### I.4.3 Réseau international

Le réseau international regroupe les relations reliant les villes d'Algérie avec le reste du monde. Il représente 55.15 % du trafic passager total.

Le réseau international se divise en quatre réseaux :

Le réseau France, le réseau Europe, le réseau Afrique, le réseau Maghreb Moyen Orient. Ce réseau est passé par plusieurs étapes :

- En 1970, il s'étendait sur 21 villes réparties dans 15 pays.
- En 1971, Air Algérie a mis en service les premiers vols sur l'Afrique afin de renforcer les relations de l'Algérie avec les pays africains.

- A la fin de 1979, le réseau s'étendait sur 30 villes réparties dans 23 pays, cette extension s'est poursuivie durant la période 1974-1977 avec l'ouverture de nouvelles lignes à destination de DAMAS 1974, BUCAREST, DAKAR et LUANDA en 1975 et BARCELONE 1977.
- La réalisation de toutes les opérations qu'elles soient de nature économique ou juridique financière, mobilière et immobilière, industrielle, civile ou commerciale, de participation à la création de société pouvant se rattacher directement ou indirectement à cet objet similaire connexe ou complémentaire.

## I.5 PERSPECTIVES

Les priorités sont :

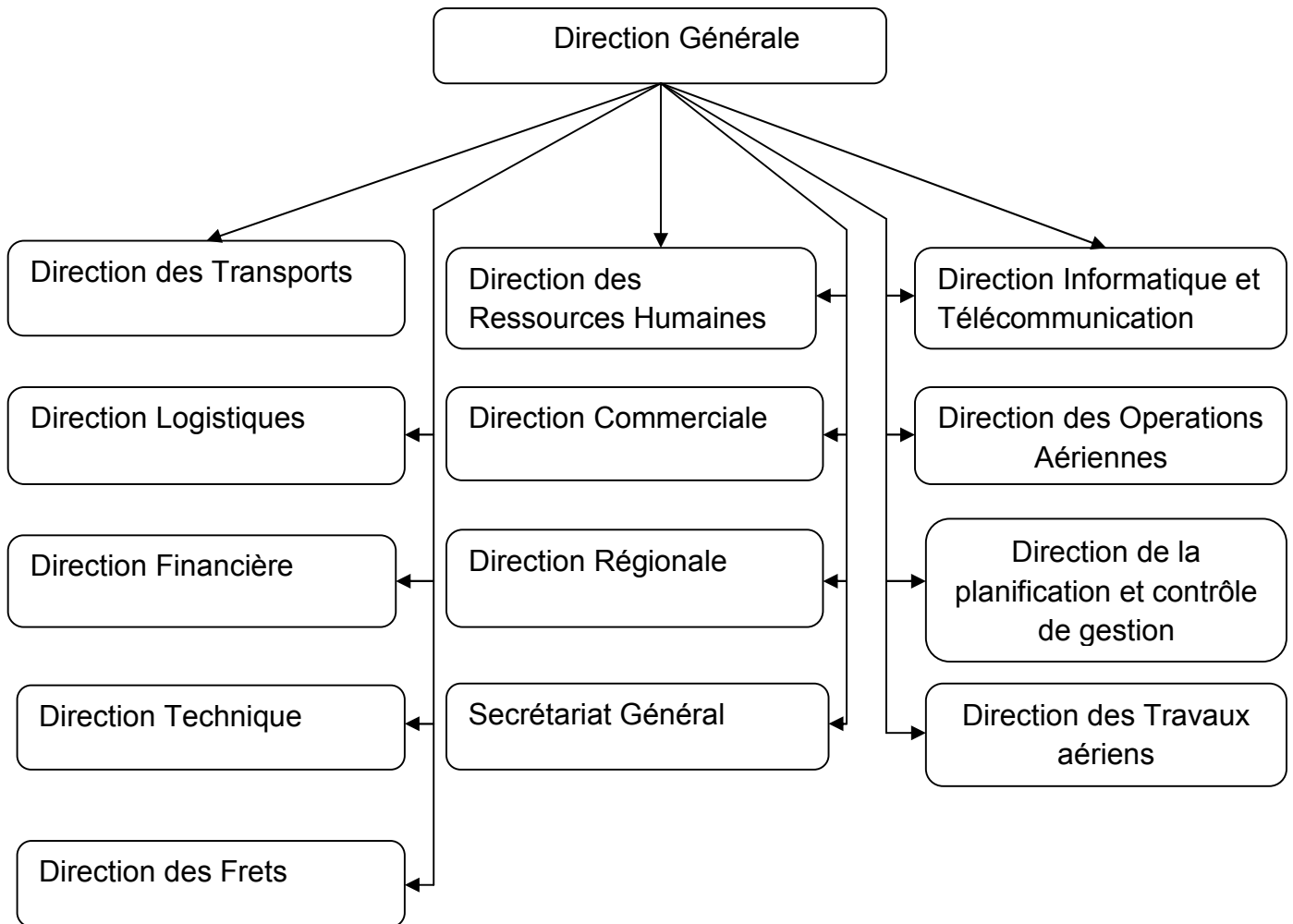
- L'amélioration de la ponctualité et de la qualité de service
- L'amélioration des parts de marchés
- Placer le client au cœur de la nouvelle stratégie de la compagnie
- le développement des destinations vers l'AFRIQUE ( Afrique du Sud, Nigeria.. ). AIR ALGERIE souhaite occuper une position privilégiée dans le continent africain.
- La création d'un « HUB » à Alger pour assurer les continuations et à Ghardaïa, qui sera destiné aux zones pétrolières, au Sud et à l'Afrique
- La poursuite du dimensionnement de la flotte

AIR ALGERIE a obtenu l'accord de l'Etat pour acquérir 11 nouveaux avions dont :

- \* 4 Jets régionaux (flotte dédiée au réseau intérieur) ;
- \* 7 moyens porteurs dont 2 en version cargo.
- La mise en place de navettes sur le réseau domestique
- L'ouverture d'une 3ème liaison sur Montréal (réalisée en juin 2008)
- L'ouverture prochaine de la ligne Alger-Pékin-Alger et d'une ligne vers New York d'ici 2009
- Le renouvellement de la certification IOSA/IATA
- La création d'un centre de contrôle opérationnel (CCO) qui aura pour rôle de réguler l'ensemble de l'exploitation aérienne de la Compagnie
- La mise en place d'une stratégie de croissance rentable

## I.6 LA DIRECTION TECHNIQUE

Son rôle est d'assurer la sécurité et de faire prolonger la durée de vie et d'exploitation des appareils de la flotte



Organigramme I.1: Direction Générale d'Air Algérie. [18]



## II.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.

## II.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

## II.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.

### II.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.

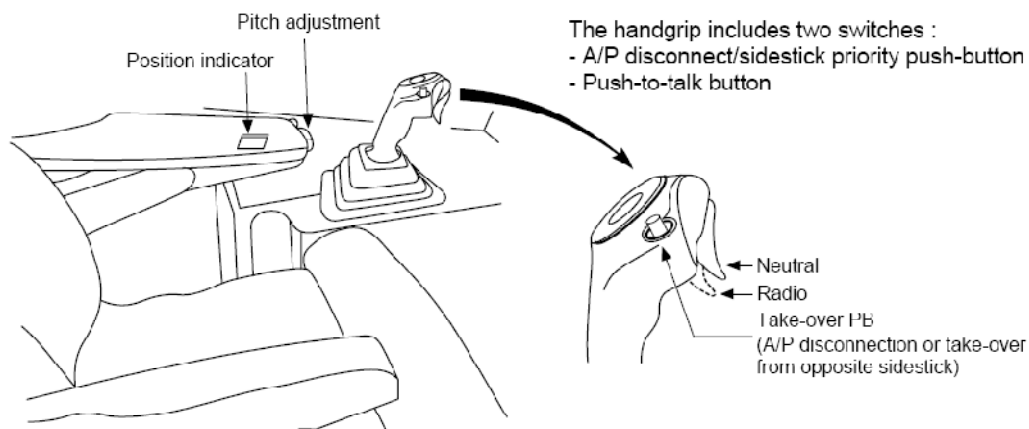


Figure II.1 : configuration des manettes. [5]

### II.3.2 Principaux instruments du tableau de bord

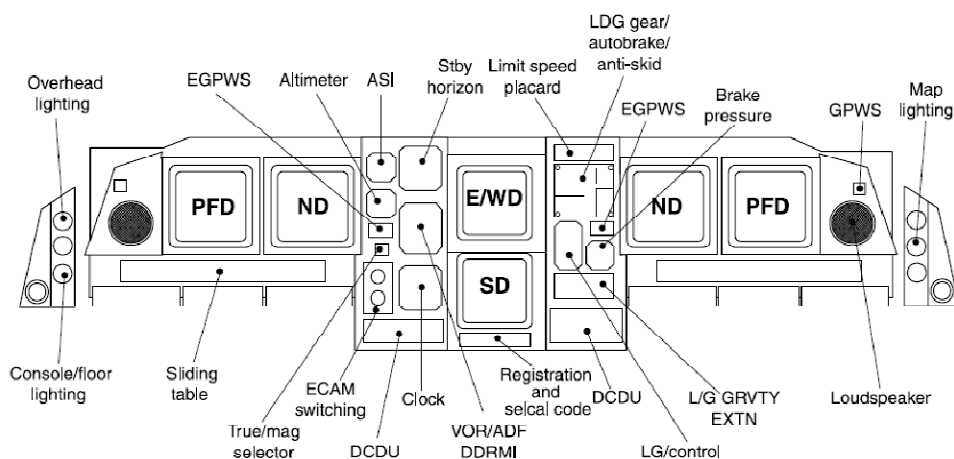


Figure II.2 : les principaux instruments de bord. [5]

### II.3.3 Panneaux du pilote et du co-pilote

- 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 à 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.

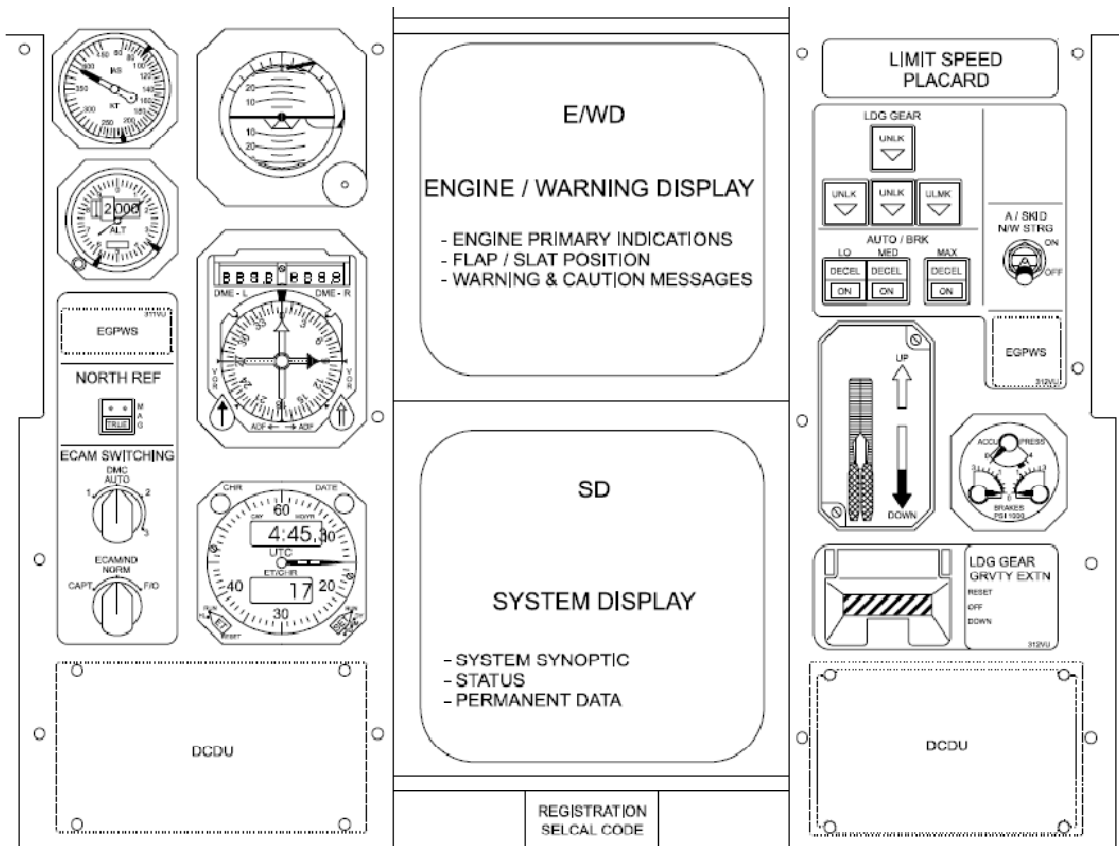


Figure II.3 : les panneaux du pilote et co-pilote. [5]

## II.4 Caractéristiques techniques

Les caractéristiques techniques de cet appareil sont les suivantes :

### Q Dimensions

Longueur 58,8 m

Envergure 60,3 m

Hauteur 17,4 m

Aire des ailes 361,6 m<sup>2</sup>

### Q 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

**Q 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

**Q Performances**

Vitesse de croisière 860 km/h

Vitesse maximale 880 km/h

Vitesse mach 0.86

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

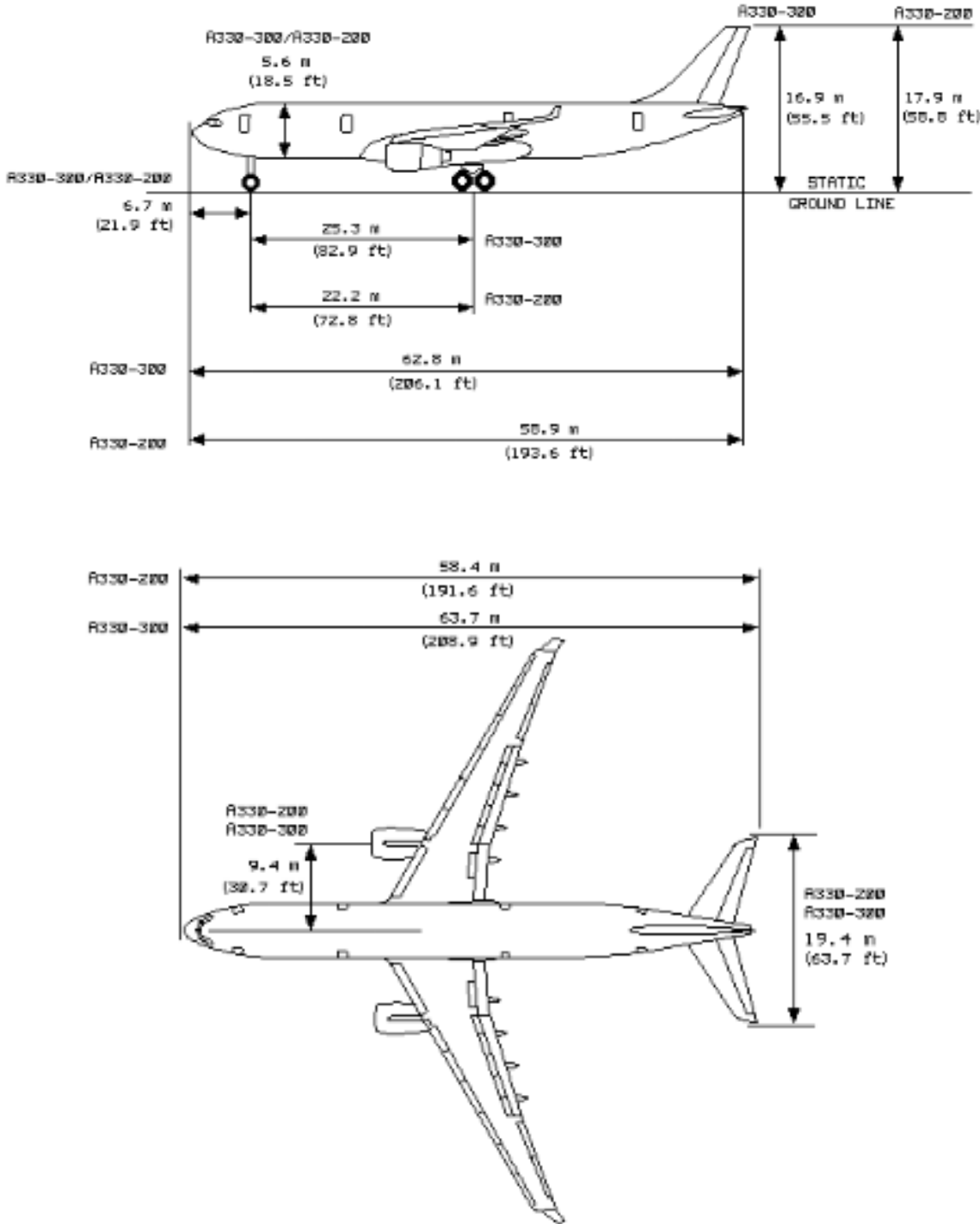


Figure II.4 : Dimensions de l'A330-200. [18]

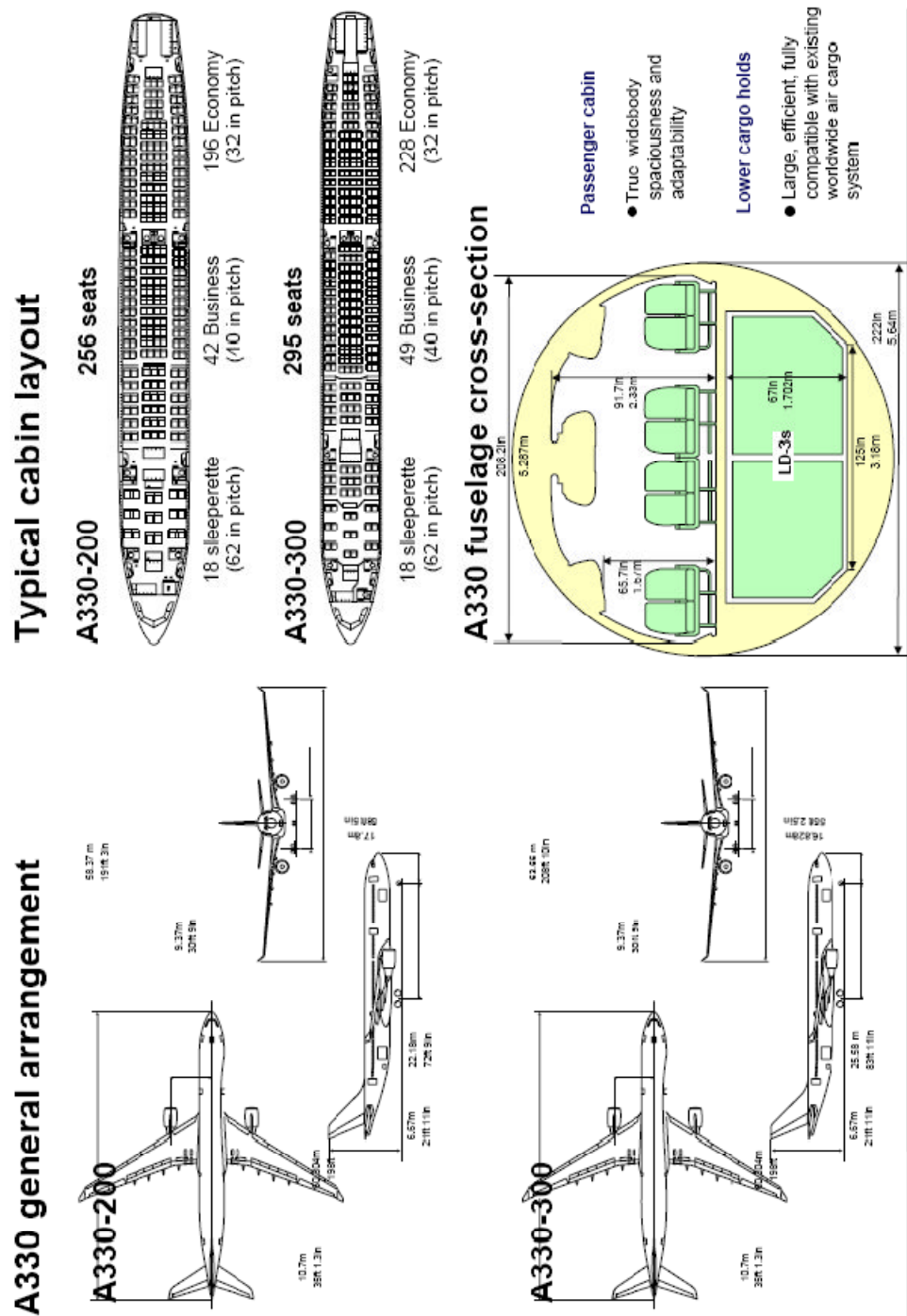


Figure II.5 : Dimension de l'A330-200

### III.1 Introduction

Certaines opérations basées sur la navigation de surface, déjà en place ou à venir, sont décrites dans le manuel de Navigation Basée sur la Performance (PBN) de l'OACI (Doc. 9613).

Ce manuel a été développé comme une évolution et en remplacement du manuel sur la Performance de Navigation Requise (RNP). Il constitue un effort d'harmonisation des spécifications de navigation utilisant la méthode de navigation de surface pour l'ensemble des phases de vol. La Navigation basée sur la Performance (PBN) est un concept qui englobe 2 types de spécifications de navigation qu'il vise à normaliser :

- les opérations de type Performance de Navigation Requise (RNP) qui requièrent un moyen de surveillance des performances de bord et d'alerte (le concept RNP a donc été redéfini dans ce manuel).
- les opérations de type navigation de surface (RNAV) qui ne requièrent pas de surveillance des performances de bord et d'alerte.

Les spécifications de navigation présentées dans le manuel PBN sont, pour l'instant limitées à la RNP 4, Basic-RNP 1, RNP APCH, et RNP AR APCH, RNAV 10, RNAV 5, RNAV 1 et 2. A l'avenir, de nouvelles spécifications de navigation seront rajoutées en fonction des besoins opérationnels.

### III.2 Description des procédures P-RNAV

#### III.2.1 Renseignements généraux relatifs aux systèmes RNAV

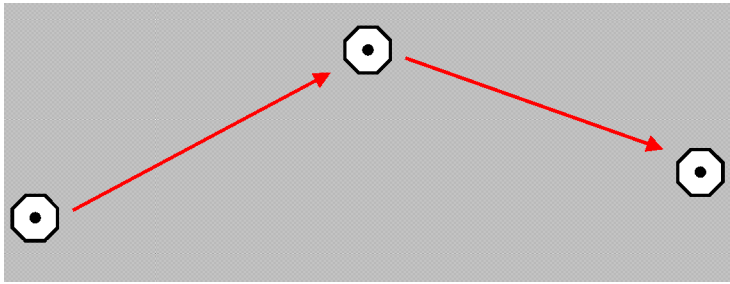
- Dans les systèmes de guidage RNAV, un ordinateur convertit des entrées de données de navigation en position de l'aéronef, calcule la route et la distance et procure un guidage de direction jusqu'au prochain point de cheminement. Les limitations des systèmes RNAV sont celles des ordinateurs sur lesquels ils sont basés.

- L'ordinateur est programmé pour que les erreurs de calcul soient minimales et n'influent pas beaucoup sur l'exactitude à la sortie. Toutefois, l'ordinateur ne peut pas identifier les erreurs d'entrée de données.

- Comme le point de cheminement et, dans certains cas, des données insérées dans la base de données de navigation ont été calculés et promulgués par des États et insérés par l'exploitant ou l'équipage, la position calculée inclura toutes erreurs éventuellement introduites par eux dans la base de données de navigation.

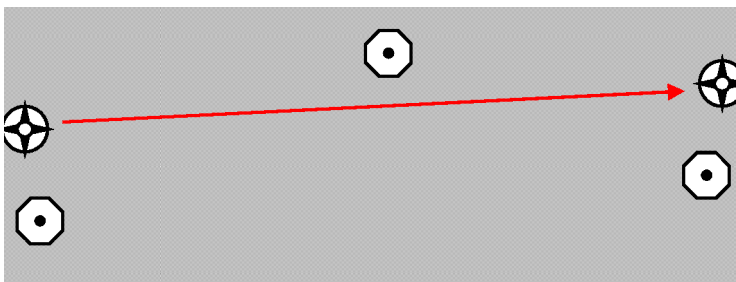


### • Navigation conventionnelle



Les aéronefs navigent vers/depus les moyens de Radionavigation conventionnelle implantés au sol (NDB et VOR)

### • Navigation RNAV



Les aéronefs peuvent s'affranchir des moyens au Sol : calcul de position à partir de différents Senseurs : VOR/DME, DME, positionnement par satellite, centrale à inertie

**Figure III.1 : comparaison entre la Navigation Conventionnelle et La RNAV.**

#### III.2.1.1 Définition OACI

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

#### III.2.1.2 Description du système

Par le traitement des données en provenance d'un ou de plusieurs capteurs l'équipement de navigation de surface RNAV détermine la position de l'aéronef et peut lui transmettre des instructions de vol appropriées. La détermination de la

position de l'aéronef dépend de facteurs tels que la disponibilité et la précision des capteurs, les spécifications du signal (par exemple puissance à la source, dégradation en cours de transmission). La détermination de la position peut s'opérer au moyen des sources suivantes :

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

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

### **III.2.1.3 Point de cheminement**

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

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

➤ **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.

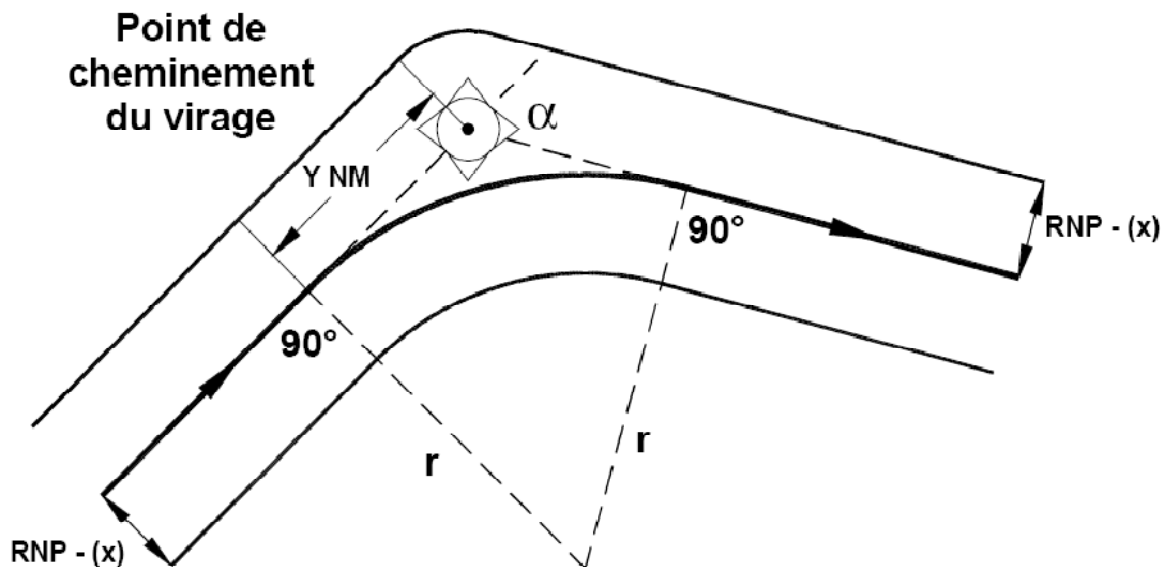


Figure III.2 : Virage "à travers". [7]

➤ **Point de cheminement à survoler**

La trajectoire d'entrée dans le virage doit se terminer au point de cheminement où s'effectue le virage. Le virage doit débuter au passage dudit point de cheminement et le système RNAV doit chercher à maintenir l'aéronef dans les limites de la zone définie à la Figure 5-3 pour les virages jusqu'à 70 degrés. Dans ce type de virage, les performances sont assez difficiles à contrôler. C'est pourquoi le virage "à survoler" ne sera utilisé que lorsque le survol du point de transition est nécessaire.

**Note :**

*Ce type de virage n'est utilisé que pour les procédures en région terminale. Les critères d'exécution du virage ne tiennent pas compte de la nécessité d'une surveillance par rapport à la limite RNP et seules les limites nominales de la trajectoire sont donc représentées sur la figure.*

#### **III.2.1.4 Exigences d'intégrité du système**

La probabilité de non fiabilité de l'information doit être inférieure à  $10^{-5}$  par heure de vol.

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

#### **III.2.1.5 Perte de précision d'utilisation du système et perte d'intégrité**

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

#### **III.2.1.6 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 III. Cette preuve devrait être étayée par des manuels et procédures établissant les capacités opérationnelles ainsi que toutes les limitations du système RNAV.

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

Une spécification des opérations prévues, des infrastructures de navigation dont il est tributaire avec toutes les limitations du système RNAV ;

des procédures opérationnelles détaillées concernant l'aéronef et le système RNAV, afin que les opérations soient conformes aux exigences de l'espace aérien. Lorsque le système RNAV ne respecte pas pleinement les critères d'intégrité et/ou de continuité applicables dans l'espace aérien, les procédures opérationnelles doivent spécifier comment les pilotes respecteront les contraintes ATS en revenant à d'autres sources de données de navigation.

### **III.2.1.7 Performances fonctionnelles de navigation**

Pour garantir que les équipements de bord et les équipements au sol utilisent le même référentiel pour calculer les positions, les algorithmes de navigation doivent se fonder sur un référentiel géodésique commun. L'OACI a adopté le Système géodésique mondial 1984 (WGS-84) comme référentiel commun.

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

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

### **III.2.1.8 Le calculateur RNAV**

Le calculateur RNAV est une aide à la navigation. Il permet à l'aide des informations reçues par un VOR-DME de se reporter sur un ou plusieurs waypoints choisis par le pilote. Ce procédé de navigation est appelé Navigation de Zone ou Balise Fantôme. Le calculateur RNAV effectue d'une manière fictive le transfert de la balise VOR-DME sur le waypoint vers lequel on se dirige, de telle sorte que les informations fournies au pilote sont celles que fournirait effectivement une balise si elle était implantée à ce waypoint.

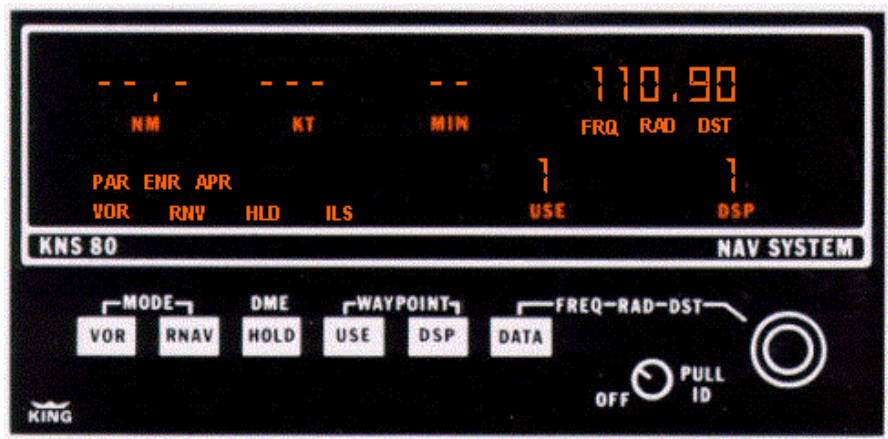


Figure III.3 : interface du calculateur RNAV

### III.2.1.9 Le Système De Gestion De Vol (FMS)

L'utilisation interchangeable des termes RNAV et du système de gestion de vol est commune, précise et parfois imprécis. Afin d'essayer de décourager cette fusion incorrecte de termes et n'importe quelle confusion qui peut surgir en raison de cela, une description du FMS est fournie suivie d'une comparaison entre le FMS et le RNAV. Le FMS est un système intégré se composant de la sonde, du récepteur et de l'ordinateur aéroportés avec bases de données de navigation de l'avion. Elle fournit les performances et le guidage RNAV à un système d'affichage et de commande du pilotage automatique. Le FMS a quatre fonctions principales à savoir :

#### ➤ **Navigation :**

La fonction de navigation du FMS équivaut à la fonctionnalité de la RNAV. Habituellement, des entrées multi-captées peuvent être acceptées de diverses sources telles que GPS, DME, VOR, ILS et l'IRS et quelques modèles peuvent corriger pour des erreurs de l'IRS. Habituellement, le FMS tient compte de la navigation de grande précision, et peut fournir une information d'erreur de navigation pour la détection et l'isolement.

#### ➤ **Planification De Vol :**

Des itinéraires prédéfinis de la compagnie et les itinéraires d'ex-centrage de partie latérale peuvent être volés en utilisant cette fonction. L'équipage de vol peut créer des way-points et les intersections de plan de vol peuvent être obtenus à partir

d'une référence fixe ex: d'un radial et d'une distance de la référence fixe .La possibilité peut exister pour le routeing d'un way-point directement à un autre point - un dispositif commode si l'avion est tactiquement ré-cheminé par des données d'ATC. Les données du vent sont maintenues et employées dans les calculs de planification de vol.

➤ **Prévision De Trajectoire :**

Cette fonction tient compte du re-calcul rapide de la trajectoire pour des changements de plan de vol. L'action de franchissement d'obstacle de terrain peut être fournie. Certains FMS peuvent fournir entièrement une navigation intégrée sur la partie latérale et le plan vertical.

➤ **Gestion des performances Avion :**

Les possibilités de gestion du vol du FMS permettent de contrôler la manière dont l'avion est actionné. Les ordinateurs peuvent calculer, choisir et contrôler le vol en ce qui concerne la vitesse la plus économiquement salubre, le taux de montée et de virage. La sûreté est couverte - quelques ordinateurs de gestion de vol, une fois couplé au pilote automatique, ne permettrai pas à l'avion de décrocher, par exemple - et la performance économique optimale devient possible. Les avantages envisagés ont pu avoir comme conséquence le trafic accru. [16]

### III.2.1.10 Contrastes entre RNAV et FMS

Un FMS est un système RNAV mais un système RNAV n'est pas nécessairement un FMS. Afin à terme de fournir l'aide quant aux performances de l'avion, le FMS offre plus au pilote que le système RNAV. Un système RNAV est fondamentalement un système de navigation qui n'inclut pas les composants de la performance de l'avion. La fonction de navigation dans la plupart des équipements FMS réunit la condition de B-rnav et est prévue de se conformer aux conditions plus exigeantes de la P-rnav.

La Figure 1-D illustre la différence entre le FMS et le RNAV, montrant l'élément de gestion de vol du FMS que la RNAV ne partage pas. Ainsi, les limites RNAV et FMS ne devraient pas être en passant échangé.

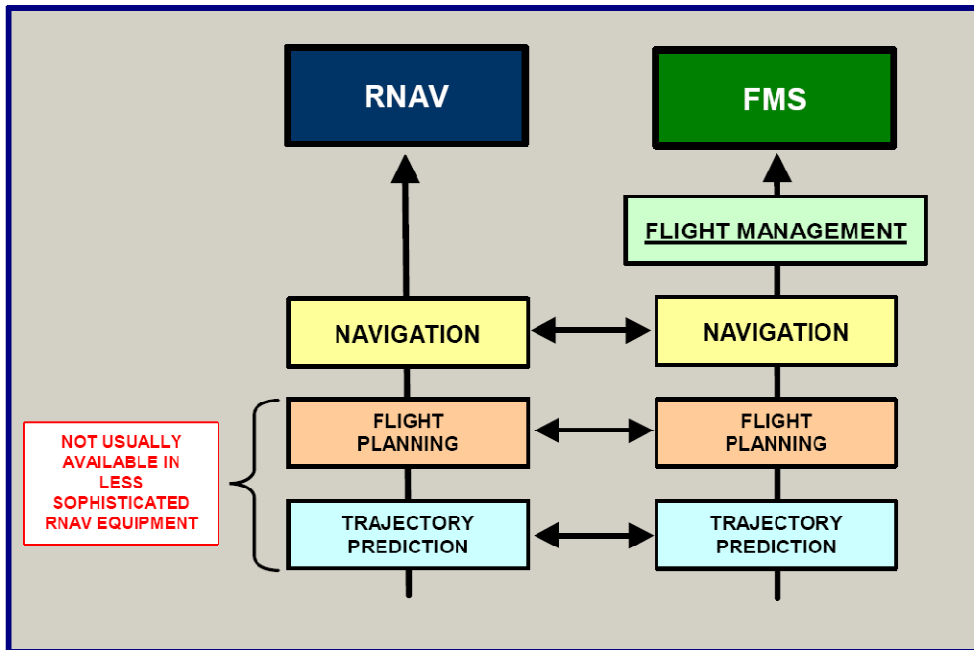


Figure III.4 : comparaisons des Matrices RNAV et FMS. [16]

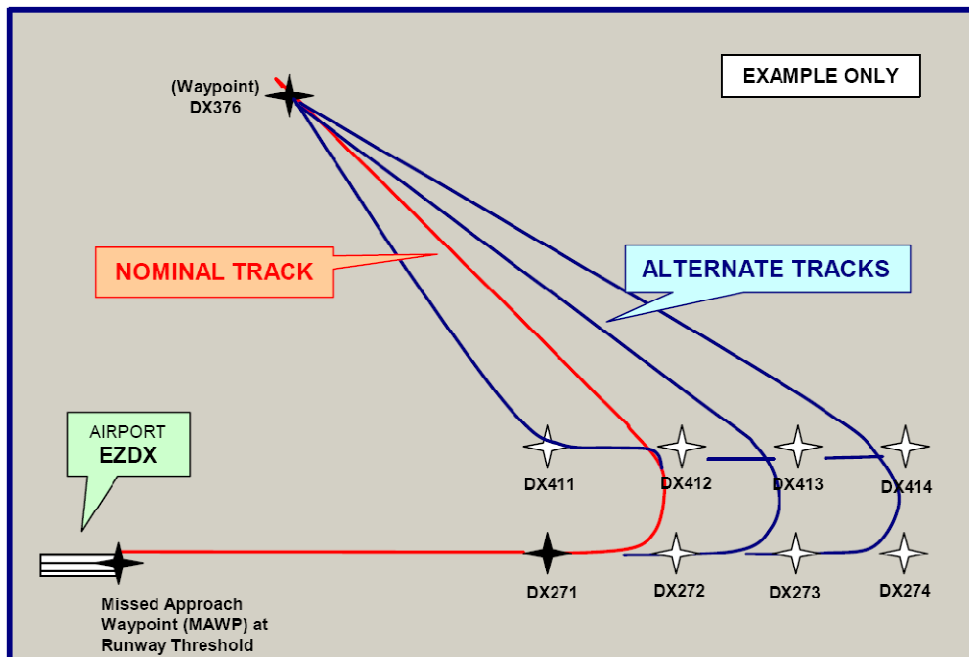


Figure III.5 : Exemple de routes RNAV à l'intérieur de l'espace aérien terminal. [16]



### III.2.2 Quelques définitions relatives à la P-RNAV

**B-RNAV** : Type de RNAV défini par Eurocontrol dont la précision de tenue de route dans le plan latéral est

de  $\pm 5$  NM et exploité par les aéronefs dotés d'un équipement RNAV ayant la capacité à déterminer leurs positions dans le plan horizontal avec une précision suffisante pour satisfaire à l'exigence de

tenue de route.

- **Espace P-RNAV** : il s'agit de tout réseau de route ATS publié de l'espace aérien. Pour pouvoir voler à

l'intérieur de cette zone, la capacité P-RNAV de l'aéronef dans son ensemble doit être démontrée.

- **Homologation P-RNAV** : Homologation émise par les services compétents du Ministère du Transport de L'Etat dans lequel est basé l'exploitant. Elle consiste en une homologation P-RNAV des aéronefs et une homologation opérationnelle des exploitants d'aéronefs ;

- **P-RNAV** : Type de RNAV défini par Eurocontrol dans le plan horizontal ou plus exactement à un niveau de vol donné. Les principales caractéristiques demandées à l'équipement de bord RNAV sont les suivantes :

- Une précision de navigation horizontale de  $\pm 1$  NM pendant 95 % du temps de vol (soit une capacité RNP 1 telle que définie par l'OACI) ;
- Une continuité de service de 99,999 % du temps de vol (infrastructures sol et bord confondues).

- **RNAV** : Méthode de navigation permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue. L'équipement RNAV doit permettre de déterminer automatiquement la position de l'aéronef à partir d'un ou d'une combinaison des capteurs suivants :

\* VOR/DME - INS ou IRS

\* DME/DME – GPS

- **RNP** : Expression de la performance de navigation qui est nécessaire pour évoluer à l'intérieur d'un espace aérien défini ;

- **Route P-RNAV** : C'est une route publiée, tracée sur le territoire d'un Etat ayant un espace aérien P-RNAV et ne survolant pas nécessairement les aides

radioélectriques au sol, le long de cette route les aéronefs doivent naviguer avec une précision de navigation RNP1.

- **Système P-RNAV** : C'est un équipement ou ensemble d'équipements de bord permettant de répondre aux critères de la P-RNAV tels que définis par la présente décision.

**AOC** : certificat d'exploitation aérienne.

**CDI** : Indicateur de déviation de cap

**GPS** : système mondial de localisation.

**HSI** : Indicateur de la situation horizontale

**INS** : Système de navigation par inertie.

**MCDU** : unité d'affichage de contrôle multifonction.

**MEL** : liste minimale d'équipements

**RAIM** : contrôle autonome de l'intégrité par le récepteur.

**WPT** : Point de cheminement

### III.3 Exigences réglementaires

Pour une présentation optimale des exigences réglementaires nous nous référencerons à la réglementation européennes ceci implique l'évocation très souvent de la "zone CEAC" et/ou "des pays de l'espace CEAC" et ceci pour la toute simple raison qu'au stade actuel des choses la zone Europe (avec bien sur les USA en tête) constitue la région par excellence de la mise en œuvre et de la promotion de la RNAV de précision. Il est à noter également qu'il ne s'agit que d'une ébauche du cadre réglementaire, le fond étant dégagé dans le troisième chapitre de ce travail.

Dans le cadre d'une démarche coordonnée sous l'égide de l'Organisation Eurocontrol, les Etats membres de la CEAC sont engagés dans la mise en œuvre progressive de la navigation de surface de précision (P-RNAV) dans les régions de contrôle terminales.

La nécessité d'obtenir des gains opérationnels dans les régions de contrôle terminales comparables à ceux résultant de la mise en œuvre de la RNAV de base (B-RNAV) dans l'espace en-route, a conduit à l'adoption du concept de la P-RNAV. Des documents d'accompagnement et des guides ont été développés dans les dernières années et des procédures P-RNAV ont déjà été introduites dans quelques

Etats européens. En outre, une proportion sans cesse croissante de flottes d'aéronefs de la CEAC possède la certification nécessaire et l'approbation opérationnelle formelle P-RNAV. Les exploitants opérant ces procédures P-RNAV dans les régions de contrôle terminales concernées devront être approuvés conformément au document JAA Temporary Guidance Leaflet No. 10 (TGL 10) en vigueur : "Airworthiness and Operational Approval for Precision RNAV Operations in Designated European Airspace" ou équivalent (exemple FAA AC 90-100A). Cette TGL doit évoluer afin d'être harmonisée avec la spécification de navigation RNAV 1 (dénomination correspondant à la P-RNAV normalisée par l'OACI dans le cadre de son manuel PBN – cf. §5). Elle sera prochainement intégrée dans la série des « AMC 20 » de l'EASA sous la dénomination d'AMC 20-16.

Généralement, d'autres moyens pour accéder aux espaces/aéroports desservis par des procédures P-RNAV continueront d'être fournis grâce au maintien d'un certain nombre de procédures conventionnelles, complétées par l'utilisation de guidage radar (dans certains cas, comme indiqué en §2.4, des procédures RNAV nécessitant uniquement une approbation opérationnelle B-RNAV seront également disponibles). Cependant, ces opérations réalisées par des aéronefs non P-RNAV pourront subir des retards et/ou des allongements de routes durant les périodes de pointe. Localement, les procédures P-RNAV associées à d'autres opérations RNAV (approches de non précision GNSS par exemple ; cf. circulaire d'information aéronautique française pour ces opérations) pourront constituer le seul moyen d'accès IFR à certaines TMA et à certains aérodromes.

L'emport d'équipement B-RNAV est obligatoire dans l'espace aérien en-route des Etats de la CEAC depuis le 23 Avril 1998. Les exigences minimales associées à l'approbation B-RNAV, en termes d'équipement et d'installation, sont décrites dans le document «Temporary Guidance Leaflet (TGL) N° 2 (rev. 1)» des Joint Aviation Authorities (JAA). Depuis la mise en œuvre, en 1998, de la B-RNAV pour les opérations en-route, le besoin d'application de la navigation de surface en région de contrôle terminale est de plus en plus pressant ; de nombreux Etats ont ainsi publié des procédures RNAV en région de contrôle terminale. Ces procédures ont notamment été mises en œuvre pour assurer la connexion avec le réseau RNAV en-

route. Pour la plupart d'entre elles, seul l'emploi d'équipements B-RNAV est nécessaire. Or, ces équipements ne sont pas considérés adaptés à une utilisation en région de contrôle terminale, pour les raisons indiquées ci-après.

La certification B-RNAV est obtenue sur la base de performances minimales exigées très limitées. En particulier :

- il n'est pas exigé que les systèmes disposent de bases de données. Il en résulte que, pour les équipements ne répondant qu'aux exigences minimales, les points de cheminement doivent être entrés manuellement, avec le risque d'erreur que cela représente ;
- lorsque les équipements disposent de bases de données, il n'existe pas de garantie forte concernant la vérification de leur intégrité ;
- le système minimum requis doit permettre d'entrer une route de seulement quatre points. Le besoin de points supplémentaires pendant l'exécution d'une procédure génère une charge de travail importante et un risque d'erreur préjudiciables à la sécurité ;
- le système minimum permet d'utiliser une centrale à inertie jusqu'à deux heures après son alignement. Ceci peut entraîner un écart latéral de 5 NM maximum par rapport à l'axe de la route ;
- le système minimum ne possède pas obligatoirement la fonction « fly-by ».
- enfin, les systèmes les plus simples conformes aux exigences JAA (Joint Aviation Authorities) TGL N° 2 (rev.1), peuvent ne posséder qu'une interface homme-machine très peu développée, ce qui peut empêcher les pilotes d'exécuter dans de bonnes conditions des procédures complexes en région de contrôle terminale.

Bien que de nombreux systèmes certifiés B-RNAV permettent une précision de navigation meilleure que  $\pm 5\text{Nm}$  requis, compte tenu des limitations fonctionnelles citées précédemment, il n'est pas certain qu'ils réunissent les critères nécessaires pour exécuter en toute sécurité les procédures RNAV en région de contrôle terminale.

Il découle de ce qui précède que la seule certification B-RNAV n'est pas adaptée aux opérations en région de contrôle terminale telles les procédures de départ ou d'arrivée RNAV. Certains Etats de la CEAC ont ponctuellement pallié cette insuffisance en adoptant, dans un cadre non normalisé, diverses règles, exigences et

principes de conception nationaux pour les procédures RNAV en région de contrôle terminale. C'est le cas de la France où ont été édictées les exigences « B-RNAV en zone terminale » décrites dans l'AIP GEN 1.5.2, §2.1.3 c) et ENR 1.5, §1.5.4.

Tableau III.1 : Comparaison des procédures RNAV en dessous et au dessus de la MSA

En dessous de la MSA/AMSR	Au dessus de la MSA/AMSR
Soit Procédures conventionnelles (non RNAV)	Procédures conventionnelles (non RNAV)
Soit procédures RNAV avec obligation d'emport <b>P-RNAV</b>	Procédures RNAV (critères de conception en-route) avec obligation d'emport <b>B-RNAV</b>
	Procédures RNAV avec obligation d'emport <b>P-RNAV</b>

#### → CERTIFICATION ET APPROBATION OPERATIONNELLE P-RNAV

Pour pallier les insuffisances de la B-RNAV en région de contrôle terminale de manière concordante, EUROCONTROL, en coopération avec les Etats membres de la CEAC et des JAA, a élaboré un cadre pour la mise en oeuvre de la P-RNAV lorsqu'un besoin opérationnel justifie l'application de la RNAV

La navigation de surface de précision (P-RNAV) fournit les performances et fonctions de navigation nécessaires pour exploiter les procédures RNAV en région de contrôle terminale. Les Etats de la CEAC ont convenu que la P-RNAV constituait un moyen important d'améliorer l'utilisation actuelle de la RNAV dans les régions de contrôle terminales. Afin de pouvoir utiliser les procédures RNAV en TMA, les aéronefs devront être certifiés et les exploitants d'aéronefs approuvés opérationnellement pour une exploitation P-RNAV. Note : dans ce contexte, le terme de "Procédures RNAV en région de contrôle terminale" exclut les trajectoires d'approche finale et d'approche interrompue. [13]

### **III.4 Exemple d'Evaluation SID P-RNAV FISTO 5P RWY 32L/32R**

Cette partie, nous l'avons incluse dans le but d'illustrer comment s'effectue l'évaluation d'une procédure P-RNAV ainsi que ses contours, bien qu'il ne concerne pas notre thème au premier degré, nous avons jugé utile de faire ressortir l'image d'une procédure P-RNAV ; d'autant plus que c'est de ça qu'il s'agit.

#### **III.4.1 OBJECTIF DE L'EVALUATION DE LA PROCEDURE**

Remplacer la procédure départ FISTO actuelle pour les vols de nuit, équipés P-RNAV, afin de limiter les nuisances environnementales sonores du trafic aérien sur les communes situées au nord de TOU.

L'évaluation, qui dans sa phase initiale se déroulera uniquement de nuit, sera mise à profit pour valider les hypothèses de gain environnemental attendues par la nouvelle trajectoire. Les résultats de cette évaluation serviront à l'étude d'une publication définitive de la procédure départ P-RNAV vers FISTO. [13]

#### **III.4.2 DESCRIPTION DE LA PROCEDURE FISTO 5P**

##### **III.4.2.1 RWY 32L**

Monter vers TOU route 325°, puis virer à droite vers BO322 direction 336°. Ensuite virer à droite vers BO323 direction 360°. Ensuite jusqu'à FISTO.

##### **III.4.2.2 RWY 32R**

Monter vers TOU route 322°, puis virer à droite vers BO322 direction 336°. Ensuite virer à droite vers BO323 direction 360°. Ensuite jusqu'à FISTO.

##### **III.4.2.3 Clairance initiale**

FL070

##### **III.4.2.4 Pente ATS**

6% minimum jusqu'au FL140

#### **III.4.3 CARTES DE DEPART SID (Voir Figures 11 et 12)**

Deux cartes de départs normalisés AD2 LFBO INI PRNAV 1 et AD2 LFBO SID PRNAV 1 ont été définies.

#### **III.4.4 CONDITIONS DE L'EVALUATION**

En QFU 32, pour les départs FISTO sauf pour les aéronefs à piston et hélicoptères, le départ SID PRNAV FISTO 5P sera délivré par défaut entre 20h30 UTC et 04h00 UTC (HIV : +1HR). Le départ P-RNAV est préférentiel et sera déclaré

en service sur la fréquence ATIS de Toulouse Blagnac. En absence de capacité "P-RNAV" requise, le pilote doit s'annoncer « Non P-RNAV » lors de la demande de mise en route afin de se voir attribuer un départ conventionnel FISTO 5B.

### **III.4.5 EQUIPEMENT**

L'équipement requis pour l'utilisation de la procédure de départ P-RNAV est un équipement utilisant un capteur GNSS seul ou un capteur GNSS couplé avec un capteur DME/DME.

Les équipements P-RNAV ne disposant pas de capteur GNSS ne pourront pas utiliser le SID FISTO 5P

### **III.4.6 PHRASEOLOGIE**

Les éléments de phraséologie figurent de manière complète dans le document OACI DOC 7030/4, § 18.8 et OACI DOC 4444, § 12.3.1.14 et/ou si une procédure de départ P-RNAV, qui a été assignée, ne peut être acceptée par le pilote, le pilote informera immédiatement l'ATC par l'utilisation de la phrase suivante : IMPOSSIBLE DÉPART CAUSE (*raison*).

En cas de dégradations des performances de navigation de l'aéronef ou de panne, le pilote informera l'ATC par l'utilisation de la phrase suivante : IMPOSSIBLE RNAV (*raison*).

### **III.4.7 DEMARRAGE ET DUREE DE L'EVALUATION**

L'évaluation débutera le 18 décembre 2008 pour sa phase de nuit. Un bilan technique sera établi par le SNA Sud en Mai 2009 qui déterminera les conditions de déclenchement de la phase d'évaluation de jour notamment le week-end.

### **III.4.8 BILAN**

Les compagnies sont invitées à reporter les évènements de bord éventuels liés à l'exécution du départ P-RNAV FISTO 5P à : SNA Sud Allée Saint Exupéry BP 60100 31703 BLAGNAC

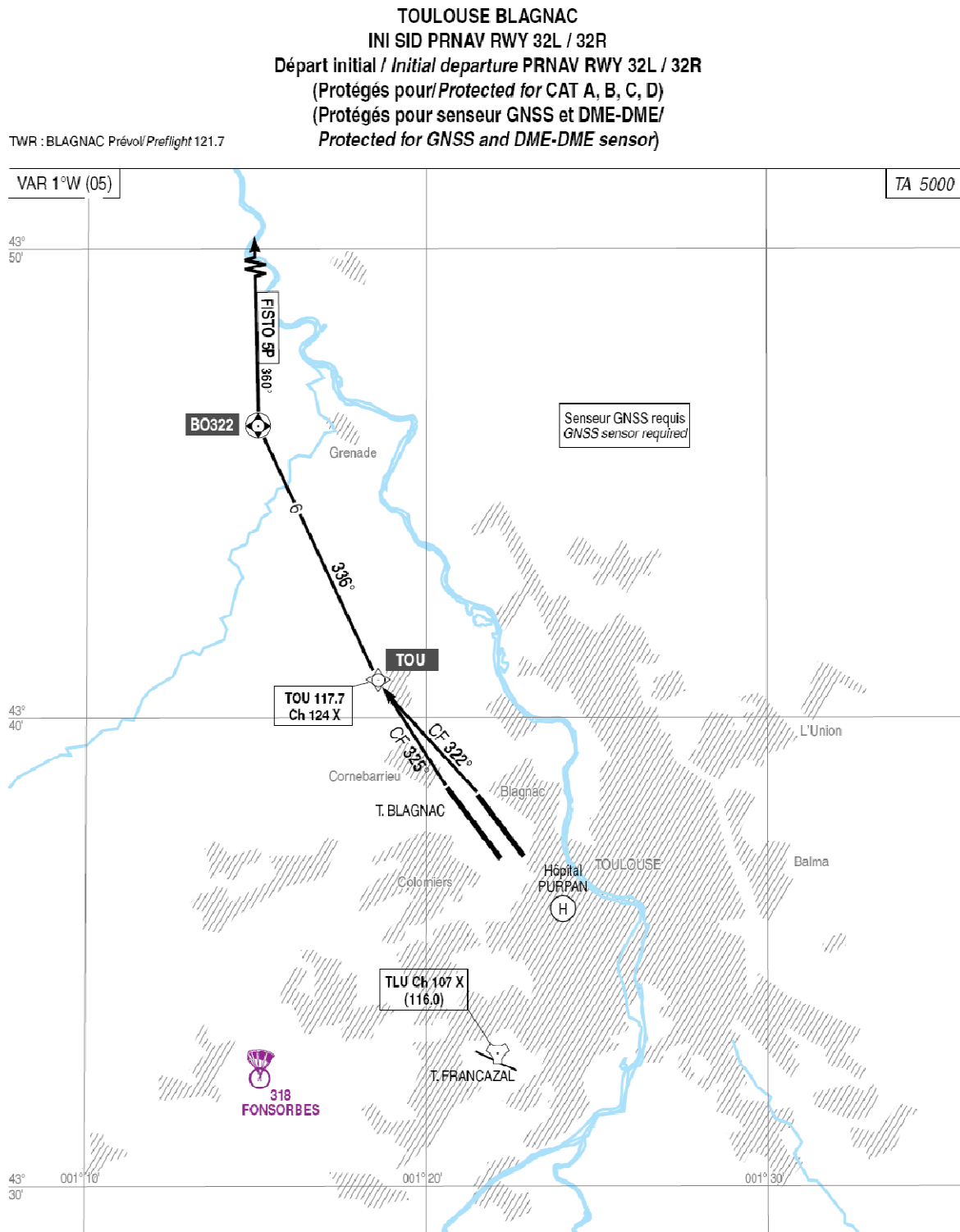


Figure III.6: Toulouse Blagnac Depart Initial P-RNAV RWY 32L/32R. [13]



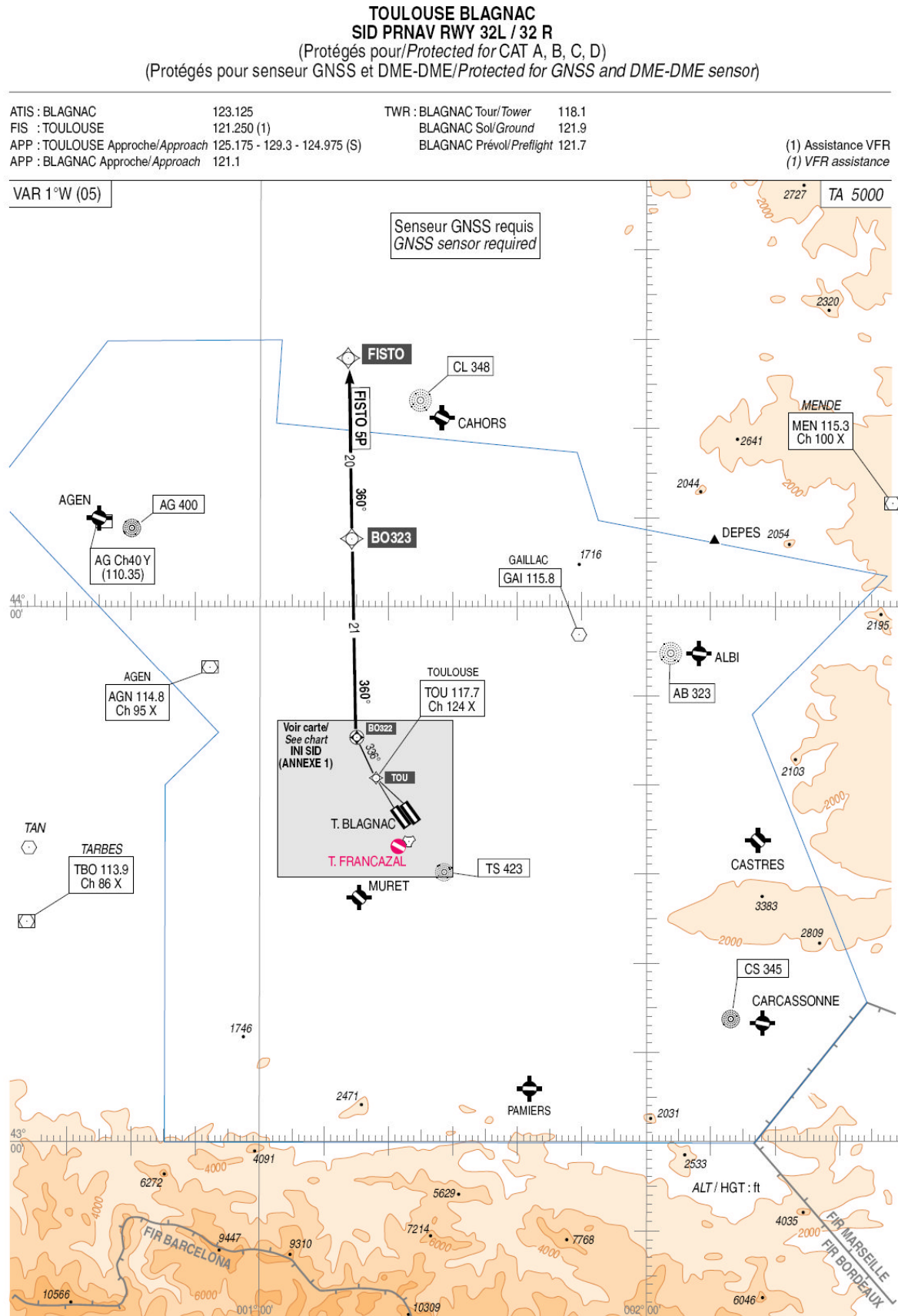


Figure III.7 : Toulouse Blagnac, SID P-RNAV RWY 32R/32L. [13]

### **III-5. Conclusion**

Cette partie à consister principalement à édicter la P-RNAV sous tous ses aspects notamment l'équipement d'emport afin de mieux cerner son utilisation. Aussi nous avons aussi fait mention des procédures P-RNAV pour mieux voir la différence que celles-ci présentent par rapport aux autres types de procédures.

## IV.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 P-RNAV 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**.

## IV.2 Homologation P-RNAV des aéronefs

### IV.2.1 Précision latérale du système de bord

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

### IV.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.

### IV.2.3 Les fonctions minimales requises du système P-RNAV

Les fonctions minimales exigées du système pour des opérations P-RNAV sont les suivantes:

- a) L'affichage de déviation latérale, l'indicateur de panne et la signalisation To/From fournis par des éléments fondamentaux pour l'usage de la navigation tels que CDI et (E) HSI et figurant dans le champ visuel primaire de l'équipage de conduite. L'affichage de déviation aura un débattement complet approprié à la phase de vol et basé sur la précision exigée sur le parcours. La valeur de

débattement complet doit être affichée directement ou rendue disponible à l'affichage pour l'équipage de conduite à partir d'une base de données. L'affichage de carte de navigation aisément accessible à l'équipage de conduite avec une échelle appropriée donnant l'affichage latéral de déviation est une alternative acceptable.

- b) Des possibilités d'afficher sur les instruments primaires de navigation de l'avion la route désirée (D.T.K) et la position de l'avion par rapport à cette route. Ces données doivent être affichées par le système de façon continue à l'équipage de conduite.
- c) Lorsque l'équipage de conduite minimum est composé de deux pilotes, le pilote non au commandement doit pouvoir vérifier la route désirée et la position de l'avion par rapport à cette route.
- d) L'utilisation d'une base de données de navigation qui doit être actualisée selon le cycle AIRAC et de laquelle les procédures en zone terminale peuvent être extraites et chargées dans le système RNAV.  
La base de données doit être protégée contre toute modification par l'équipage de conduite des données stockées ;
- e) Des moyens d'afficher la période de validité de la base de données de navigation à l'équipage de conduite ;
- f) Des moyens de recherche et d'affichage des données stockées dans la base de données de navigation concernant chaque point de cheminement et aide à la navigation, pour permettre à l'équipage de conduite de vérifier la procédure à appliquer.
- g) La capacité de charger de la base de données dans le système RNAV la ou les procédure (s) à appliquer dans toute zone terminale.

- h) L'affichage du capteur actif de navigation, soit dans le champ visuel primaire du pilote, soit à une page aisément accessible sur un MCDU, ainsi que des moyens de déterminer la performance du système de navigation.
- i) L'affichage instantanément visible à l'équipage de conduite de l'identification du point de cheminement actif (To) soit dans le champ visuel primaire du pilote soit à une page aisément accessible sur un MCDU.
- j) L'affichage de la distance et du relèvement du point de cheminement actif (To) dans le champ visuel primaire du pilote. Le cas échéant, ces données peuvent être affichées à une page aisément accessible du MCDU.
- k) L'affichage facilement visible à l'équipage de conduite de la vitesse sol ou du temps restant pour le point de cheminement (To) soit dans le champ visuel primaire du pilote soit à une page aisément accessible sur un M.C.D.U.
- l) Lorsque le MCDU doit être employé, l'affichage de déviation latérale doit avoir une précision de 0,1NM ;
- m) Sélection automatique des aides de navigation VOR et DME utilisées pour déterminer la position instantanée de l'avion avec la possibilité d'inhiber différentes aides de navigation du procédé de choix automatique ;
- n) Des capacités pour que le système P-RNAV effectue une sélection ou une désélection automatique des sources de navigation, de vérifications notamment d'intégrité et un basculement en mode manuel.
- o) Des capacités pour la fonction « Direct to » ;
- p) Des capacités pour assurer un enchaînement automatique des tronçons de route avec l'affichage des séquences à l'équipage de conduite ;

- q) Des capacités pour exécuter des procédures à partir de la base de données comprenant des virages « fly by » et « fly over ».
- r) Des capacités pour exécuter des transitions de tronçons de route et pour maintenir des trajectoires conformément aux indicateurs suivants :
- Initial Fix (IF)
  - Track between Two Fixes (TF)
  - Course to a Fix (CF)
  - Course from a Fix to an Altitude (FA)
  - Direct to a Fix (DF).
- s) L'indication dans le champ visuel primaire du pilote de la panne du système RNAV, y compris les capteurs associés.
- t) Pour des systèmes multi-capteurs, la possibilité de basculer automatiquement sur un capteur de substitution RNAV si le capteur primaire RNAV subit une défaillance sans que cela se traduise par un passage au mode manuel.
- u) La possibilité d'utiliser d'autres moyens de substitution pour afficher l'information de navigation.

#### **IV.2.4 Les fonctions recommandées du système pour les opérations P-RNAV**

- a) Des capacités pour suivre une trajectoire parallèle à la route initiale active située à gauche ou à droite de cette route. Le système doit prévoir la possibilité de saisir une distance de décalage d'au moins 20 NM avec des incréments de 1 NM.
- L'opération en mode OFFSET doit être clairement indiquée à l'équipage de conduite. En mode offset, le système doit fournir les paramètres de référence telles la déviation latérale et la distance à parcourir relativement à la trajectoire décalée et aux points de référence OFFSET.

La fonction OFFSET ne doit pas être étendue à des trajectoires discontinues ou compliquées ou au-delà du point d'approche initiale. Avant la fin de la trajectoire décalée, l'indication doit être fournie à l'équipage de conduite pour leur accorder le temps nécessaire pour retourner à l'itinéraire actif initial. Lorsqu'un offset parallèle est activé, il doit demeurer actif pour tous les segments d'itinéraire du plan de vol jusqu'à ce qu'il soit désactivé automatiquement ou lorsque l'équipage de conduite applique la fonction « direct to » ou jusqu'à l'annulation manuelle par l'équipage de conduite.

- b) Couplage au directeur de vol et/ou au pilote automatique du système RNAV avec l'indication non ambiguë de mode ;
- c) Des capacités pour la navigation verticale basée sur les entrées barométriques ;
- d) Des capacités de recalage automatique de la position de la piste au début du décollage et ce, pour un système RNAV soutenu par l'IRS et utilisant des aides DME/ DME. Lorsque le seuil de la piste et le début du décollage diffèrent, le système doit être doté de moyens pour saisir la distance OFFSET.
- e) Affichage du mode de navigation dans le champ visuel primaire du pilote ;
- f) Des capacités pour exécuter des transitions de séquences et pour maintenir des trajectoires établies conformément aux indicateurs suivants :
  - Holding Pattern to a Manual Termination (HM) ;
  - Holding Pattern to an Altitude (HA)
  - Holding Pattern to a Fix (HF)
  - Constant Radius to a Fix (RF)

### **IV.2.5 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.

### **IV.2.6 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.

### **IV.2.7 Base de données de navigation**

L'exploitant d'aéronefs doit veiller à la mise à jour périodique de la base de données de navigation.

### **IV.2.8 Utilisation de l'équipement GPS**

Pour effectuer des opérations P-RNAV, l'utilisation du GPS est limitée à l'équipement approuvé par les services compétents du Ministère des Transports. Ces opérations incluent les fonctions minimales exigées du système définies précédemment.

### **IV.2.9 Utilisation des données à inertie**

En cas d'indisponibilité de capteurs ou de la perte du recalage automatique de la position, il est permis d'employer, pendant une courte période, des données du système de navigation à inertie comme seul moyen de positionnement. Pour de telles opérations et en l'absence d'une indication d'intégrité de position, l'exploitant doit définir le temps pendant lequel l'avion peut maintenir sa position avec la précision exigée en utilisant seulement des données de système de navigation par inertie. Les opérations de décollage et l'évolution dans les zones terminales doivent être prises en compte et peuvent faire l'objet de mesures d'urgence. Les limites peuvent être établies selon un taux d'écart acceptable par l'exploitant.



### **IV.2.10 Mixage d'équipements RNAV**

Pour les opérations d'approche, l'équipage doit disposer de la même interface de navigation.

### **IV.2.11 Manuel de vol**

- a) Pour un avion nouveau ou modifié, le manuel de vol ou selon le cas le manuel d'exploitation doit indiquer l'homologation pour les opérations PRNAV ou RNP1 de l'avion.
  
- b) En l'absence des dispositions appropriées dans d'autres manuels d'utilisation approuvés, les amendements ou les suppléments appropriés concernant les opérations P-RNAV doivent figurer dans les sections suivantes du manuel de vol ou du manuel d'exploitation:
  - limitation ;
  - procédures normales
  - procédures anormales
  - procédures d'urgence
  - performances.
  
- c) Pour un avion équipé d'un système RNAV dont le manuel d'exploitation ou le manuel de vol ne définit pas clairement les possibilités du système, l'exploitant doit mettre à jour ces documents en y insérant les amendements fournis par le constructeur et préalablement approuvés par les services compétents de l'Aviation Civile et des Aéroports. [3]

## **IV.3 CRITERES OPERATIONNELS**

### **IV.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.

### **IV.3.2 Procédures normales**

### IV.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 décollage.

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.

c) 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.

### IV.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.

### **IV.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.

### **IV.3.2.4 Saisie manuelle**

La création de nouveaux points de cheminement par une saisie manuelle dans le système RNAV par l'équipage de conduite n'est pas autorisée, elle rendra la procédure P-RNAV non valide.

### **IV.3.2.5 Retour à une procédure conventionnelle**

Lorsque le retour à une procédure conventionnelle d'arrivée est exigé suite à une situation d'urgence, l'équipage de conduite doit faire la préparation nécessaire.

### **IV.3.3 Procédures d'urgence**

Les procédures de secours doivent être développées par l'exploitant pour traiter des situations d'urgence dans les conditions suivantes :

- a) Défaillance des composants du système RNAV comprenant ceux affectant l'erreur technique de vol ;

- b) Pannes multiples du système ;
- c) Pannes des senseurs de navigation ;
- d) Navigation à l'aide des senseurs à inertie au-delà du temps spécifié.

#### **IV.3.4 Coordination avec les organismes de contrôle de la circulation aérienne**

L'équipage de conduite doit informer les organismes de contrôle de la circulation aérienne de toute défaillance survenant au système RNAV et ayant pour conséquence une perte des possibilités de navigation, et faire part de la ligne de conduite à suivre.

#### **IV.3.5 Panne de communications**

En cas de panne de communications, l'équipage de conduite doit continuer la procédure RNAV conformément à la procédure de panne de communication.

#### **IV.3.6 Perte de la capacité P-RNAV**

En cas de perte de la capacité P-RNAV, l'équipage de conduite doit appliquer des procédures d'urgence et naviguer en utilisant des moyens alternatifs de navigation qui peuvent inclure l'utilisation d'un système de navigation par inertie.

#### **IV.3.7 Compte-rendu des incidents**

Les incidents significatifs liés au fonctionnement de l'avion qui affectent ou pourraient affecter la sécurité des opérations RNAV doivent être rapportés par l'équipage de conduite en incluant notamment :

- a) Le mauvais fonctionnement du circuit de bord pendant les opérations P-RNAV qui entraîne :

- Des erreurs de navigation non liées aux transitions d'un mode de navigation à inertie au mode de navigation conventionnelle ;
  - Des erreurs significatives de navigation attribuées aux données incorrectes ou à une erreur de codage de la base de données de navigation ;
  - Des déviations latérales ou verticales inattendues dans la trajectoire du vol non provoquées par des données introduites par le pilote ;
  - Une information erronée significative sans être annoncée par une alarme ;
  - Panne totale ou pannes multiples d'équipements de navigation.
- b) Des défaillances liées aux équipements de navigation au sol entraînant des erreurs significatives de navigation non liées aux transitions d'un mode de navigation à inertie au mode de navigation conventionnelle.

### **IV.3.8 Formation de l'équipage de conduite**

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

- les éléments indicatifs de la RNAV, y compris les différences entre B-RNAV, P-RNAV et RNP-RNAV ;
- la base de données, cartes et composantes de l'avionique ;
- les points de cheminement fly-by et fly-over ;
- l'utilisation de l'équipement RNAV comprenant le cas échéant la recherche d'une procédure à partir de la base de données, la vérification et la gestion des senseurs 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 RNAV ;
- Les répercussions sur les opérations RNAV des défauts de fonctionnement des systèmes qui ne sont pas RNAV telle que la panne hydraulique ou la panne moteur.

### **IV.3.9 Intégrité de base de données**

La base de données de navigation doit être obtenue à partir d'un fournisseur approuvé qui s'est conformé aux normes de traitement des données aéronautiques.

### **IV.3.10 Base de données**

Les anomalies qui concernent les procédures doivent être rapportées au fournisseur de base de données de navigation, les procédures affectées doivent être interdites par une notification aux équipages de conduite.

### **IV.3.11 Documentation des opérations**

Les manuels de vol ainsi que les listes de contrôle doivent être tenus à jour. L'exploitant doit apporter les amendements nécessaires aux manuels de vol pour refléter les procédures P-RNAV appropriées ainsi que la méthode de vérification de la base de données. Les manuels et les listes de contrôle doivent être soumis pour approbation.

### **IV.3.12 Amendement du MEL**

L'exploitant doit proposer un amendement à la liste minimale d'équipement MEL pour tenir compte des opérations P-RNAV.

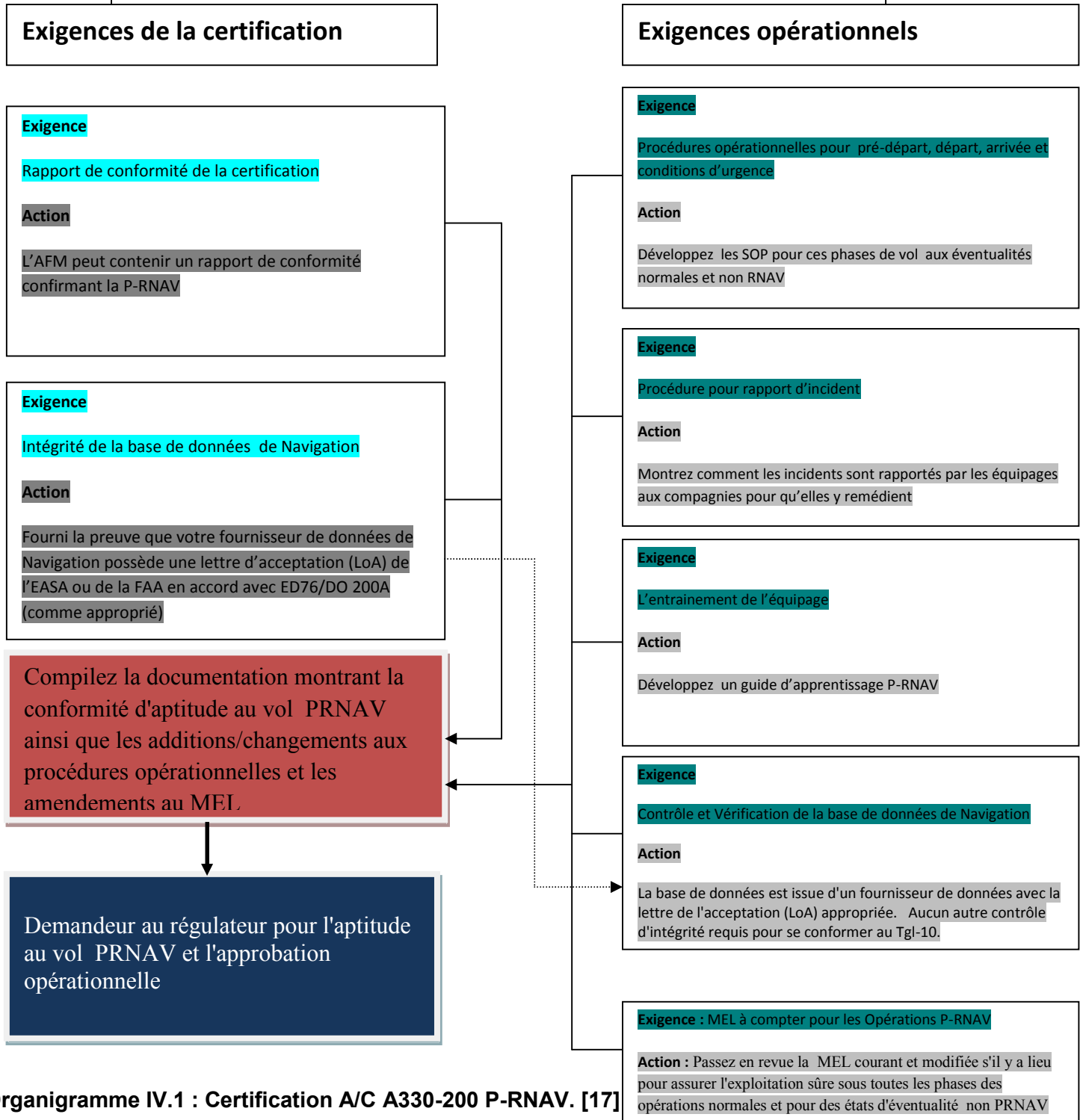
### **IV.3.13 Document d'homologation**

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

### IV.4 Certification A/C A330-200 P-RNAV

## Demandeur - Exploitant

## Une installation existante de l'avion



Organigramme IV.1 : Certification A/C A330-200 P-RNAV. [17]



L'avion devrait être équipé d'un système de RNAV capable soutenir l'application désirée de navigation. Le système RNAV et les opérations de l'avion doivent être conformes avec le matériel de normalisation qui reflète les spécifications de navigation développé pour une application de navigation de détail et approuvé par l'autorité de normalisation appropriée pour l'opération. Les spécifications de navigation détaillent les exigences requises auxquelles devraient être soumise l'équipage et l'avion pour soutenir l'application de la navigation. Ces spécifications incluent le niveau de la performance de navigation, des possibilités fonctionnelles, et critères opérationnels requis pour le système RNAV. Les installations du système RNAV devrait être certifiées selon *Annexe 8 - Navigabilité des aéronefs* et les procédures opérationnelles devraient respecter les limitations éventuelles applicables du manuel de vol.

Le système de RNAV devrait être actionné selon des pratiques recommandées décrites en annexe 6 - *Exploitation technique des aéronefs et les Pans-ops* (Doc. 8168), volume I. l'équipage de vol et/ou les opérateurs devraient respecter les limitations opérationnelles requises pour l'application de la navigation.

Toutes les prétentions liées à l'application de la navigation sont énumérées dans les spécifications de navigation. Examen de ces derniers est nécessaire en procédant à l'approbation pour aptitude au vol et aux procédures opérationnelles. Les opérateurs et l'équipage de vol sont responsables de vérifier que le système RNAV installé est actionné dans les secteurs où le concept de l'espace aérien et les infrastructures d'aide à la navigation décrits dans les spécifications de navigation sont accomplis. Pour faciliter ces processus, la documentation de certification et/ou opérationnelle devraient clairement identifier la conformité aux spécifications relatives de navigation.

Le processus d'approbation d'aptitude au vol s'assure que chaque article de l'équipement de RNAV installé est de type et conception approprié à sa fonction prévue et que l'installation fonctionne correctement dans des conditions de fonctionnement prévisibles. En plus, le processus d'approbation d'aptitude au vol identifie toutes les limitations d'installations qui doivent être considéré pour l'approbation opérationnelle. Pour de telles limitations et toute autre information concernant l'approbation du système RNAV les installations sont publiées dans l'AFM, ou le supplément d'AFM, comme applicable. L'information peut également

être répétée et augmenté par moment dans d'autres documents tels que le livre de bord du pilote ou la FCOM. Le processus d'approbation d'aptitude au vol est bien établi au niveau des Etats des opérateurs-exploitants- et ce processus se rapporte aux fonctions prévues des spécifications de navigation à appliquer.

#### Statut De Certification D'Avion

Pour tous les modèles d'Airbus, excepté A300 B2/B4s sans GNLU, l'AFM est la référence appropriée pour justifier le type de possibilités RNP. [16]

### **IV.4.1 Équipement D'Avion**

Les modèles d'Airbus, équipés des possibilités RNAV, peuvent être divisés en trois catégories :

A300 B2/B4s avec l'INS, mais sans GPS.

Autres modèles d'Airbus avec le FMS mais sans GPS PRIMAIRE.

Modèles d'Airbus équipés du FMS et du GPS PRIMAIRE.

#### *Avion d'Airbus avec le GPS PRIMAIRE*

A310s, A300-600s, A319/320/321s, A330s et A340s, équipé du GPS PRIMAIRE, ont un rapport de possibilités de RNP certifié dans l'AFM.

Quand le GPS PRIMAIRE est disponible, le système de navigation est capable de Rnp-1 enroute sans limitation temporaire.

Pour des ces l'avion, si le GPS PRIMAIRE est temporairement perdu, navigation de IRS est disponible.

Cours de formation Typique. Aucune formation additionnelle d'équipage n'est exigée sur la connaissance et les procédures des systèmes de RNAV .

L'Airbus FCOM fournit la description nécessaire du système de RNAV (FMS, Institut central des statistiques, GNLU)

et l'information procédurale.

Des procédures générales de RNP sont éditées dans le FCOM pour :

A310/a300-600 :FCOM, Section 2.18.95.

A320/319/321 :FCOM, Section 2.04.55.

A330/A340 :FCOM, Section 2.04.50.

## **IV.4.2 Approbation des systèmes RNAV pour des opérations Rnav-x**

Le système de RNAV installé devrait être conforme avec un ensemble de conditions d'exécution de base comme décrit dans les spécifications de navigation, qui définissent des critères d'exactitude, d'intégrité et de continuité. Elles devraient également être conformes avec l'ensemble de conditions fonctionnelles spécifiques, avoir une base de données de navigation, et soutenir chaque parachèvement de chemin spécifique comme requis par les spécifications de navigation.

## **IV.4.3 La Base de données de Navigation**

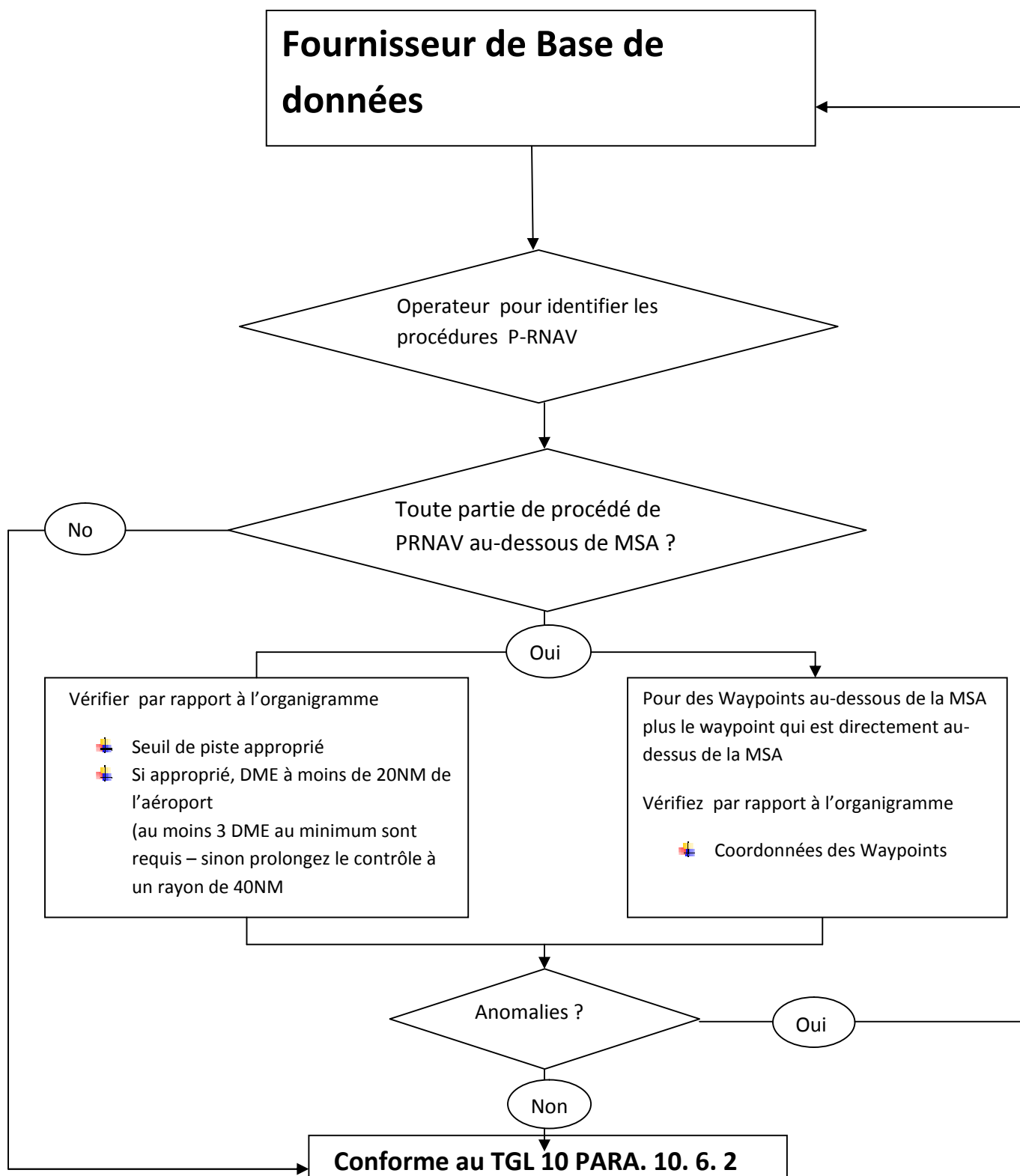
### **IV.4.4 Intégrité des bases de données**

Les applications comme la P-RNAV et la RNP dépendent de la qualité des données qu'elles utilisent (ex : précision, intégrité, erreurs de génération etc.). Des standards aéronautiques (ED75, ED76, ED77) ont été développés pour définir les niveaux d'assurance qualité nécessaires sur les données et leur processus de génération. Les bases de données de navigation intégrées dans un système de navigation P-RNAV devront satisfaire aux exigences sur la qualité des données utilisées. Une base de données de navigation obtenue d'un fournisseur conforme à l'ED76 sera un élément essentiel des procédures et contrôles que l'exploitant doit mettre en place afin de garantir l'intégrité des données qui sont chargées et mises à jour à bord des aéronefs (réf. JAA TGL N° 10 §10.6 et annexe 6 de l'OACI, §7.4 Electronic Navigation Data Management). L'obtention d'une LOA (Letter of Acceptance) de type 2 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 chez les codeurs de données ou encore chez les équipementiers, sur le respect des normes relatives au traitement des données aéronautiques (document ED-76/DO200A de l'EUROCAE/RTCA). Afin d'assurer la qualité du traitement subi par celles-ci, l'exploitant doit assurer qu'il a obtenu ses bases de données de navigation, utilisées à bord comme moyen de navigation primaire, par un fournisseur titulaire d'une LOA type 2, seule à garantir un processus qualité coordonné entre codeur et équipementier.

En ce qui concerne l'Airbus A330-200 l'intégrité de sa base de données est assurée par Honeywell- grand fournisseur de base de données de Navigation- qui conformément à la Législation en vigueur est détenteur de la LoA de type 2.

#### **IV.4.5 Vérification de la Base de Données**

**Alternatives suggérées vérifiant les données selon des directives si le fournisseur de données ne possède pas la lettre de l'acceptation (LoA) d'EASA/FAA**



Organigramme IV.2 : Vérification de la Data base. [17]

## IV.4.6 Les procédures de Départ et d'Arrivée

### IV.4.6.1 Généralités

La Précision-RNAV (P-rnav) est la progression normale de RNAV de base (B-rnav) qui est devenu obligatoire dans l'espace aérien européen en avril 1998. L'équipement P-rnav de l'avion détermine automatiquement le chemin de vol désiré de l'avion par une série de points de cheminement tenus dans une base de données. L'application initiale est dans le secteur terminal et la voie P-rnav à garder égalise pour croiser l'exactitude de voie de RNP 1 ( $\pm 1\text{NM}$ ). Des procédures P-rnav sont conçues à un ensemble commun de principes spécifiques à l'avion équipé RNAV. Ces procédures P-rnav remplaceront la multitude courante recouvrant les procédures dont beaucoup sont peu convenables pour une large gamme de types d'avion. L'aspect le plus important que la P-rnav offre est l'uniformité dans la conception et l'exécution de procédures RNAV. Ceci en soi fournit un avantage de sûreté, et est le conducteur principal pour l'introduction des procédures de P-rnav dans l'espace aérien terminal de la CEAC. En outre les procédures d'ATC et la phraséologie de R/T seront standard. Cette approche harmonisée permettra à tout avion de voler sur des chemins de vol précis et conformés dans la région terminal.

### IV.4.6.2 Optimisation des SID et STAR par la RNAV

La conception de procédures RNAV permet le vol dans n'importe quel espace aérien sans nécessité de voler directement au-dessus du sol classiquement basé sur les aides. La P-rnav offre la capacité d'employer la fonctionnalité RNAV dans toutes les phases de vol excepté l'approche finale et l'approche interrompue. Ceci permet aux itinéraires dans l'espace aérien terminal d'être défini pour satisfaire mieux les besoins de l'aéroport, du contrôleur du trafic aérien et du pilote. Ceci signifie souvent, les itinéraires les plus courts et les plus directs avec des raccordements simples à la structure en-route.

Cependant, là où les issues environnementales jouent un rôle important, l'itinéraire peut être conçu pour avoir le meilleur avantage de l'espace aérien disponible et, dans la mesure du possible, dévient un passage des secteurs

surchargés. La conception soignée peut également avoir comme conséquence convenablement isolé jets d'arrivée et de départ, réduisant de ce fait le besoin de vecteurs de radar et par conséquent la charge de travail pour le pilote et le contrôleur. Peu de vecteurs radars signifient également moins d'incertitude sur le poste de pilotage en ce qui concerne l'itinéraire tactique prévu et la distance à parcourir.

En conclusion, les possibilités augmentées d'exactitude de P-rnav, l'avion approuvé signifie que moins d'espace aérien est exigé pour s'adapter aux procédures de région terminale de P-rnav.

### **IV.4.6.3 Assignment SID/STAR**

L'ATC assignera un P-rnav, un B-rnav ou un conventionnel SID/STAR à l'avion selon son statut de possibilités RNAV . Le statut de possibilités RNAV peut être affiché et approprié Au contrôle de positions. Cependant, le statut de possibilités d'un avion peut être modifié par l'équipage aérien à tout moment cela peut être dû à l'éventualité ou la perte de possibilités d'équipement.

## **IV.4.7 Les opérations P-RNAV, procédures et exigences**

### **IV.4.7.1 Procédures d'ATC**

Les conditions sont détaillées dans un amendement au Doc 7030 de l'OACI, Procédures Supplémentaires Régionales EUR de l'OACI. P-rnav a relié des procédures d'ATC et la phraséologie doit être incorporé aux manuels des opérations locales d'ATC. Les procédures P-rnav doivent être conformées à ceux déjà existantes pour les SID/STAR.

### **IV.4.7.2 Transmissions par radio**

Si une procédure d'arrivée ou de départ RNAV, qui a été assigné, ne peut pas être accepté par le pilote, pour des raisons de l'équipement RNAV ou de circonstances associées avec son utilisation opérationnelle, le pilote informera l'ATC immédiatement au moyen de l'expression:

**“UNABLE (*designator*) DEPARTURE [or ARRIVAL]**

### **DUE RNAV TYPE”**

Si pour n'importe quelle autre raison, le pilote ne peut pas se conformer à la procédure assigné de secteur terminal, le pilote informera ATC immédiatement au moyen de l'expression :

**“UNABLE (designator) DEPARTURE [or ARRIVAL] (reasons)”**.

Si l'ATC ne peut pas assigner une arrivée ou le départ de procédure RNAV demandé par un pilote, pour des raisons liées à au type d'équipement RNAV à bord indiqué dans FPL/CPL, l'ATC informera le pilote au moyen de l'expression :

**“UNABLE TO ISSUE (designator) DEPARTURE [or ARRIVAL] DUE RNAV TYPE”**.

Si pour n'importe quelle autre raison, l'ATC ne peut pas assigner une arrivée ou la procédure de départ demandé par le pilote, ATC informera le pilote au moyen de l'expression :

**“UNABLE TO ISSUE (designator) DEPARTURE [or ARRIVAL] (reasons)”**.

En tant que moyens pour que l'ATC confirme la capacité d'un pilote d'accepter a l'arrivée RNAV ou la procédure spécifique de départ, l'ATC emploiera l'expression :

**“ADVISE IF ABLE (designator) DEPARTURE [or ARRIVAL]”**.

### **IV.4.7.3 Responsabilités du franchissement d'obstacles**

L'utilisation de la RNAV ne change pas les responsabilités existantes en ce qui concerne l'action d'éviter relatif au terrain. SID/STAR RNAV peut se composer des segments d'itinéraire avec des altitudes minimum de vol au-dessous de MSA/AMA de l'autre espace aérien environnant.

En conséquence, l'utilisation de la RNAV ne soulage pas les pilotes de leur responsabilité d'assurer des opérations d'avions sûres avec respect de franchissement d'obstacles.

Sur la même branche, l'utilisation de la RNAV ne change pas les responsabilités existantes de l'ATC d'assurer que les niveaux assignés sont au-dessus ou derrière les altitudes minimum de vol établies. Le pilote doit s'assurer que le niveau assigné n'est pas en-dessous de l'altitude minimum de vol éditée pour le domaine de l'opération. Autrement, le pilote doit refuser le dégagement et/ou demander un niveau plus élevé.



#### IV.4.7.4 CONCEPTION DE SID/STAR

L'équipe ATC de conception peut influencer la position optimale des Waypoints des SID/STAR RNAV, afin d'optimiser l'utilisation des waypoints en même temps que **DIRECT-TO** à des instructions dans la gestion globale du trafic de TMA.

En effet les **DIRECT-TO** fournissent une meilleure conscience situationnelle aux des pilotes, de meilleures efficacités d'opération d'avion comme comparées aux vecteurs de radar. Cependant l'action vecteur du radar peut être lancé par ATC à tout moment pour des raisons spécifiques telles que le trafic.

#### IV.4.7.5. LES EXIGENCES RNAV DE L'AVION

Le point 10 du FPL montrera les possibilités individuelles RNAV de l'avion :

- **SR** pour des possibilités de B-rnav seulement
- **SRP** pour des possibilités de P-rnav
- **Aucun S, R, ou P** pour le cas des possibilités de non-RNAV.

Ces dispositions de planification de vol sont prévues pour soutenir L'ANSP, afin de permettre aux possibilités individuelles RNAV de l'avion d'être affichées dans des positions appropriées de commande.

**L'approbation de P-rnav doit être obtenue avant opérations de début de P-rnav.**

#### IV.4.7.6 PLANIFICATION Avant le vol

##### a) Qualification De l'Équipage

L'équipage doit être formé, qualifié et courant pour itinéraire prévu. L'équipage doit être qualifié et courant pour des opérations P-rnav.

##### b) Planification Du Vol

Pour un avion avec l'approbation de P-rnav, un 'P' sera inséré dans le point 10 de FPL, en plus du 'R' pour l'approbation de BRNAV.

##### c) Notams

Les NOTAMS doivent conseiller le manque de disponibilité de l'aide de navigation qui pourrait affecter l'infrastructure de navigation requise pour l'opération prévue, y compris toutes les éventualités non-RNAV et doit être confirmé pour la

période de l'opération prévue. Détail de GNSS :si un GPS autonome doit être employé pour PRNAV, la disponibilité de RAIM doit être confirmée avec prise en compte de la dernière information des USA Coastguard ou du site Web AUGUR d'EUROCONTROL qui donnent des détails de non-disponibilité satellite.

#### **d) Liste Minimum D'Équipement (MEL)**

N'importe quelle inutilité d'équipement de navigation doit être vérifiée en confrontation avec la MEL pour l'effet sur des opérations RNAV. La Disponibilité à bord de l'équipement de navigation nécessaire pour l'itinéraire sensé être volé doit être confirmé. Dans certains secteurs, cela peut inclure la disponibilité d'un pilote automatique et/ou un directeur de vol pour maintenir l'exactitude de la voie. Là où l'autorité responsable de l'espace aérien a indiqué dans l'AIP que des systèmes duels P-rnav sont exigés pour la procédure spécifique P-rnav du secteur terminal, la disponibilité des systèmes duels P-rnav doit être confirmée. Ceci s'appliquera typiquement où les procédures sont efficaces en-dessous de l'altitude minimum de franchissement d'obstacle applicable ou de là où l'assurance de radar est insatisfaisante pour les buts de support P-rnav. Ceci tiendra compte également du risques particuliers d'un secteur terminal et de la praticabilité de procédures d'éventualité suite à la perte de la possibilité P-rnav .

#### **e) Base de données**

À bord la base de données de navigation doit être à jour et approprier pour l'opération prévue et inclure aides appropriées de navigation, waypoints, et Procédures de secteur codées pour le départ, l'arrivée et le remplacement d'aérodrome. La base de données doit être fournie par **un fournisseur approuvé** ou être vérifié par l'intermédiaire d'une procédure approuvée de la compagnie.

#### **f) Avant début**

Initialisation De Système :

À l'initialisation du système, l'équipage de vol doit confirmer que la base de données de navigation est à jour et vérifier que la position de l'avion a été entré correctement.

#### **g) Contrôle du plan de vol actif**

Le plan de vol actif devrait être vérifié en comparant les cartes, SID ou d'autres documents applicables, avec la carte affichée (si c'est approprié) et le MCDU. Ceci inclut : confirmation de l'ordre correct des way-points, caractère raisonnable des angles et des distances de voie, toutes contraintes d'altitude ou de vitesse, et

identification correcte, dans la mesure du possible, des waypoints comme **fly-by** ou waypoints **fly-over**. Les pilotes se concentreront en particulier sur n'importe quel segment de la procédure PRNAV qui est au-dessous de MSA. S'il y a lieu par une procédure, un contrôle devra être fait pour confirmer que la mise à jour de position emploiera une aide à la navigation spécifique, ou pour confirmer l'exclusion d'une aide de navigation spécifique. Une procédure ne sera pas employée si le doute existe quant à la validité de la procédure dans la base de données de navigation.

#### **h) Modifications D'Itinéraire**

Les modifications d'itinéraire dans la région terminale peuvent prendre la forme de position radar ou de dégagements 'direct to ' et l'équipage doit être prêt à réagir promptement. Ceci peut inclure insertion dans le plan de vol d'un ordre de waypoints chargé. Seulement de la base de données en tant qu'élément d'une procédure variante. La création de nouveaux waypoints par l'entrée manuelle dans Le système RNAV par l'équipage de vol n'est pas autorisé, tout comme il sera invalidé la procédure P-rnav qui y est affectée.

### **IV.4.7.7 DÉCOLLAGE**

#### **a) Avant le décollage**

Avant de débiter le décollage, l'équipage de vol doit vérifier que le système RNAV est disponible et fonctionnant correctement et, si disponible, l'aéroport et les données corrects de piste sont chargés.

#### **b) Ligne**

À moins qu'automatique, la mise à jour du point réel de départ est fourni, l'équipage de vol doit assurer l'initialisation sur piste au moyen d'un seuil de piste manuel ou mise à jour d'intersection, comme applicable. C'est pour exclure toute négligence de décalage inadéquat de position après décollage. Détail de GNSS : le signal doit être acquis avant que ne débute le gauchissement de décollage et la position GNSS peut alors être utilisée au lieu de la mise à jour de piste.

#### **c) Départ**

#### **d) Surveillance De Plan De Vol**

Pendant la procédure et où il sera faisable, le progrès de vol devrait être surveillé pour le caractère raisonnable de navigation, par les contre-vérifications, avec la navigation conventionnelle apparaît la facilité d'employer les affichages primaires en même temps que le MCDU. Si les possibilités P-rnav ne sont pas basées sur l'équipage GNSS, la transition à la structure P-rnav sera seulement faite au point où l'avion a l'assurance de la couverture DME/DME.

#### **e) Surveillance continue de l'exactitude de la Voie parcourue**

En utilisant le pilote automatique et/ou le directeur de vol, une attention particulière devrait être prêtée au mode **selected/armed** tant que l'exactitude à garder de la voie parcourue peut changer. La Surveillance continue de l'exactitude de la Voie parcourue d'une procédure P-rnav en-dessous de la MSA exigera également une attention particulière dans des conditions dégradées telles que l'échec (la panne) du moteur, aussi le franchissement d'obstacle vertical et latéral devient plus critique.

### **IV.4.7.8 DESCENTE ET ARRIVÉE**

#### **a) contrôle du plan de vol actif**

Quant au départ, avant la phase d'arrivée, l'équipage devrait vérifier que la procédure terminale correcte a été chargée.

Le plan actif de vol devrait être vérifié en comparant les cartes avec l'affichage de carte (si c'est approprié) et le MCDU. Ceci inclut encore : confirmation de l'ordre de waypoints, caractère raisonnable des angles et des distances de voie, toutes contraintes d'altitude ou de vitesse, Dans la mesure du possible, quel sont les waypoints **fly-by** et quel en sont les **fly-over**. Quelques procédures P-rnav appelées les procédures ouvertes sont terminées au moyen d'un segment de cap pour aider l'ordonnancement et pour empêcher des tours automatiques sur l'approche finale. Encore, les pilotes se concentreront en particulier sur le segment des Procédures P-rnav qui sont au-dessous de la MSA. S'il y a lieu, un contrôle devra être fait pour confirmer cela la mise à jour inclura ou exclura une aide à la navigation particulière comme approprié. Une procédure ne sera pas employée si le doute existe quant à la validité de la procédure dans la base de données de navigation. Note : Comme minimum, les contrôles d'arrivée ont pu être des simples inspections d'un affichage

approprié pour atteindre les objectifs de ce paragraphe. Le briefing d'équipage inclura le retour à une procédure conventionnelle et la procédure de circulation. Quant au départ, la création de nouveaux waypoints par l'entrée manuelle dans le système de RNAV par l'équipage de vol est non permise en ceci qu'elle infirmerait la procédure P-rnav.

#### **b) Contrôle D'Exactitude De Système**

Pour des systèmes RNAV sans GNSS mis à jour, le contrôle *raisonnable* est exigé pendant la phase de descente avant d'atteindre le but d'approche initiale (IAWP). Par exemple, là où c'est faisable, l'affichage VOR/DME sur le système RNAV et le comparer à la Lecture réelle du RMI de cet aide à la navigation particulier. Il convient de noter que : Pour quelques systèmes l'exactitude peut être dérivée du mode de navigation ou mode d'exactitude. Là où le MCDU n'est pas capable de montrer l'exactitude en unités décimales, alors des moyens alternatifs approuvés de vérification devraient être suivie. Détail de GNSS : pour les systèmes basés sur GNSS, l'absence de déclenchement de l'alarme est considérée comme suffisant. Si le contrôle échoue, une procédure conventionnelle doit alors être volée. Là où l'éventualité de retourner à une arrivée conventionnelle se pose, la procédure pourrait être exigée, l'équipage de vol doit faire la préparation et le *briefing* nécessaires.

#### **c) Modifications D'Itinéraire**

Les modifications d'itinéraire dans le secteur terminal peuvent prendre la forme de positions radar ou de dégagements' direct to' d'ATC et l'équipage de vol doit être prêt à réagir promptement. Ceci peut inclure l'insertion dans le plan de vol d'un ordre de waypoints chargé seulement de la base de données en tant qu'élément d'une procédure variante. L'Entrée ou la modification manuelle par l'équipage de vol de la procédure chargée, en utilisant des waypoints ou des points (repères) provisoires non fourni dans la base de données, n'est pas autorisé. Toutes les contraintes éditées d'altitude et de vitesse doivent être observé, à moins qu'instruit autrement par ATC.

#### **d) Surveillance continue de l'exactitude de la Voie parcourue**

Quant au départ, en utilisant le pilote automatique et/ou le directeur de vol, une attention particulière devrait être prêtée au mode *selected/armed* lorsque la réponse à la tenue de voie demandée peut changer.

**e) La Minimum Equipment List (MEL)****IV.5 Conclusion**

Les conditions des MEL sont basées sur le type d'espace aérien RNP.

Pour l'espace aérien dans l'assurance de la couverture des aides de radionavigation, un système de RNAV est exigé, prenant en considération que la navigation conventionnelle d'aide à la navigation en aide à la navigation et de guidage radar reste disponible en cas d'échec du système.

Pour le cas d'un espace aérien non couvert convenablement par les aides de radionavigation, deux systèmes RNAV sont exigés afin d'assurer le niveau approprié de redondance.

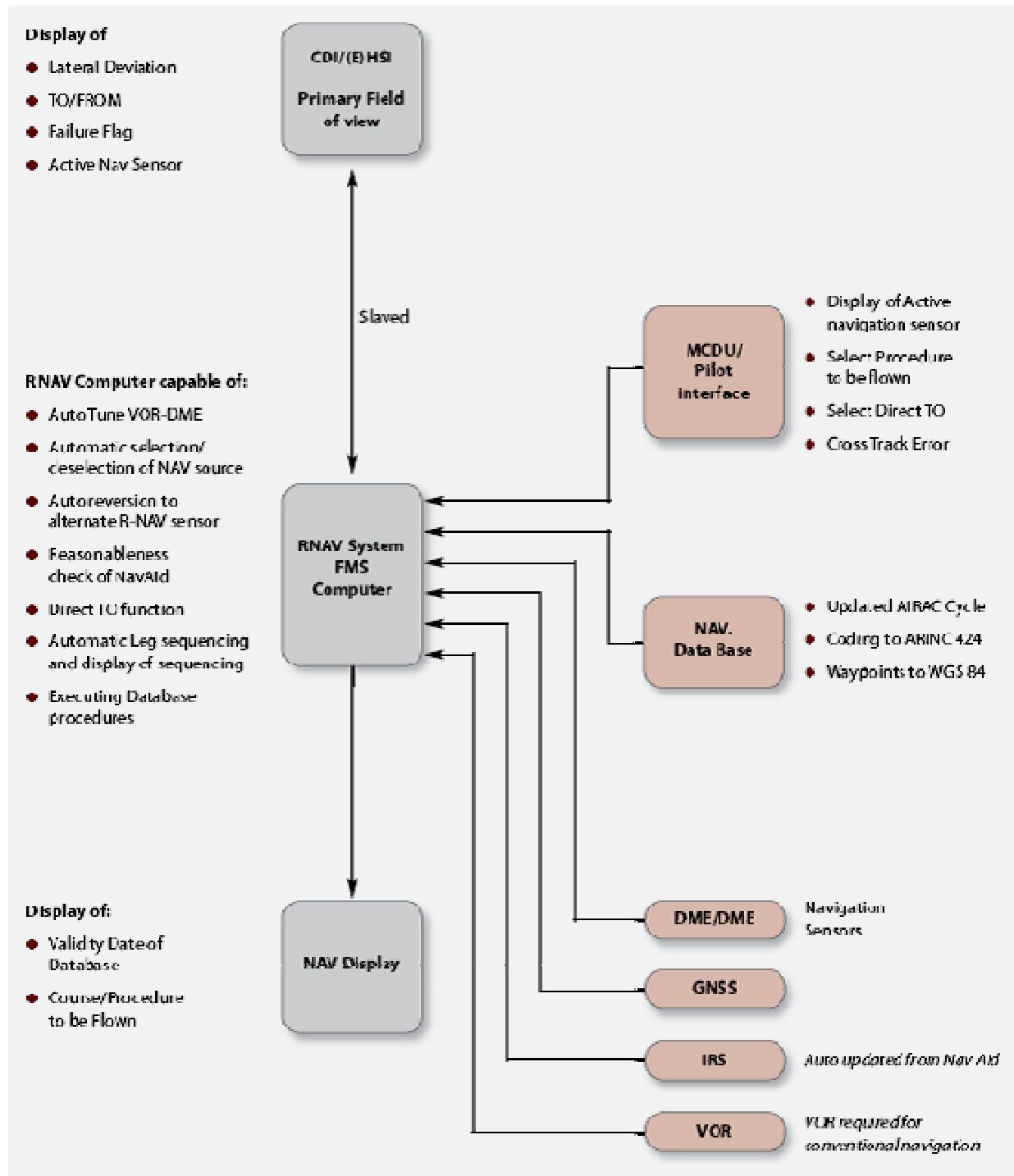


Figure IV.1 : Schéma synoptique des fonctions exigées. [17]

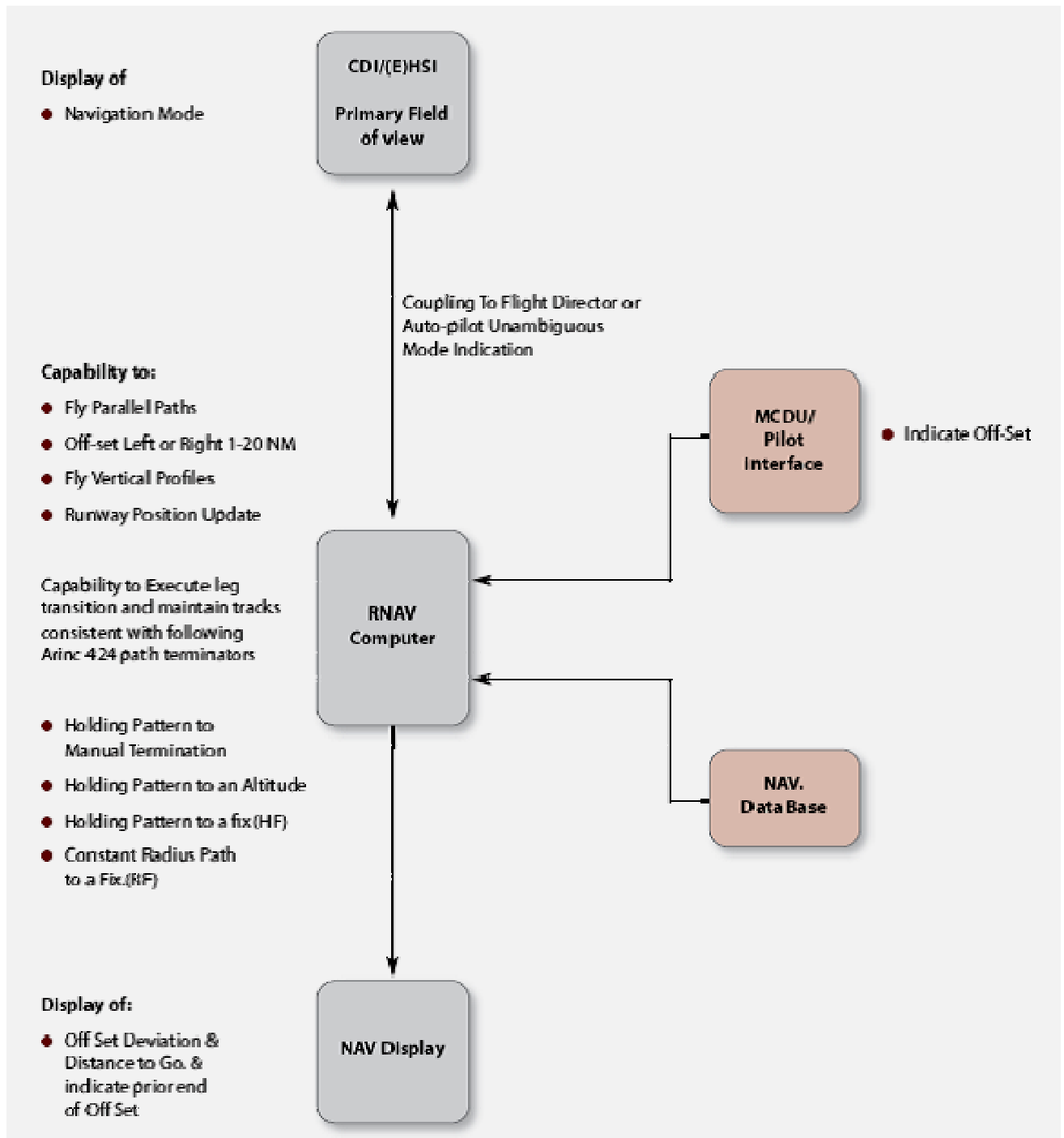
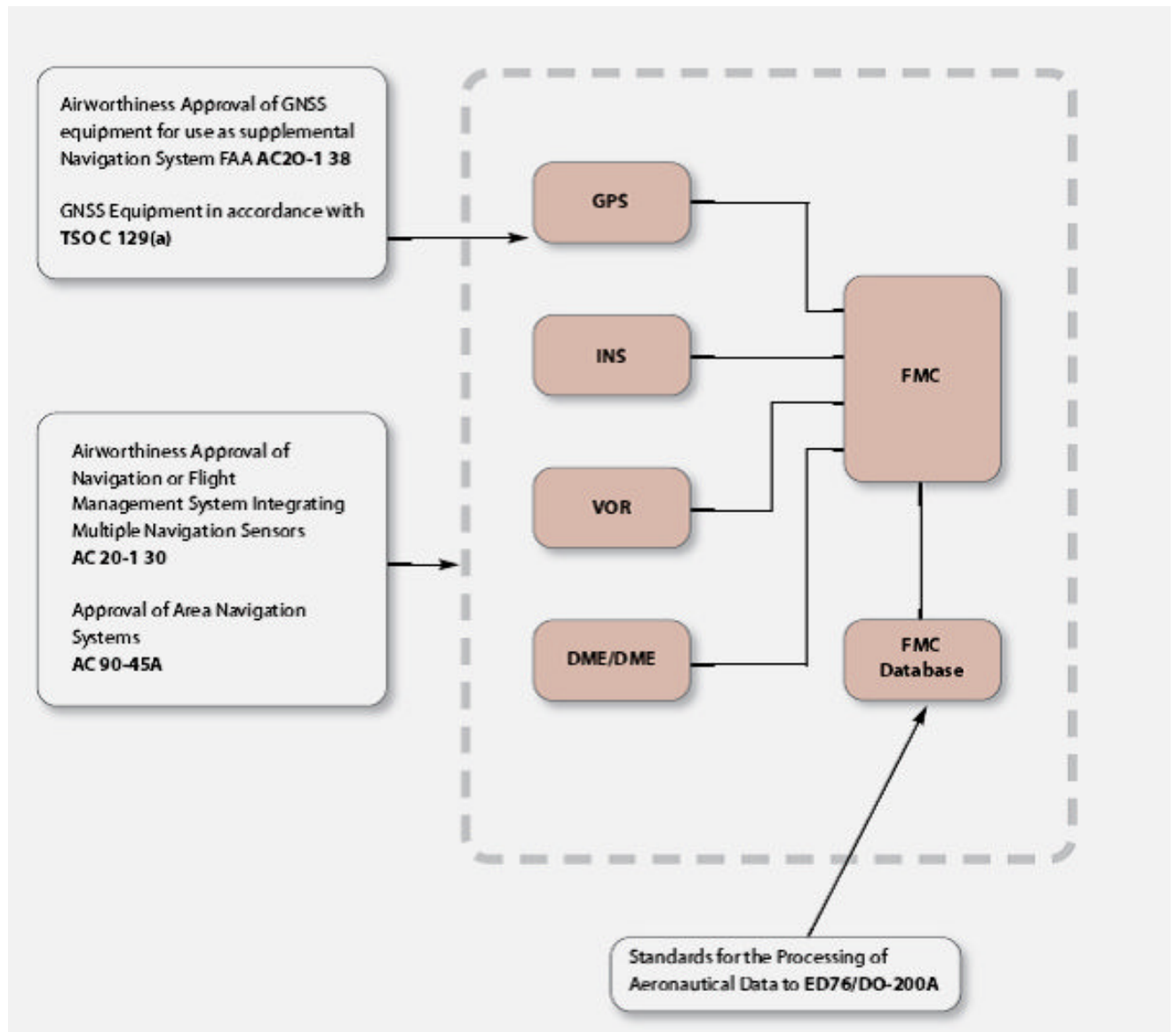


Figure IV.2 : Schéma synoptique des fonctions recommandées. [17]





**Figure IV.3 : Schéma synoptique des critères pour approbation pour aptitude au vol P-RNAV. [17]**

## **IV.5 Conclusion**

Au terme de il a été fait l'étalage de toutes parties qui constitue le chemin vers la l'homologation P-RNAV. Il s'avère également notable que pour cela la fourniture, la vérification et le contrôle de la base de données est un impératif réglementaire.

## **Conclusion Générale**

Le processus d'homologation et d'approbation opérationnelle aux procédures P-RNAV constitue une étape fondamentalement essentielle pour l'avancée ou plus simplement le progrès de la Navigation aérienne, ceci explique bien évidemment l'intérêt accrue que lui porte les compagnies aériennes d'autant plus que la mondialisation aidant l'uniformisation de la mise en œuvre devient inévitable. Aussi dans les 10 prochaines années la Navigation de surface (RNAV) prendra de plus en plus d'importance Pour que la RNAV devienne l'unique mode de navigation, et en vue de la transition vers un environnement GNSS, il est essentiel que les systèmes de navigation RNAV présentent un niveau d'intégrité et de continuité de service au moins équivalent à celui des systèmes de navigation conventionnels (VOR). Il est également fondamental d'obtenir des performances fonctionnelles constantes. C'est à cette fin que les spécifications des équipements RNAV pour le futur ont été publiées par EUROCAE et RTCA (EUROCAE ED 75A/RTCA Do 236A). Les équipements conformes à ces spécifications sont dits RNP-RNAV. Ces équipements RNP-RNAV satisfont aux exigences du document JAA TGL N° 10. La précision de navigation des systèmes RNAV dépend à la fois de l'équipement embarqué et de l'infrastructure sol des aides à la navigation. Il est de la responsabilité des opérateurs aériens de s'assurer que les équipements embarqués utilisés respectent les exigences de précision requises pour les procédures RNAV en région de contrôle terminale concernées. Il est de la responsabilité des Etats de fournir aux opérateurs les informations relatives à la disponibilité des aides à la navigation utilisées pour suivre les routes RNAV.

- [1] JAA Guidance Leaflet TGL 10, Airworthiness and Operational Approval for Precision RNAV Operations in Designated European Airspace. Edition 3, Eurocontrol, Juin 2007.
- [2] RNP-RNAV Minimum Aviation System Performances Specifications ED- 75B; EUROCAE, 2005
- [3] SERVICE DE L'INFORMATION AERONAUTIQUE CENTRE DE LA NAVIGATION AERIENNE, Tunisie, AIC 3/05 01 mars
- [4] ICAO, Performance-Based Navigation Manual Volumes I & II (PNB), Doc 9613(Final Working Draft Version 5.1, dated 7 March 2007)
- [5] *A330 Flight deck and systems briefing for pilots, AIRBUS DOCUMENTATION, Mars 1999.*
- [6] ICAO, Procedures for Air Navigation, Aircraft Operations Volumes I & II (PANS-OPS), Doc 8168, 2005.
- [7] ICAO, Procedures for Air Navigation Services, Air Traffic Management (PANS-ATM), Doc. 4444 ATM/501, 2005
- [9] RTCA, Standards for Aeronautical Information, DO-201(A), EASA, 2005
- [10] Master Minimum Equipment List A330, Airbus, 2006
- [11] Flight Crew Operating Manual 2, A330, Airbus 2006
- [12] FAA Advisory Circular, AC 90-45 Approval of Area Navigation System for use in the US National Airspace System. FAA, 2005
- [13] <http://www.sia.aviation-civile.gouv.fr>
- [14] <http://www.faa.gov>
- [15] [www.airalgerie.dz](http://www.airalgerie.dz)
- [16] Flight operations support and line Assistance, **getting to grips with modern navigation**, Airbus, April 2002.

[17] P-RNAV website: [ww.ecacnav.com/p-rnav](http://ww.ecacnav.com/p-rnav)

[18] Rapport de stage Air Algérie, **Etude descriptive de la centrale maintenance computer de l'A330** Leila Boukaoud, Blida, institut d'aéronautique - DEUA en aéronautique, option avionique, 2003

# Annexes

ANNEXES A:

**RNAV APPLICATION IN TERMINAL  
AIRSPACE  
- AN ATC OPERATIONAL PERSPECTIVE -**

Table I : SEPARATING DEPARTURES FROM OTHER DEPARTURES

METHOD	CONVENTIONAL	RNAV
1.1	SEQUENCE DEPARTURE ORDER (e.g. fast aircraft ahead of slow) Efficient ground control/taxiway infrastructure	Nil effect
1.2	APPLY DIVERGING RADAR VECTORS AFTER TAKE-OFF TO ENSURE SAFE SEPARATION Potentially high RTF loading – continuous radar monitoring and track correction/co-ordination to deliver to En-Route	More consistent track-keeping Still continuously monitored but reduced track correction needed (less RTF loading/decision-making)
1.3	USE SEPARATE SIDs FOR AIRCRAFT OF DIFFERENT PERFORMANCE Reduced RTF loading/co-ordination but continuous monitoring still required. Minimal track adjustment	More consistent track-keeping (plus, in 3D or 4D, guaranteed level attainment) Confidence in aircraft performance frees time for other tasks (possible increase in traffic handling capacity)
1.4	USE SPEED CONTROL TO EFFECT SEPARATION Consistently easier judgement of lateral separation	Nil effect in 2D or 3D, more accurate in FMS/4D application Marginal improvement other than confidence in speed maintenance when FMS-flown

Table II: SEPARATING DEPARTURES FROM ARRIVALS

METHOD	CONVENTIONAL	RNAV
2.1	APPLY RADAR VECTORS TO DECONFLICT FROM ARRIVALS, USING LEVEL/ALT CONSTRAINTS AS NECESSARY - RANDOM PROCEDURE WITH NO SIDs/STARS IN OPERATION High workload (RTF, monitoring, co-ordination needed) - low capacity due to multiple tasks	Nil effect
2.2	STRATEGICALLY DESIGNED SIDs WITH STANDING AGREEMENT COORDINATION - USING LEVEL/ALT CONSTRAINTS AS NECESSARY Lower workload than 2.1 but monitoring task unchanged - more controller capacity due to reduction in RTF/co-ordination. Tactical intervention used when situation dictates	Track flown consistently (plus level/altitude attainment/maintenance in 3D/4D) Predictable performance may reduce workload and, although tactical intervention may still be necessary, the extra time available would ease early anticipation of required action



Table III: SEPARATING ARRIVALS FROM OTHER ARRIVALS

METHOD	CONVENTIONAL	RNAV
4.1	USING STARs PROCEDURALLY WITHOUT RADAR	More consistently accurate STARs flown
	Low traffic capacity	Nil effect
4.2	USING STARs AS A BASIS FOR ARRIVALS BUT EMPLOYING TACTICAL RADAR VECTORING AND/OR LEVEL/ALT CONSTRAINTS TO SEPARATE ARRIVALS EFFICIENTLY FOR DELIVERY TO LANDING SEQUENCER	More consistently accurate STARs flown. Use of tactical waypoints allows a coarse method of sequencing.
	High workload, especially once aircraft tactically removed from STAR - co-ordination/RTF workload high, reduced controller capacity	Confidence in track-keeping maintenance (plus level attainment in 3D/4D) gives initial controller workload benefit. However, once controller intervention occurs then task reverts to conventional until/or aircraft returns to the RNAV procedure
4.3	USING SPEED CONTROL	Marginal advantage if FMS-flown
	By requiring all traffic to fly at the same speed, sequencing is more easily achieved - not necessarily best approach profile for all aircraft	Slight increase in confidence that assigned speed is actually being flown

Table IV: INTEGRATING ARRIVALS INTO AN EFFICIENT LANDING SEQUENCE

METHOD	CONVENTIONAL	RNAV
6.1	FULL INSTRUMENT APPROACH INCLUDING PROCEDURE TURNS - WITHOUT RADAR	Not applicable
	Reduced capacity, inflexible sequencing (inability to change sequence)	Marginal efficiency improvement as aircraft fly procedures more accurately and consistently
6.2	APPLY RADAR VECTORS TO CREATE BEST POSSIBLE LANDING SEQUENCE WITH THE ABILITY TO INSTANTLY AMEND PLAN TO ACCOMMODATE CHANGING SCENARIO	Use of tactical waypoints may reduce RTF loading
	Highly skilled, labour-intensive with very high workload (RTF, co-ordination). Such techniques are employed on a tactical basis to produce a highly efficient landing sequence which has to optimise available runway capacity	Different decision-making processes involved when integrating RNAV and conventional traffic. Possible reduction in workload when handling RNAV traffic may be offset by difficulty in incorporating conventional traffic into best possible sequence without penalising either type or compromising safety
6.3	USING SPEED CONTROL	Marginal improvement in speed maintenance (if FMS-flown)
	Removes one element of the sequencing equation to make judgement easier. Requires aircraft to fly at compromise speed in the radar pattern.	Eases sequencing decision-making but reduces benefits of full RNAV procedure

Table V: EFFECT ON ATC TECHNIQUES

R E F.	TECHNIQUE	DESCRIPTION USING CURRENT METHODS	POSSIBLE EFFECT OF APPLICATION OF RNAV
A	ASSIGNMENT OF LEVELS/TERRAIN CLEARANCE	Controller responsible for assigning level which ensures adequate terrain clearance. Monitored by pilot's report/SSR observation	The pilot would be responsible for adhering to the procedure - which would be designed to give terrain clearance. Controller monitors SSR as back-up
B	CHANGING LEVELS	Flight conducted in accordance with published procedure or as instructed by controller. Existing rules for vacating/passing/reaching levels apply	No change unless aircraft 4D FMS equipped to enable time specification
C	EXACT REPORTING POINT	Position defined by existing navigation facility - e.g. VOR/DME fix	Using RNAV defined position should be as accurate
D	SEPARATION BASED ON VOR/DME	Used when both aircraft are using the same on-track facility	RNAV positions should be at least as accurate and should be acceptable
E	GEOGRAPHIC SEPARATION	Based on position reports over different geographical locations which have been specified as being separated horizontally	Provided that the certification of the equipment specifies sufficient accuracy then RNAV information should be acceptable
F	LONGITUDINAL SEPARATION	Various techniques employed to achieve adequate separation which, in general, use time over/at a specific point/facility	As above
G	HOLDING AIRCRAFT	Vertical separation is used unless a deeming arrangement allows lateral separation to be used	RNAV holding should be sufficiently accurate to allow strategic separation of holds laterally
H	RADAR SEPARATION	Horizontal radar separation of 3/5/10NM (according to task/equipment performance)	Nil application for RNAV
I	SPEED CONTROL	By requiring aircraft to fly at the same speed, sequencing is made easier by the removal of one of the variable elements in the decision-making equation	In conjunction with arrival manager tools, controllers can use speed control early in the procedure to improve sequencing. The aircraft are reduced to similar speeds as they join the common path.

J	CLEARANCE LIMIT	ATC clearance limits specified by aerodrome, reporting point or airspace boundary	RNAV way-point could be used instead of/ in addition to the points currently used
K	EXPECTED APPROACH TIMES (EATs)	EATs are issued according to the traffic situation and are based on the landing rate	RNAV 4D techniques should allow flights to arrive at a very accurate pre-planned time which may reduce the need for delayed EATs and consequent extended holding
L	RADAR IDENTIFICATION (POSITION REPORT)	Specified criteria for the authorised use of position reports for identification purposes	RNAV position should be sufficiently accurate for identification - especially useful in a non-SSR environment
M	VISUAL APPROACH	Controller may be responsible for separation of IFR traffic carrying out a visual approach	RNAV information would be used in the same way as current DME/geographical position information

Index	Key Performance Areas & Indicators	Preference	Measure
<b>1</b>	<b>Capacity</b>		
1.1	Exploit resources so as to maximize use of existing inherent capacity	Increasing	Qualitative
1.2	Increase capacity to meet projected traffic growth		
1.2.1	Unaccommodated demand	Decreasing	Flights per year
<b>2</b>	<b>Cost Effectiveness</b>		
2.1	Cost-effective improvements of ATM services		
2.1.1	Cost of the ATM investment	Decreasing	Cost in million Euros
<b>3</b>	<b>Efficiency</b>		
3.1	On-time flight operations (reduction of departure and arrival delays)		
3.1.1	On-time gate arrivals	Increasing	Percentage of flights arriving within 15 minutes of estimated time
3.1.2	On-time gate departures	Increasing	Percentage of flights departing within 15 minutes of estimated time
3.2	User-preferred routes (reduction of excess flight distance)		
3.2.1	Average holding time	Decreasing	Minutes per flight
<b>4</b>	<b>Environment</b>		
4.1	Limit or reduce gaseous emissions on the ground and in the air		
4.1.1	Local air quality	Increasing	Qualitative
4.1.2	Level of compliance with environmental rules and constraints	Increasing	Qualitative
4.2	Limit or reduce the effect of noise during departures and arrivals		
4.2.1	Noise exposure	Decreasing	Number of people affected by a certain level of noise
4.2.2	Person Event Index (PEI)	Decreasing	Noise exposure * (Number of events beyond a noise threshold)
<b>5</b>	<b>Predictability</b>		
5.1	Improve predictability of departure and arrival time		
5.1.1	Predictability of arrival time	Decreasing	Delay variance (minutes per flight)
<b>6</b>	<b>Safety</b>		
6.1	Achieve the lowest possible accident rate and constantly improve safety		
6.1.1	Fatal accident rates	Decreasing	Number of accidents per 100,000 departures
6.1.2	Runway Incursions	Decreasing	Number of events per million movements
6.1.3	Safety events with ATM/CNS as the primary cause	Decreasing	Number of events per million flights

Table 2 – List of key performance areas and performance indicators

# ANNEXE B :

## JAA Criteria Supporting RNAV and Category I, II, III Operations

