

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE & POPULAIRE

MINISTERE de l'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR et de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB

INSTITUT D'AÉRONAUTIQUE ET DES ETUDES SPACIALES

BLIDA

Mémoire de fin d'études

pour l'obtention du diplôme de Master en Aéronautique

OPTION : EXPLOITATION AERIENNES

**PLAN DE MISE EN ŒUVRE DE LA NAVIGATION  
FONDEE SUR LES PERFORMANCES**

Organisme d'accueil :

المؤسسة الوطنية للملاحة الجوية

*Etablissement National de la Navigation Aérienne*



Réalisé par :

Mme M. BENTRAD

Encadré par :

Mr : A. DJATOUF

Mr: H. BENTRAD

Promoteur

Co-promoteur

Promotion 2016/ 2017

# RESUME

L'ouverture de l'économie ainsi que du trafic aérien. Nous ramène à adopter de nouvelles méthodes pour gérer au mieux le trafic et garantir la sécurité des vols. Conformément à la réglementation dictée par l'OACI, l'Algérie est tenue d'adopter la résolution 37-11 qui a pour but d'élaborer un plan d'action national de la navigation fondée sur les performances à court, moyen et long terme.

## ملخص

ا تفتتاح الاقتصاد وحركة الطيران. يعود بنا فى التفكير في تحسين إدارة حركة المرور وضمان سلامة الرحلات الجوية. وفقا للوائح التي تملها منظمة الطيران المدني الدولي الجزائر تحتجز القرار 11-37 الذي يهدف إلى وضع خطة عمل وطنية على المدى القصير، المتوسط والطويل.

## SUMMARY

The economy and air traffic opening. **Takes us to think** of a better management of the air traffic and **flight safety**. In accordance with ICAO regulations, Algeria is holding to adopt the resolution 37-11 which aims to develop a national action plan performance based navigation in short, medium and long term.

## Remerciements

Ils vont, tout d'abord, à Allah qui nous a donnés  
la force et la foie pour le remercier de son don et sa bonté

Ils vont aussi à nos chers parents qui furent un exemple pour nous  
et qui nous ont soutenue de leurs daouaa pour que ce travail puisse voir le  
jour.

Ils vont à notre promoteur Mr abdelouahab Djatouf et à mon  
Co-promoteur Mr Benrad hocine pour leurs Aides, assistance et  
conseils,

Ils vont aussi à tous les enseignants et collègues qui nous ont  
soutenu Durant le cursus universitaire. pour aboutir au diplome de  
Master

Sans oublié tous les amis à qui vont aussi nos sincerés  
remerciments pour leur aide et  
encouragements .

Mme  
Benrad



DEDICACE

*Ce modeste travail est dédié*

*A nos très chers parents pour leur soutien*

*A la mémoire de notre défunt beau-père*

*Aux prunelles de nos yeux, mes enfants Mohamed Ezehar  
, Nour El-Houda Rahma et Nesrine*

*A Amina, Salwa, Mourad et Yassine.*

*A tous nos proches.*

*A Mon Mari.*

*Mme*

*Bentrad*



# Figures



## Chapitre I :

<b>Figure (I-1)</b> : Carte SID Aéroport d'Alger	4
<b>Figure (I-2)</b> : Carte STAR Aéroport de Hassi Messaoud	5
<b>Figure (I-3)</b> : Procédure APV	6
<b>Figure (I-4)</b> Système satellitaire	7
<b>Figure (I-5)</b> :Système de surveillance	8
<b>Figure (I-6)</b> l'infrastructure du CPDLC	11
<b>Figure (I-7)</b> RNP APCH	12
<b>Figure (I-8)</b> : RNP AR APCH	13
<b>Figure(I-9)</b> :Différentes approches	13

## Chapitre II :

<b>Figure (II-1)</b> : Categories de procédure	15
<b>Figure (II-2)</b> : Les phases d'une procédure d'approche aux instruments	16
<b>Figure (II-3)</b> : : Types de navigation	22
<b>Figure (II-4)</b> : :Navigation de surface	25
<b>Figure (II-5)</b> vue en plan aires secondaires aire primaire	26
<b>Figure (II-6)</b> : protection d'une approche RNP APCH	27
<b>Figure (II-7)</b> : approche interrompue avec guidage en ligne droite	28
<b>Figure (II-8)</b> : Superposition des aires RNAV / Conventionnelles (finale VOR/ finale RNAV)	29
<b>Figure (II-9)</b> : Superposition des aires RNAV / Conventionnelles (finale VOR arrière/ finale RNAV)	30
<b>Figure (II-10)</b> : Superposition des aires RNAV / Conventionnelles (procédure NDB/ procédure RNAV)	31
<b>Figure(II-11)</b> :Aires de protection des types de navigation	32

## Chapitre III :

<b>Figure (III-1)</b> carte de croisière	34
<b>Figure (III-2)</b> couverture radar sur le territoire	36

# Tableaux

<b>Tableau (I-1)</b> sectorisation espace algérien	4
<b>Tableau (I-2)</b> Identification CTA Alger Centre	6
<b>Tableau (I-3)</b> Description des zones a Statut Particulier CTA Alger	6
<b>Tableau (I-4)</b> Caractéristiques des pistes Aéroport de Houari Boumediene	10
<b>Tableau (I-5)</b> Longueurs des pistes Aéroport de Houari Boumediene	11
<b>Tableau (I-6)</b> Scenarion des manoeuvres décollage/atterrissage sur pistes	11
<b>Tableau (I-9)</b> Caractéristiques Aides Radioélectriques et leurs emplacements pour l'Aéroport de Houari Boumediene	12
<b>Tableau (I-10)</b> : Code de référence d'aéroport	12
<b>Tableau (II-1)</b> : Vitesse Maximales Indiquées	18
<b>Tableau (II-2)</b> : Marge de Franchissement D'obstacles	31
<b>Tableau (III-1)</b> : Mouvements Aéronefs aux points Arrivés du 18 au 27 juin 2011 pour l'aéroport de Houari Boumediene	39
<b>Tableau (III-2)</b> : Axes d'Arrivés des Aéronefs a partir des Entrée	40
<b>Tableau (III-3)</b> : Volumes du Flux de trafic d'arrivée par Zone du 18 au 27 juin 2011 pour l'aéroport de Houari Boumediene	41
<b>Tableau (III-4)</b> : Mouvements Aéronefs aux Départ du 18 au 27 juin 2011 pour l'aéroport de Houari Boumediene	41
<b>Tableau (III-5)</b> : Flux du trafic au Départ du 18 au 27 juin 2011 pour l'aéroport de Houari Boumediene	42
<b>Tableau (III-6)</b> : Axes au Départs des Aéronefs vers les sorties	42
<b>Tableau (III-7)</b> : Capacité Mouvement Flux Trafic points de Ralliement	44
<b>Tableau (III-8)</b> : Calculs Pour La Construction du GABARIT d'attente	46
<b>Tableau (III-9)</b> : Calculs Pour La Construction de la Protection des Entrée de l'attente	47
<b>Tableau (III-10)</b> : Code et cheminement des SID Houari Boumediene	51
<b>Tableau (III-10)</b> : Code et cheminement des STAR Houari Boumediene	56

# NOMENCLATURE



<b>ABAS</b>	<b>Système de renforcement embarqué</b>
<b>ADS-B</b>	<b>Surveillance dépendante automatique— diffusion</b>
<b>ADS-C</b>	<b>Surveillance dépendante automatique— contrat</b>
<b>APCH</b>	<b>Approche</b>
<b>APV</b>	<b>Procédure d'approche avec guidage vertical</b>
<b>ATC</b>	<b>Contrôle de la circulation aérienne</b>
<b>ATM</b>	<b>Gestion du trafic aérien</b>
<b>ATS</b>	<b>Service de la circulation aérienne</b>
<b>Baro-VNAV</b>	<b>BarométriqueVNAV</b>
<b>Cat.</b>	<b>Catégorie</b>
<b>CNS</b>	<b>Communications, navigation et surveillance</b>
<b>CPDLC</b>	<b>Communications contrôleur-pilote par liaison de données</b>
<b>DACM</b>	<b>Direction de l'aviation civile et de la météorologie</b>
<b>DME</b>	<b>Dispositif de mesure de distance</b>
<b>EGNOS</b>	<b>Service européen de navigation par recouvrement géostationnaire</b>
<b>FMS</b>	<b>Système de gestion de vol</b>
<b>FRT</b>	<b>Transition à rayon fixe</b>
<b>GBAS</b>	<b>Système de renforcement au sol</b>
<b>GNSS</b>	<b>Système mondial de navigation par satellite</b>
<b>GPS</b>	<b>Système mondial de localisation</b>
<b>HF</b>	<b>Haute fréquence</b>
<b>IFR</b>	<b>Règles de vol aux instruments</b>

<b>INS</b>	<b>Système de navigation inertielle</b>
<b>IR</b>	<b>Mesures d'exécution (sens règlement (CE) n°552/2004)</b>
<b>IRU</b>	<b>Unité de navigation inertielle</b>
<b>ILS</b>	<b>Système d'atterrissage aux instruments</b>
<b>LNAV</b>	<b>Navigation latérale</b>
<b>LOC</b>	<b>Radiophare d'alignement de piste</b>
<b>LPV</b>	<b>Performance d'alignement de piste avec guidage vertical</b>
<b>NAVAID</b>	<b>Aide à la navigation</b>
<b>NDB</b>	<b>Radiophare non directionnel</b>
<b>NM</b>	<b>Mille marin</b>
<b>OACI</b>	<b>Organisation de l'aviation civile internationale</b>
<b>OLDI</b>	<b>On-line data interchange</b>
<b>PBN</b>	<b>Navigation fondée sur les performances</b>
<b>PDGEA</b>	<b>Projet de Développement de la gestion de l'espace aérien</b>
<b>PSR</b>	<b>Radar primaire de surveillance</b>
<b>RF</b>	<b>Arc de rayon constant jusqu'à un repère</b>
<b>RNAV</b>	<b>Navigation de surface</b>
<b>RNP</b>	<b>Qualité de navigation requise</b>
<b>RNP AR</b>	<b>Autorisation requise pour la RNP RNP APCH RNP approche</b>
<b>SBAS</b>	<b>Système de renforcement satellitaire</b>
<b>SID</b>	<b>Départ normalisé aux instruments</b>
<b>SSR</b>	<b>Radar secondaire de surveillance</b>
<b>STAR</b>	<b>Arrivée normalisée en région terminale</b>
<b>TMA</b>	<b>Région de contrôle terminale.</b>
<b>TRAFCA</b>	<b>Traitement automatique des fonctions de la circulation aérienne</b>

# Sommaire



## **INTRODUCTION**

### **CHAPITRE I:                   GENERALITE SUR LA NAVIGATION AERIENNE**

I-1 LA RESOLUTION 37-11.....	1
I-2 DIFINITION DES PROCEDURES ENANCEES PAR L'ASSEMBLEE.....	4
I-2-1/ Infrastructure d'aides à la navigation (NAVAID) .....	4
I-2-2/ Départ normalisé aux instruments (SID).....	4
I-2-3/ Arrivée normalisée aux instruments (STAR) .....	5
I-2-4/ Navigation de surface .....	5
I-2-5/ Procédure d'approche avec guidage vertical (APV) .....	6
I-2-6/ Système de renforcement embarqué (ABAS).....	6
I-2-7/ Système de renforcement satellitaire (SBAS) .....	7
I-2-8/ Système de surveillance ATS .....	8
I-2-9/ Controller Pilot Data Link Communication (CPDLC) .....	10
I-2-10/ Navigation fondée sur les performances (PBN).....	11
I-2-11/ RNP AR APCH.....	12

### **CHAPITRE II                   LE CONCEPT PBN**

II-1 PROCÉDURE AUX INSTRUMENTS .....	14
II-2 /CATÉGORIES DE PROCEDURES.....	15
II-3/DIFFÉRENTES PHASES D'UNE PROCÉDURE .....	16
II-3-1/ DEFINITION.....	16
II-3-2/ ARRIVÉE .....	17
II-3-3 / ATTENTE .....	17

11-3-4/ APPROCHE INITIALE, INTERMÉDIAIRE ET FINALE.....	17
11-3-5/ APPROCHE INTERROMPUE.....	19
11-3-6/ PROCÉDURES DE DÉPART.....	19
11-4/ PARTICULARITÉS DES PROCÉDURES CONVENTIONNELLES .....	20
11-4-1/ ERREURS DE MINUTAGE.....	20
11-4-2/ TOLÉRANCE DU GUIDAGE RADIOÉLECTRIQUE.....	20
11-4-3/ ERREUR DE VERTICALE D'UNE AIDE RADIO À LA NAVIGATION...21	
11-5/ LA NAVIGATION DE SURFACE.....	22
11-6/ Un processus de standardisation pour la navigation de surface.....	23
11.7/ Spécifications de navigation.....	24
11-8/ COMPARAISON ENTRE LES PROCÉDURES CONVENTIONNELLES ET LES PROCÉDURES LIÉES A LA NAVIGATION DE SURFACE .....	26
11-8-1/ AIRES DE PROTECTION.....	26
11-8-1-1/ Principe des aires secondaires.....	26
11-8-1-2/ Aires de protection des procédures RNAV.....	27
11-8-1-3/Aires de protection des procédures conventionnelles.....	28
11-8-1-4/ Superposition des aires RNAV / Conventionnelles.....	28
11-9/ ENJEUX DE PERFORMANCES.....	31
11-9-1/ L'augmentation de la capacité de l'espace aérien.....	32
11-9-2/ L'efficacité environnementale.....	32
11-10/ Les apports du concept PBN à l'amélioration de la performance.....	33

### **CHAPITRE III                    INFRASTRUCTURES ADAPTEES**

111-1/ Introduction .....	34
111-2 /Infrastructures de radionavigation.....	35
111-3 / Infrastructures de surveillance.....	35
111-4/ Infrastructures de communication.....	37



b/ validation des procédures conçues .....	53
d/ Formation du personnels ATC et la révision des lettres d'accords.....	54
IV-5-4/ L'IMPLEMENTATION.....	54

## **ANNEXES**

## **INTRODUCTION**

Les progrès réalisés en matière de performance et de fonctionnalité de navigation des aéronefs conduisent à des changements en ce qui concerne les conceptions de l'espace aérien, les minimums d'espacements entre les routes, la conception des procédures et la gestion de la circulation aérienne.

Ces changements permettront au système de navigation aérienne d'évoluer continuellement et de manière notable en améliorant la sécurité globale et l'efficacité opérationnelle. Et c'est dans ce contexte là et afin d'optimiser l'utilisation de l'espace aérien que l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale OACI , lors de sa 37eme réunion (octobre 2010) adopte la résolution 37-11 qui a pour titre « Objectifs mondiaux pour la navigation fondée sur les performances ».

# CHAPITRE I

**I-1/ LA RESOLUTION 37-11**

La résolution stipule :

Considérant que l'objectif premier de l'OACI est de veiller au fonctionnement sûr et efficace du système mondial de navigation aérienne;

Considérant que l'amélioration des performances du système de navigation aérienne sur une base harmonisée à l'échelle mondiale nécessite la collaboration active de toutes les parties prenantes;

Considérant que la onzième Conférence de navigation aérienne a recommandé que l'OACI se charge sans plus attendre des questions associées à l'introduction de la navigation de surface (RNAV) et de la qualité de navigation requise (RNP);

Considérant que la onzième Conférence de navigation aérienne a recommandé que l'OACI élabore des procédures RNAV s'appuyant sur le système mondial de navigation par satellite (GNSS) pour les aéronefs à voilure fixe, de façon à assurer une grande précision de maintien de la route et de la vitesse pour maintenir l'espacement dans les courbes et permettre plus de flexibilité dans la mise en séquence des aéronefs en approche;

Considérant que la onzième Conférence de navigation aérienne a recommandé que l'OACI élabore des procédures RNAV s'appuyant sur le GNSS pour les aéronefs à voilure fixe et les aéronefs à voilure tournante, afin de permettre d'abaisser les minimums d'exploitation dans les environnements riches en obstacles ou comportant d'autres contraintes;

Considérant que la Résolution A33-16 demandait au Conseil de mettre sur pied un programme destiné à encourager les États à mettre en œuvre des procédures d'approche avec guidage vertical (APV) utilisant les données du GNSS ou du DME/DME, conformément aux dispositions de l'OACI;

Reconnaissant que les aéroports n'ont pas tous l'infrastructure nécessaire pour appuyer les opérations APV et que les aéronefs ne sont actuellement pas tous capables d'exécuter des opérations APV;

Reconnaissant que beaucoup d'États disposent déjà de l'infrastructure appropriée et d'aéronefs capables d'exécuter des approches directes avec guidage latéral (approches avec LNAV) fondées sur les spécifications RNP et qu'il est démontré que les approches directes sont nettement plus sûres que les approches indirectes;

Reconnaissant que le Plan pour la sécurité de l'aviation dans le monde a identifié des initiatives en matière de sécurité dans le monde (GSI) visant essentiellement l'élaboration d'une stratégie en matière de sécurité pour l'avenir comprenant notamment l'utilisation efficace de la technologie destinée à renforcer la sécurité, l'adoption systématique des meilleures pratiques de l'industrie, l'alignement des stratégies mondiales de l'industrie en matière de sécurité et l'homogénéité dans la supervision réglementaire;

Reconnaissant que le Plan mondial de navigation aérienne a identifié des initiatives de plan mondial (GPI) visant essentiellement l'incorporation de fonctions évoluées de navigation dans l'infrastructure du système de navigation aérienne, l'optimisation des régions de contrôle terminales par l'emploi de techniques améliorées de conception et de gestion, l'optimisation des régions de contrôle terminales par la mise en œuvre de SID et de STAR RNP et RNAV et l'optimisation des régions de contrôle terminales pour assurer des opérations aériennes plus économiques en carburant par l'utilisation de procédures d'arrivée fondées sur le FMS;

Reconnaissant que l'élaboration continue de spécifications de navigation divergentes aura des incidences négatives sur le plan de la sécurité et de l'efficacité pour les États et l'industrie; Notant avec satisfaction que les groupes régionaux de planification et de mise en œuvre (PIRG) ont achevé les plans régionaux de mise en œuvre de la PBN;

Reconnaissant que les États n'ont pas tous élaboré un plan de mise en œuvre de la PBN pour la date cible de 2009.

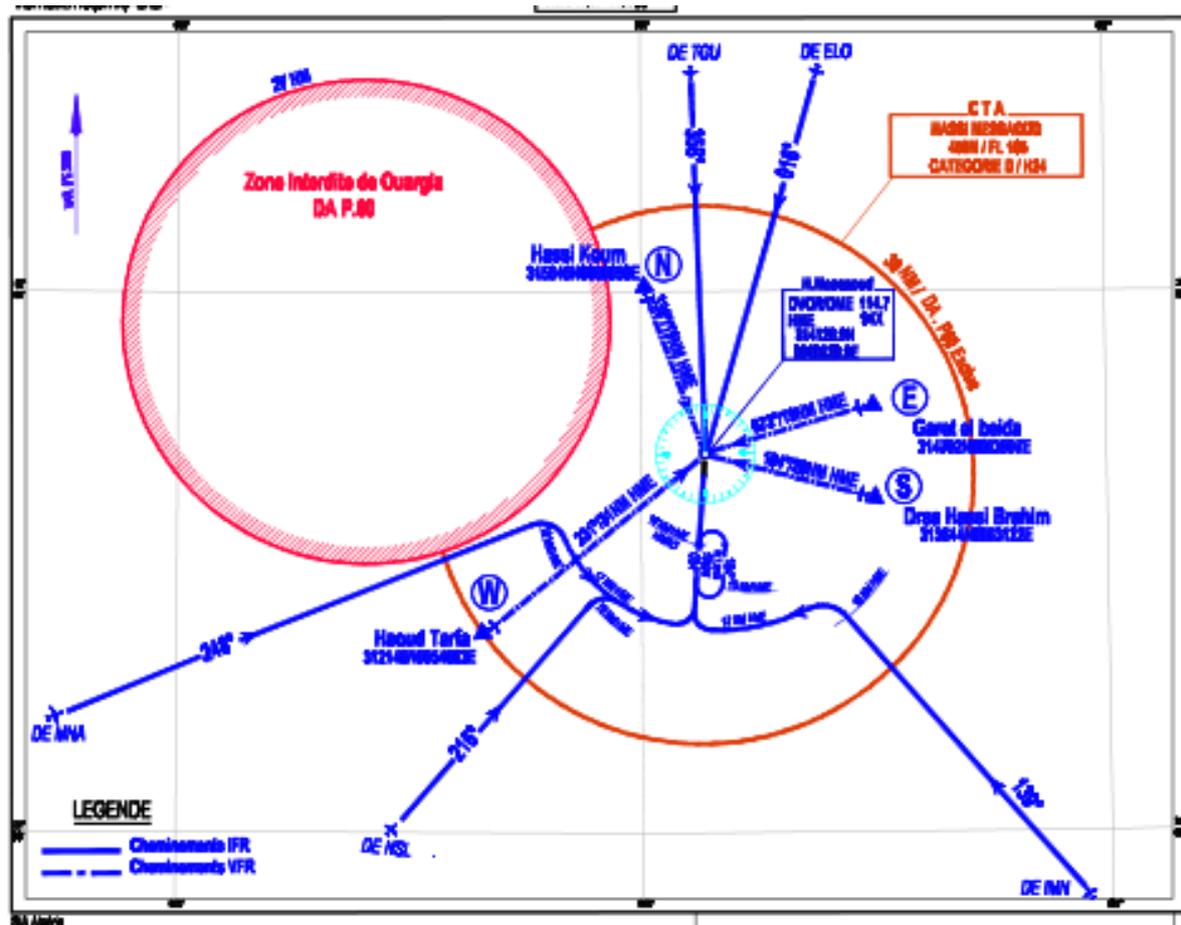
“L’assemblée, ...

1. Prie instamment tous les États de mettre en œuvre des routes de services de la circulation aérienne (ATS) et des procédures d’approche RNAV et RNP conformes au concept PBN de l’OACI, énoncé dans le Manuel de la navigation fondée sur les performances (Doc 9613) ;
2. Décide : que les États mettront au point d’urgence un plan de mise en œuvre de la PBN pour réaliser :
  - a. la mise en œuvre de la RNAV et de la RNP (s’il y a lieu), pour les zones en route et les zones terminales, conformément aux échéances et aux étapes intermédiaires établies ;
  - b. la mise en œuvre de procédures d’approche avec guidage vertical (APV) (BaroVNAV et/ou GNSS renforcé), y compris des minimums LNAV seulement, pour toutes les extrémités de pistes aux instruments, soit comme approche principale, soit comme procédure de secours pour les approches de précision d’ici 2016, les étapes intermédiaires étant établies comme suit : 30 % d’ici 2010, 70 % d’ici 2014 ;
  - c. la mise en œuvre de procédures d’approche directes avec LNAV seulement, à titre d’exception par rapport à b) ci-dessus, pour les pistes aux instruments des aérodromes sur lesquels aucun calage altimétrique n’est disponible et pour lesquels il n’y a pas d’aéronef de masse maximale certifiée au décollage de 5 700 kg ou plus qui soit doté de l’équipement permettant les procédures APV ; ...
3. Prie instamment les États d’introduire dans leur plan de mise en œuvre de la PBN des dispositions pour la mise en œuvre de procédures d’approche avec guidage vertical (APV) sur toutes les extrémités de pistes servant à des aéronefs dont la masse maximale certifiée au décollage est de 5 700 kg ou plus, conformément aux échéances et aux étapes intermédiaires établies ; ...”



### I-2-3/ Arrivée normalisée aux instruments (STAR) :

Route désignée d'arrivée, suivie conformément aux règles de vol aux instruments (IFR), reliant un point significatif, normalement situé sur une route ATS, à un point où peut commencer une procédure d'approche aux instruments.



Figure(I-2) : Carte STAR Aéroport de Hassi Messaoud

### I-2-4/ Navigation de surface :

Méthode de navigation permettant le vol sur n'importe quelle trajectoire voulue dans les limites de la couverture d'aides de navigation basées au sol ou dans l'espace, ou dans les limites des possibilités d'une aide autonome, ou par une combinaison de ces moyens.

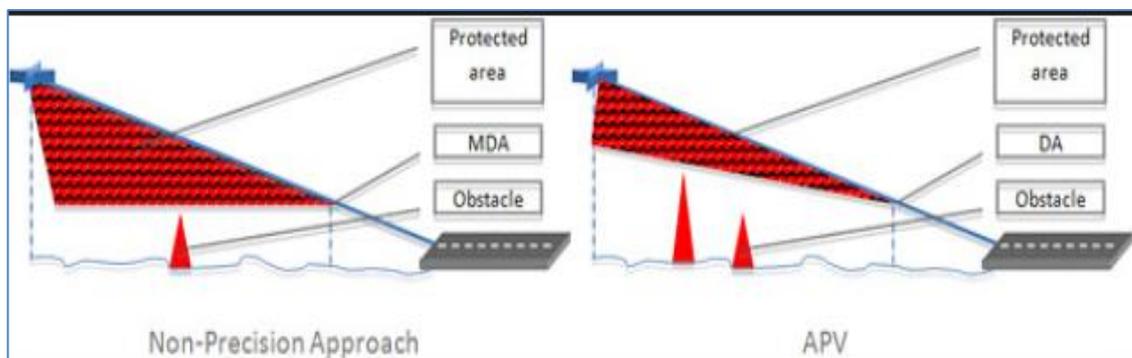
### **I-2-5/ Procédure d'approche avec guidage vertical (APV) :**

Lorsqu'un guidage vertical est disponible, il est alors possible de créer des procédures APV (Approach Procedure with Vertical guidance).

La catégorie APV a été introduite dans la classification des approches de l'Annexe 6 de l'OACI entre les approches de non précision et les approches de précision. Elle vise à permettre d'utiliser des systèmes moins précis que l'ILS tout en assurant un guidage vertical stabilisé.

Deux techniques sont envisagées pour effectuer ces approches :

- Les systèmes dits «Baro-VNAV» : des trajectoires VNAV barométriques sont calculées par des systèmes de gestion de vol (FMS ou autre système).
- Les systèmes GNSS utilisant un système de renforcement par satellite (SBAS).



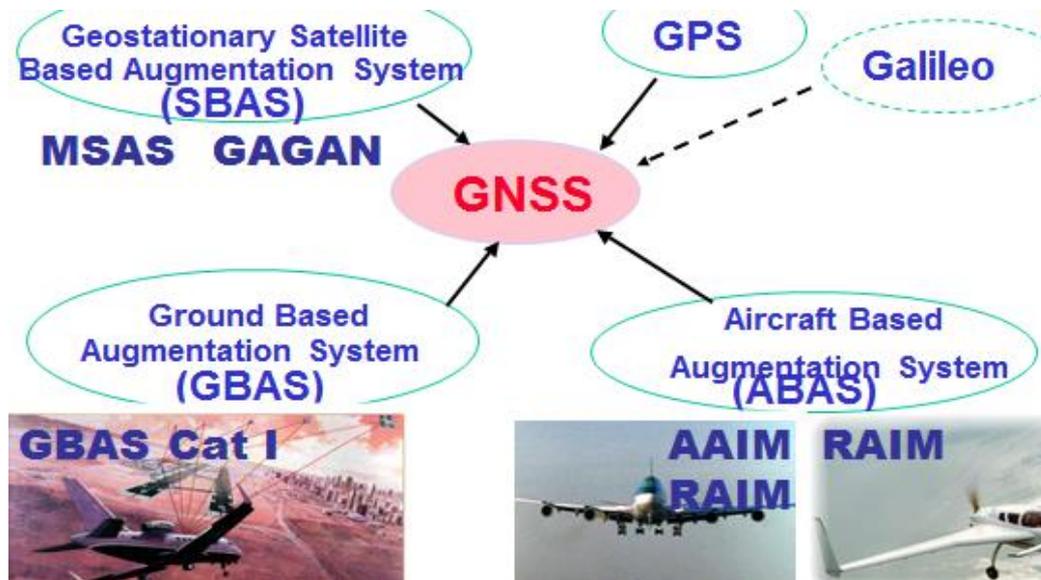
**Figure(I-3) : Procédure APV**

### **I-2-6/ Système de renforcement embarqué (ABAS) :**

Système qui renforce l'information provenant des autres éléments du GNSS par les données disponibles à bord de l'aéronef et/ou qui l'intègre à ces données.

**I-2-7/ Système de renforcement satellitaire (SBAS) :**

Système de renforcement à couverture étendue dans lequel l'utilisateur reçoit l'information de renforcement directement d'un émetteur basé sur satellite.



**Figure(I-4) : Système satellitaire**

L'utilisation des systèmes satellitaires se fait comme suit ;

- **EGNOS :**

Première brique du GNSS Européen, il permet de renforcer GPS et de donner accès à un guidage de qualité similaire à ILS Cat I gratuitement et sans infrastructure spécifique sur l'ensemble des extrémités de piste

- **Galileo :**

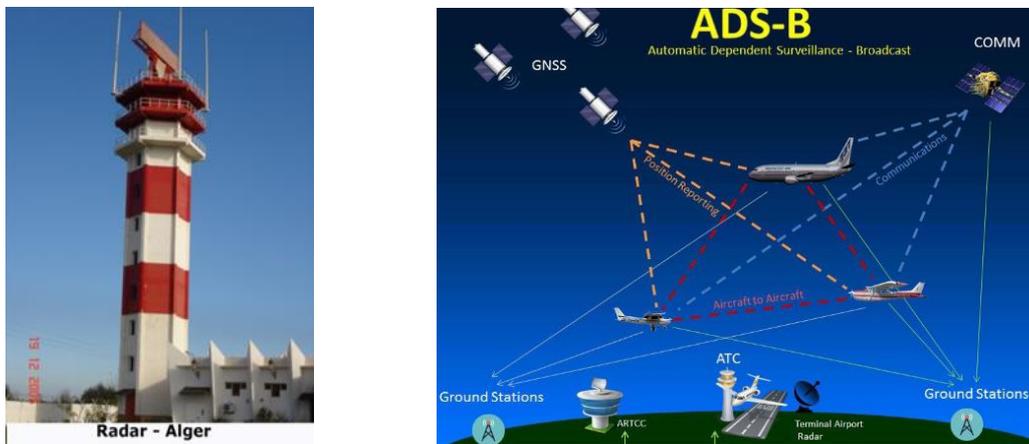
Associé à GPS et EGNOS, il permet de rendre très robuste le positionnement GNSS (associé à un senseur de navigation multi constellation) et permettra de poursuivre la réduction de l'infrastructure de navigation

- **GBAS :**

Pas de déploiement Cat I (redondant ILS cat I et APV EGNOS). Intérêt pour l'amélioration de capacité en conditions LVP, avec GBAS Cat II/III

**I-2-8/ Système de surveillance ATS :**

Terme générique désignant, selon le cas, l'ADS-B, le PSR, le SSR ou tout autre système sol comparable qui permet l'identification des aéronefs.



**Figure(I-5) :**Système de surveillance

**Système RNAV :**

Système de navigation qui permet des vols sur n'importe quelle trajectoire voulue à l'intérieur de la couverture d'aides de navigation à référence sur station ou dans les limites des capacités d'aides autonomes, ou une combinaison des deux. Un système RNAV peut être inclus dans le cadre d'un système de gestion de vol (FMS).

**Système RNP :**

Système de navigation de surface qui prend en charge la surveillance des performances et alerte à bord.

**RNAV 10 (Désignée et autorisé comme RNP 10) :**

La RNAV 10 permet un espacement de 50 NM latéralement et 50 NM longitudinalement en espace aérien océanique ou éloigné. Les aéronefs doivent être équipés

d'au-moins deux systèmes indépendants de navigation longue portée (LRNS); toute combinaison d'INS/IRU ou GNSS satisfait aux exigences RNAV 10.

Lors d'un vol en espace aérien ou sur des routes désignés RNP 10, l'erreur latérale totale du système doit être de 10 NM au plus de chaque côté de la trajectoire pendant au moins 95% du temps de vol total. En opération normale, toute erreur ou écart latéral (différence entre la trajectoire calculée par le système RNAV et la position de l'aéronef par rapport à la trajectoire) ne devrait pas dépasser la moitié de la précision associée à la route, soit 5 NM.

De brefs écarts par rapport à cette norme pendant et immédiatement après un virage en route (à l'intérieur ou à l'extérieur du virage) sont autorisés sans dépasser la précision requise, soit 10 NM.

#### **RNP 4 :**

La RNP 4 est conçu pour l'espace aérien océanique ou éloigné, où l'infrastructure de NAVAID terrestres n'est pas disponible. La RNP 4 permet un espacement minimal de 30 NM latéralement et 30 NM longitudinalement dans cet espace et requiert une avionique GNSS (TSO-C129a ou C145/6, par exemple). Il pourrait sembler logique qu'un aéronef approuvé RNP 1 de base ait automatiquement l'approbation RNP 4.

Cependant, un aéronef étant approuvé selon des exigences de précision très strictes peut ne pas satisfaire à certaines exigences fonctionnelles d'une spécification de navigation moins exigeante.

Le GNSS peut servir de système de navigation indépendant ou faire partie des capteurs d'un système multi-capteurs.

**RNAV 5 :**

Les opérations RNAV 5 sont fondées sur l'utilisation de l'équipement RNAV établissant automatiquement la position de l'aéronef dans le plan horizontal au moyen de la combinaison des types suivants de capteur et de moyen d'intercepter et suivre une trajectoire donnée :

- VOR/DME;
- DME/DME;
- INS ou IRS;
- GNSS.

**RNAV 1 et RNAV 2 :**

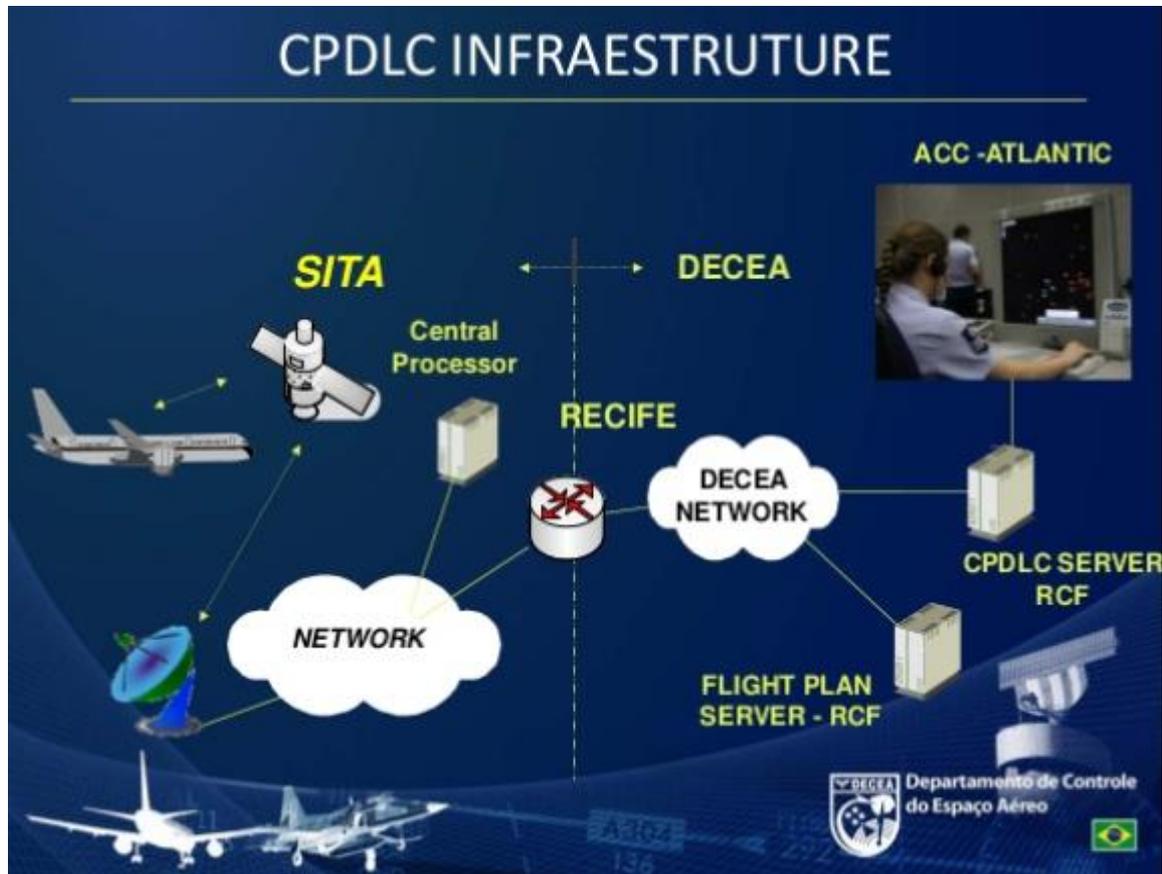
Les spécifications RNAV 1 et RNAV 2 s'appliquent à toute route à l'intérieur et à l'extérieur de l'espace aérien contrôlé, aux départs normalisés aux instruments (SID) et aux routes normalisées en région terminale (STAR). Elles s'appliquent aux procédures d'approche aux instruments jusqu'au repère d'axe final. On prévoit que les vols sur routes RNAV 1 et RNAV 2 seront sous contrôle radar avec communication directe contrôleur-pilote (DCPC).

**I-2-9/ Controller Pilot Data Link Communication (CPDLC) :**

CPDLC permettra aux contrôleurs de communiquer avec l'équipage en utilisant un texte basé sur un message numérique. Lorsqu'elle est nécessaire, une augmentation des communications radio, en raison de la sectorisation accrue, par exemple, CPDLC permettra aux contrôleurs de réduire le nombre de communications radiotéléphoniques. CPDLC a également le potentiel de réduire la charge de travail du contrôleur et le spectre des fréquences radioélectriques exigé, ainsi que la réduction des risques causés par des malentendus potentiels de communications vocales.

Déploiement du CPDLC comme principal moyen de communication dans l'espace aérien océanique.

CPDLC devra être introduit progressivement à l'espace aérien terminal le plus occupé.



Figure(I-6) :l'infrastructure du CPDLC

### **I-2-10/ Navigation fondée sur les performances (PBN) :**

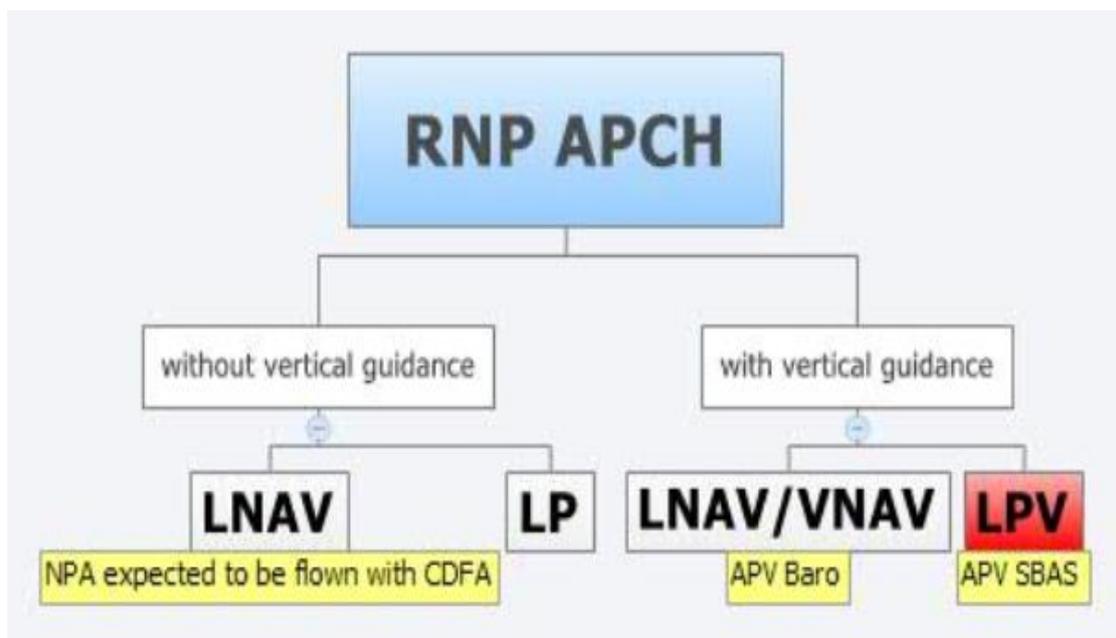
Navigation de surface fondée sur des exigences en matière de performances que doivent respecter des aéronefs volant sur une route ATS, selon une procédure d'approche aux instruments ou dans un espace aérien désigné.

Les exigences en matière de performances sont exprimées dans des spécifications de navigation (spécification RNAV, spécification RNP) sous forme de conditions de précision,

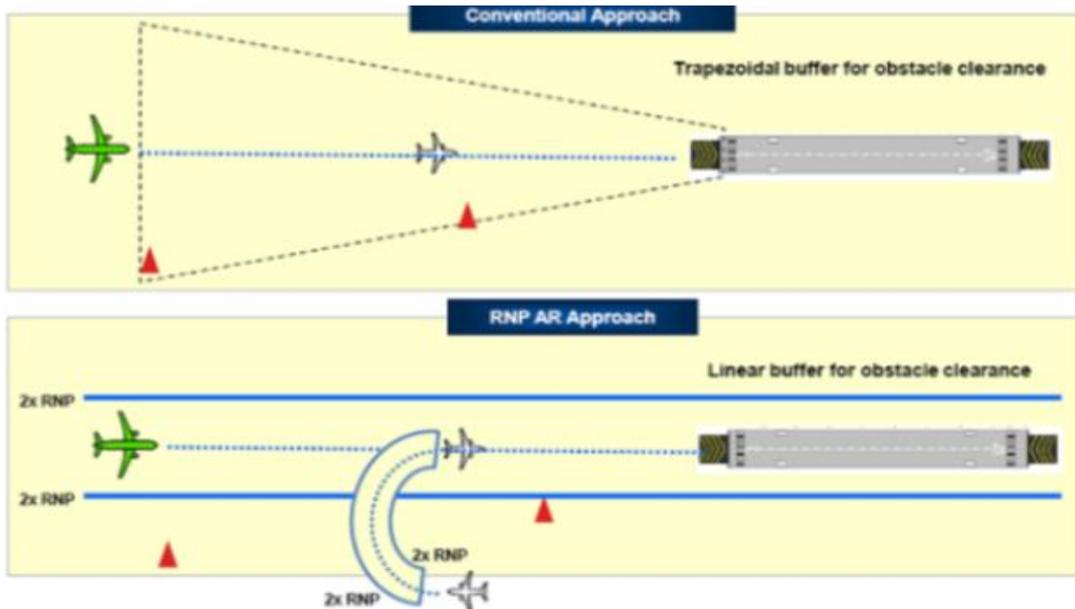
d'intégrité, de continuité, de disponibilité et de fonctionnalité à respecter pour le vol envisagé, dans le cadre d'un concept particulier d'espace aérien.

### I-2-11/ RNP AR APCH

Utilisée pour appuyer des approches en RNAV jusqu'à la RNP 0,3 constituées de segments rectilignes. Peut imposer des possibilités baro-VNAV.

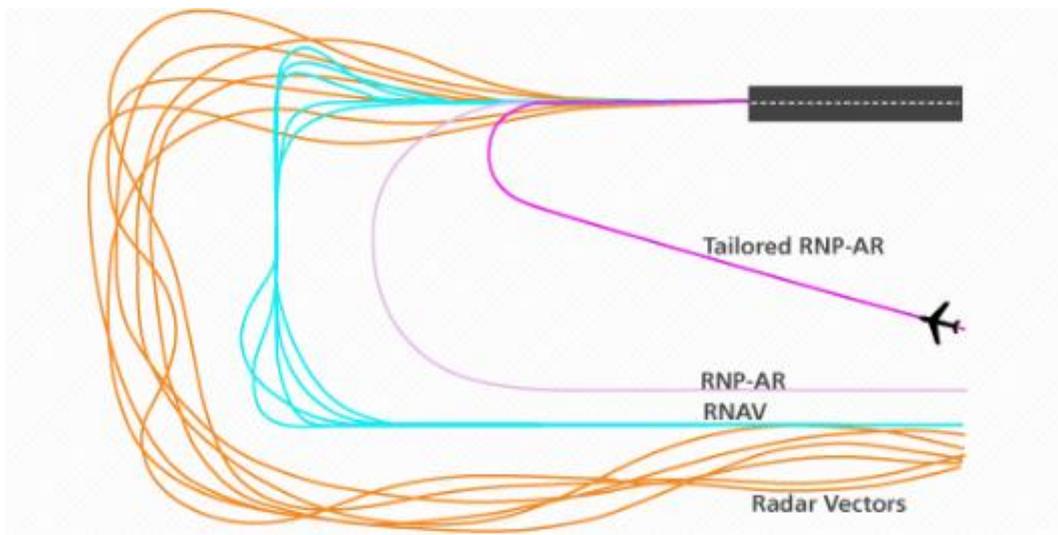


Figure(I-7) :RNP APCH



Figure(I-8) :RNP AR APCH

Le schéma ci-dessous illustre la différence entre les quatre types d'approche et non seulement la précision de la RNP apparait mais aussi la répétabilité des trajectoires



Figure(I-9) :Différentes approches

# CHAPITRE II

## **II-1 PROCÉDURE AUX INSTRUMENTS**

Une procédure aux instruments est une série de manœuvres prédéterminées destinée aux aéronefs évoluant selon les règles de vol aux instruments. Elle est constituée de segments de guidage radar ou de segments délimités par des repères définis par :

- Une ou plusieurs aides radio à la navigation (procédures conventionnelles, procédures RNAV DME/DME).
- Des moyens satellitaires (procédures RNAV GNSS).
- Une combinaison de ces deux types de moyens (procédures RNAV).

A chaque segment de procédure est associée une aire de protection dont les dimensions garantissent que l'aéronef demeure à l'intérieur de cette aire lorsque le vol se déroule en conditions normales tout moteur en fonctionnement, sous réserve du respect par le pilote des règles de pilotage et compte tenu des imprécisions de positionnement résultant de plusieurs facteurs. Il appartient à l'exploitant aérien de prévoir des procédures pour les situations anormales et les conditions d'urgence.

Une marge de franchissement d'obstacles (MFO), propre à chaque type de segment, est appliquée sur les obstacles répertoriés situés à l'intérieur de l'aire de protection. Elle permet de déterminer soit une altitude/hauteur soit une pente de montée dont le respect garantit au pilote, en l'absence de références visuelles, une utilisation sûre de la trajectoire.

Pour les phases d'arrivée, les marges de franchissement d'obstacles sont décroissantes, au fur et à mesure que l'aéronef se rapproche de la piste. Pour les phases de départ, les marges de franchissement d'obstacles sont croissantes au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la piste.

Pour le segment d'approche finale, il est défini une limite de franchissement d'obstacles exprimée en altitude ou hauteur (OCA ou OCH) permettant de déterminer, selon les cas, une altitude ou une hauteur de décision (DA ou DH), une altitude ou une hauteur

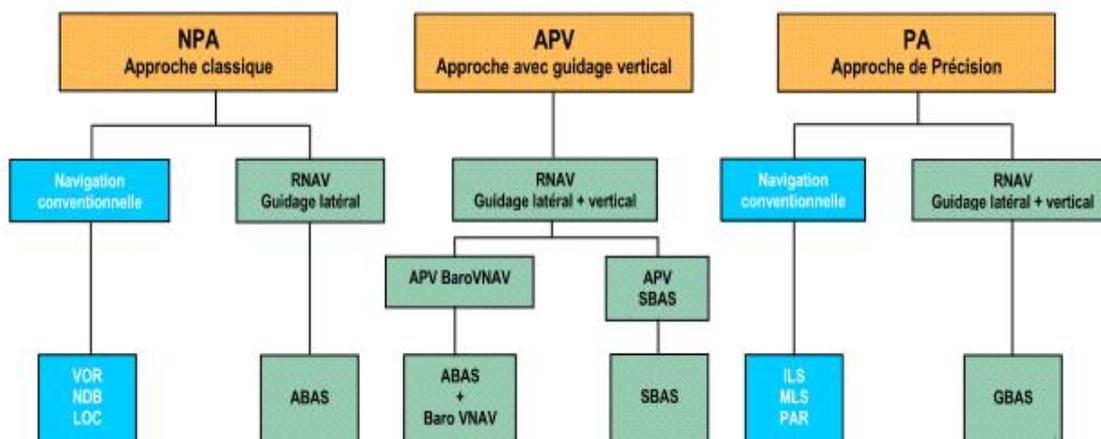
minimale de descente (MDA ou MDH), en dessous de laquelle le pilote termine son approche et effectue son atterrissage, à l'aide de références visuelles.

Pour l'établissement des procédures, des facteurs autres que le franchissement des obstacles sont pris en compte si nécessaire, comme la séparation des trajectoires entre elles ou vis-à-vis d'espaces, la diminution des nuisances ou l'intégration dans la circulation aérienne.

## II-2 /CATÉGORIES DE PROCÉDURES

Les catégories de procédures aux instruments sont définies dans l'Annexe 6 de l'OACI. Elles sont regroupées sous trois grandes catégories, approches classiques (NPA), approches avec guidage vertical (APV) et approches de précision (PA).

Le schéma ci-dessous présente ces trois catégories et résume les possibilités d'exploitation opérationnelle avec les moyens de navigation associés



**FigureII-1** Categories de procédure

Les procédures d'approche aux instruments sont identifiées par le moyen de navigation utilisé lors de l'approche finale (VOR RWY 23, ILS RWY 09...), à l'exception des procédures de navigation de surface. Pour ces dernières, il est possible de trouver plusieurs

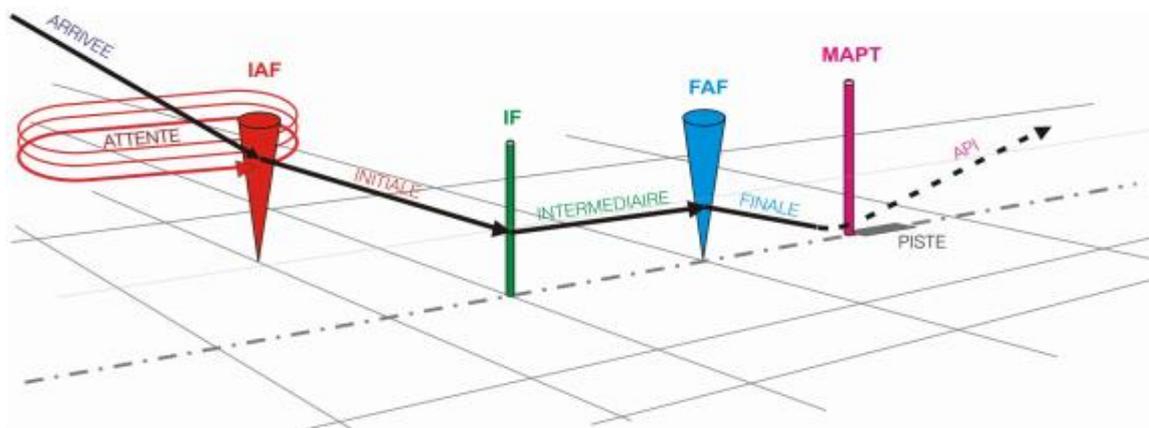
catégories de procédure sur le même volet, l'identification de la catégorie de procédure est déterminée par l'encadré relatif aux minimums opérationnels en bas de la carte. Il inclut les valeurs d'OCA/H pour les opérations NPA (LNAV), APV/Baro-VNAV (LNAV/VNAV) et APV-SBAS (LPV).

- OCA/H : Altitude/hauteur de franchissement d'obstacles / Obstacle clearance altitude/heigh.
- NPA : Approche classique (de non précision) / Non precision approach .
- LNAV : Navigation latérale / Lateral navigation.
- VNAV : Navigation verticale / Vertical navigation.
- APV: Procédure d'approche avec guidage vertical / Approach procedure with vertical guidance.
- SBAS : Système de renforcement satellitaire / Satellite based augmentation system.
- LPV : Performance d'alignement de piste avec guidage vertical / Localizer performance with vertical guidance .

## II-3/DIFFÉRENTES PHASES D'UNE PROCÉDURE

### II-3-1/ DEFINITION

Une procédure d'approche est une suite de segments qui correspondent à des phases successives du vol. Ces segments sont délimités par des repères (verticale d'une aide radio à la navigation, intersection de radials ou d'un radial et d'une distance DME, point de cheminement RNAV...).



FigureII-1 Les phases d'une procédure d'approche aux instruments

### **II-3-2/ ARRIVÉE**

C'est la transition entre la croisière et l'approche, l'arrivée permet à l'aéronef de rallier l'IAF. Selon le cas, elle peut s'effectuer suivant une trajectoire normalisée appelée STAR ou en utilisant les altitudes minimales de secteur publiées (MSA ou TAA).

- Altitudes minimales de secteur (MSA) assurent, pour les arrivées à l'intérieur du secteur défini et sur une distance de 25 NM par rapport au moyen spécifié, une marge minimale de 300 m (984 ft) par rapport aux obstacles.

Ces altitudes déterminent le niveau le plus bas utilisable dans la phase d'arrivée. Dans le cas où le moyen radioélectrique est un VOR DME, deux altitudes de sécurité peuvent être définies dans un même secteur, en utilisant l'information de distance fournie par le DME.

- L'altitude (minimale de sécurité) d'arrivée en région terminale (TAA) est associée une aire de protection définie par rapport à l'IAF, si l'aéronef à l'arrivée va exécuter une approche RNAV.

### **II-3-3 / ATTENTE**

Pour diverses raisons, un aéronef peut être amené à attendre. Un circuit d'attente en forme d'hippodrome est prévu à cet effet. Le repère d'attente coïncide en général avec l'IAF (ou l'un des IAF si la procédure en comporte plusieurs).

Des circuits d'attentes peuvent être prescrits dans les phases de vol en route, à l'arrivée, en approche initiale ou à l'issue d'une approche interrompue.

### **II-3-4/APPROCHE INITIALE, INTERMÉDIAIRE ET FINALE**

L'IAF est le début de la procédure d'approche (notion de clairance d'approche). L'approche initiale permet de se placer sur la trajectoire d'approche finale ou sur une direction voisine de celle-ci à une altitude satisfaisante.

Sur un IAF on peut trouver une attente et un circuit en hippodrome d'approche initiale qui précède l'approche intermédiaire ou finale. Le circuit d'attente et le circuit d'approche initiale peuvent être communs ou séparés.

a/L'approche initiale commence lorsque le pilote, à la verticale du repère, quitte l'attente s'il y a lieu et débute le circuit en hippodrome. Si les circuits sont communs, le dernier tour est un hippodrome d'approche initiale.

Dans certains cas, un seul circuit est utilisé pour représenter, sur la vue en plan des cartes IAC, l'attente et l'hippodrome ; dans ce cas, les entrées dans l'hippodrome sont protégées.

b/L'approche intermédiaire permet de se préparer à l'approche finale (vitesse et configuration de l'aéronef), on distingue les cas suivants :

- Cas d'une approche classique avec FAF (FAF indiqué sur la carte d'approche) : le segment d'approche intermédiaire débute à l'IF ou à la fin du virage d'inversion ou d'hippodrome et se termine au FAF.
- Cas d'une approche classique sans FAF : le segment d'approche intermédiaire n'existe pas.
- Cas d'une approche de précision : le segment d'approche intermédiaire est systématiquement prévu ; il débute à l'IF ou à la fin du virage d'inversion ou d'hippodrome et se termine au FAF.

c/Pour l'approche finale le segment débute au FAF et se termine au MAPt. La hauteur de procédure au FAF détermine la pente en finale (profil optimal, en considérant une hauteur au seuil de 15 m).

La pente en approche finale doit respecter les critères suivants :

- Pente minimale/optimale : 5.2 %.
- Pente maximale : 6.5 % (aéronefs de Cat. A et B), 6.1 % (aéronefs de Cat. C, D et E).

Dans le cas d'une approche de précision l'interception de l'alignement de descente à l'altitude du palier d'approche intermédiaire constitue le FAP. Ce dernier est le début du segment de précision sur lequel est fourni un guidage radioélectrique d'azimut (LOC), de site (GP) et de distance (markers ou DME). L'approche finale s'étend du FAP jusqu'au point où la hauteur de décision (DH) est atteinte. Sur la carte d'approche (vue en profil), la pente du glide est publiée en degrés et pourcentage.

### **II-3-5 / APPROCHE INTERROMPUE**

Toute procédure comporte une trajectoire d'approche interrompue utilisée lorsqu'il s'avère impossible de poursuivre l'approche jusqu'à l'atterrissage. Cette trajectoire prend fin à l'altitude/hauteur suffisante pour permettre :

- ✓ L'exécution d'une nouvelle approche.
- ✓ Le retour à un circuit d'attente désigné.
- ✓ Le raccordement à la phase en route.

L'étude de la procédure d'approche interrompue retient l'hypothèse d'une pente minimale de montée fixée à 2,5 %. Dans certains cas notamment lorsque des obstacles contraignants pénalisent la trajectoire, des minimums supplémentaires calculés à partir d'une pente supérieure, peuvent être publiés.

Cependant quelles que soient les pentes supplémentaires calculées, les minimums calculés avec une pente API = 2,5 % sont publiés.

### **II-3-6/PROCÉDURES DE DÉPART**

Une procédure de départ aux instruments est l'ensemble des trajectoires que doit suivre l'aéronef depuis son décollage jusqu'au raccordement avec la phase suivante du vol. Il existe deux types de départ :

- ✓ La procédure de départ sur trajectoire SID.
- ✓ Les procédures de départs omnidirectionnels.

Les procédures de départs omnidirectionnels en espace aérien non contrôlé sont identifiées comme des recommandations.

## **II-4/ PARTICULARITÉS DES PROCÉDURES CONVENTIONNELLES**

### **II-4-1/ ERREURS DE MINUTAGE**

Le minutage est indispensable dans de nombreux cas :

- ✓ Branche d'éloignement d'un hippodrome.
- ✓ Branche d'éloignement d'une procédure d'inversion.
- ✓ Approche interrompue avec MAPT défini par une distance du FAF (ou d'un autre repère) (concrétisée par un temps de vol).

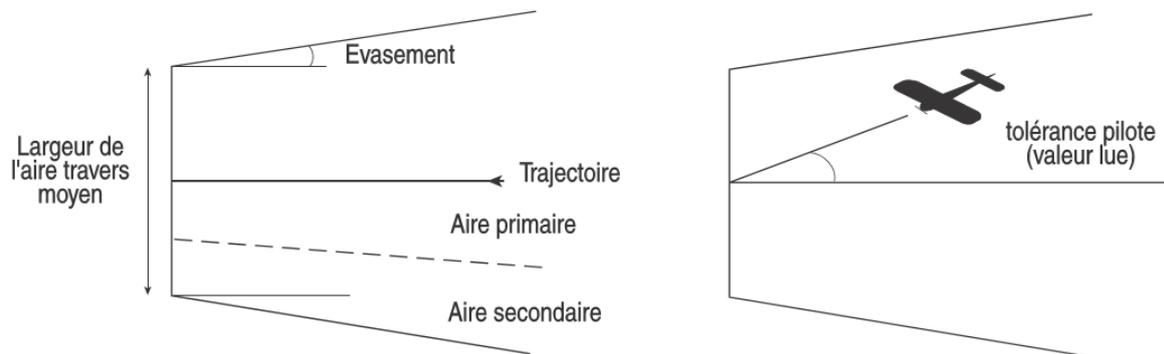
On tient compte, pour la construction des aires de protection, d'une tolérance globale de minutage égale à  $\pm 10$  s. La tolérance de minutage englobe l'ensemble des erreurs liées à l'utilisation d'un chronomètre, le pilote doit donc s'attacher à respecter au mieux les temps qu'il a déterminés en fonction des temps ou distances spécifiés.

### **II-4-2/ TOLÉRANCE DU GUIDAGE RADIOÉLECTRIQUE**

La tolérance globale prise en compte pour le calcul de l'évasement des aires de protection des tronçons de trajectoire où un guidage radioélectrique est assuré, est la combinaison de plusieurs erreurs élémentaires.

- ✓ Tolérance de l'installation au sol.
- ✓ Tolérance de l'équipement de bord.
- ✓ Tolérance technique de vol, qui peut être interprétée comme représentant l'ensemble des incertitudes liées à la présentation de l'information de guidage.

Compte tenu de la largeur de l'aire au travers du moyen radioélectrique et de l'évasement, il est possible de fournir une "tolérance Pilote" (ordre de grandeur de l'écart angulaire maximum lu) garantissant un maintien de la trajectoire suivie à l'intérieur de l'aire.



Si les écarts lus à bord de l'aéronef restent inférieurs à la valeur de la tolérance pilote, on peut admettre que la trajectoire suivie est protégée.

Si les écarts lus sont supérieurs, il est impossible d'affirmer que dans tous les cas, la protection est assurée, et le pilote n'a alors aucun moyen d'évaluer le niveau de la protection.

Le respect de la tolérance pilote garantit un certain niveau de sécurité mais ne garantit pas forcément l'efficacité opérationnelle. Le pilote a donc intérêt, pour sa sécurité et la précision du vol, à rechercher des écarts lus à bord nuls.

### **II-4-3/ ERREUR DE VERTICALE D'UNE AIDE RADIO À LA NAVIGATION**

La verticale d'une aide radio à la navigation (VOR, NDB, Radiobornes VHF) ne constitue pas un point idéal. Le calcul des protections tient compte de l'ensemble des points pouvant être perçus comme "la" verticale. Ce qui a comme conséquences pratiques pour le pilote, l'incertitude de verticale est matérialisée :

- ✓ Pour un VOR : par l'effacement du signal "TO" puis apparition du signal "FROM" sur les instruments classiques.

- ✓ Pour un NDB : par le basculement de 180° de l'indication de gisement ; la verticale peut être notée précisément au passage du gisement 90° ou 270°.

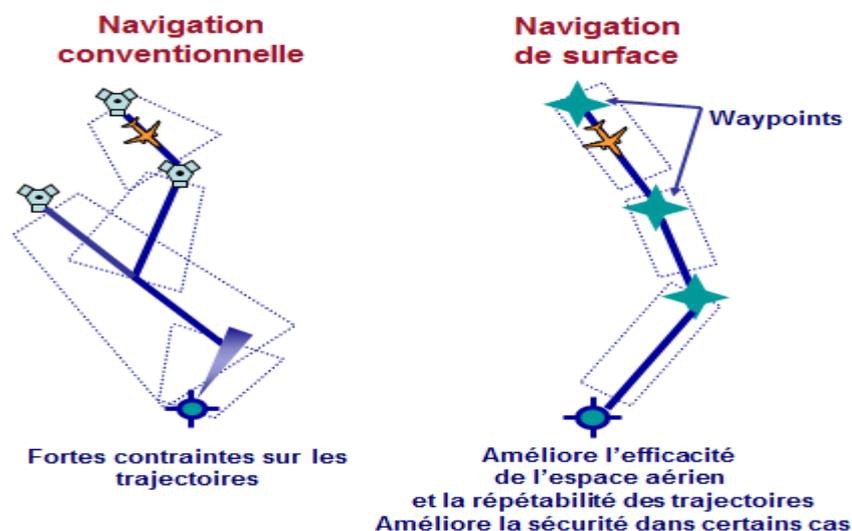
## II-5/ LA NAVIGATION DE SURFACE

La navigation de surface est une méthode de navigation utilisant une position absolue de l'aéronef indépendante de l'emplacement des infrastructures au sol.

La détermination de la position de l'aéronef se base généralement sur les moyens suivants :

1. systèmes avions autonomes (positionnement inertiel IRU ou INS) ;
2. systèmes sol (positionnement de type DME/DME ou VOR/DME) ;
3. systèmes satellitaires (positionnement GNSS). Cette navigation repose sur une base de données embarquée contenant :
  - des "waypoints" définis dans le référentiel terrestre WGS 84 (latitude et longitude) ;
  - des transitions entre ces "waypoints" ;
  - des contraintes spécifiques (altitude, vitesse).

La navigation de surface se distingue de la méthode fondée sur les systèmes sol uniquement (navigation dite "conventionnelle") et permet d'envisager des routes plus directes et plus efficaces que celles pouvant être obtenues par la navigation conventionnelle comme le démontre le schéma ci-dessous :



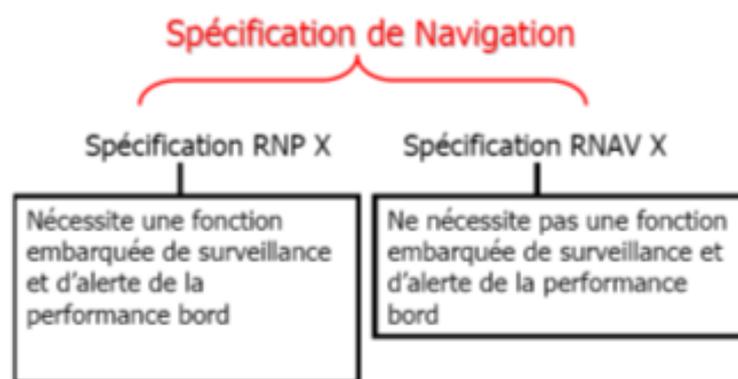
**Figure(II-3) : Types de navigation**

## II-6/ Un processus de standardisation pour la navigation de surface :

Le concept PBN, par définition, repose sur l'établissement d'un certain nombre de "spécifications de navigation" associées à chaque phase de vol et basées sur le concept de navigation de surface. Elles expriment une exigence standardisée de performances de navigation déterminées à partir des capacités des équipements de navigation embarqués et des objectifs de sécurité et d'amélioration de l'écoulement du trafic.

Le Manuel de la navigation fondée sur les performances (appelé plus communément "manuel PBN") publié en 2008 par l'OACI (Doc 9613) a ainsi défini les "spécifications de navigation" devant être utilisées au niveau mondial pour la mise en place des opérations RNAV/RNP.

Le Concept PBN distingue donc deux types de spécification de navigation:



« X » : précision latérale de navigation requise 95% du temps de vol, ou autre désignateur (ex: RNAV 5 ou RNP APCH)

## **II.7/ Spécifications de navigation :**

L'un des paramètres pris en compte pour définir la spécification de navigation est l'intégrité, notion traduisant le degré de confiance en la position calculée par les équipements de navigation embarqués.

Les systèmes qui utilisent les informations satellitaires pour calculer la position de l'aéronef sont dotés d'algorithmes qui leur permettent d'évaluer ce degré de confiance. Lorsque celui-ci est trop faible compte tenu de la phase du vol, le système alerte l'équipage dans un délai standardisé.

Les spécifications de navigation fondées sur le positionnement satellitaire sont appelées RNP. Elles se distinguent généralement les unes des autres par un chiffre (RNP "x") exprimant la précision de navigation associée exprimée en milles marins (NM).

De même qu'il gère le degré de confiance, le système de positionnement estime l'erreur maximale qu'il commet. Dès lors que cette erreur excède le seuil correspondant au chiffre associé à la RNP, l'équipage est alerté. Sauf exception, il est nécessaire de posséder un équipement de bord GNSS certifié pour pouvoir se conformer à une spécification de navigation de type RNP x.

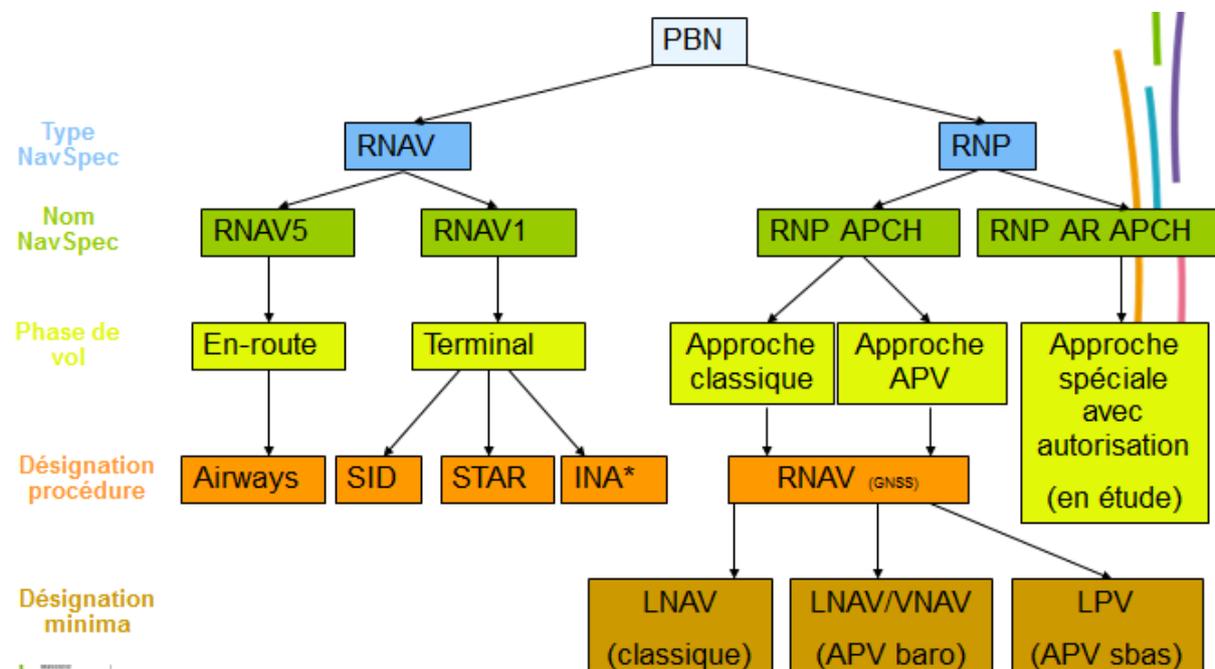
Lorsque le système qui calcule la position de l'aéronef n'est pas en mesure de déterminer l'intégrité de la position calculée, la spécification de navigation est appelée RNAV. Elle est aussi associée à une valeur chiffrée qui représente la précision sous forme d'erreur maximale estimée. C'est le cas de systèmes de navigation qui calculent la position de l'avion en utilisant uniquement des radiobalises telles que les DME ou les VOR-DME. L'équipage n'est cependant pas averti par le système de navigation lorsqu'il dévie de la trajectoire souhaitée en raison d'un calcul erroné de position<sup>7</sup> (absence de "tests de vraisemblance").

Ces spécifications de navigation (de type RNAV "x") peuvent être utilisées lorsque d'autres moyens permettent de surveiller les écarts potentiels qui ne sont pas contrôlés par le système de navigation ou l'équipage (la surveillance radar par un contrôleur par exemple).

Pour les phases correspondant aux trajectoires d'arrivée ou de départ sur un aéroport il est prévu, en fonction de la densité de trafic, de l'équipement radar, ou encore des moyens de communication, de pouvoir mettre en œuvre soit une spécification de navigation de type RNP (Basic RNP1) soit de type RNAV (RNAV1 ou RNAV2).

En revanche, pour les phases d'approche, seules des spécifications de navigation de type RNP peuvent être mises en œuvre. On les désigne par : RNP APCH et RNP AR APCH.

Le diagramme qui va suivre montre les deux types de navigation associées à la navigation basée sur les performances, avec leurs noms, les désignations des procédures correspondantes aux différentes phases de vol et leurs minimas



**Figure(II-4) :Navigation de surface**

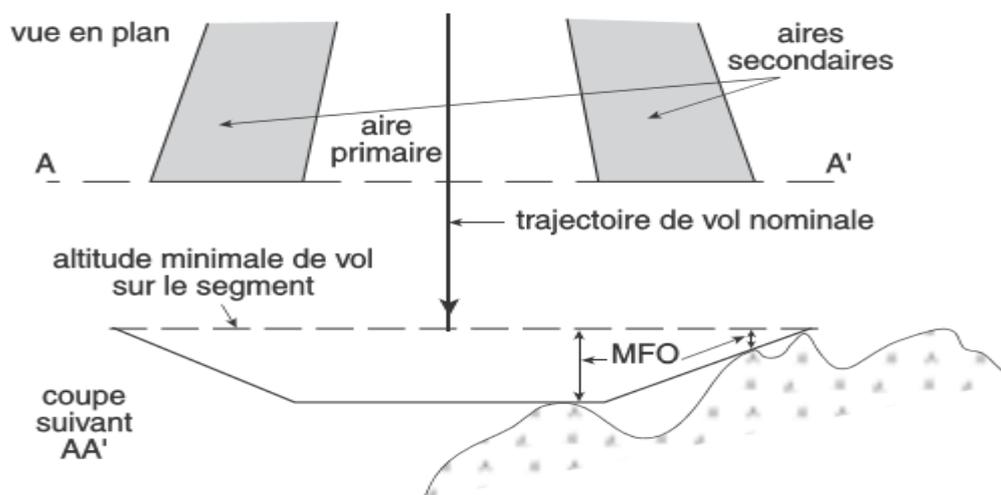
## II-8/ COMPARAISON ENTRE LES PROCÉDURES CONVENTIONNELLES ET LES PROCÉDURES LIEES A LA NAVIGATION DE SURFACE

### II-8-1/ AIRES DE PROTECTION

Nous allons comparer les aires de protection des procédures de navigation de surface à celles des procédures basées sur des moyens conventionnels. Le but est de permettre de visualiser le bénéfice de l'une et de l'autre sans préjuger du type de guidage reçu le long de la trajectoire.

#### II-8-1-1/ Principe des aires secondaires

À chaque segment correspond une aire qui lui est associée. Normalement l'aire est symétriquement répartie de part et d'autre de la trajectoire à suivre. En principe, cette aire est subdivisée en une aire primaire et des aires secondaires. Toutefois, dans certains cas, seules des aires primaires sont permises. Lorsque des aires secondaires sont permises, la moitié extérieure de chaque côté de l'aire (normalement 25 % de la largeur totale) est désignée comme aire secondaire. La marge de franchissement d'obstacle décroît linéairement de sa valeur totale au bord de l'aire primaire jusqu'à zéro aux bords extrêmes des aires secondaires.



Figure(II-5) vue en plan aires secondaires aire primaire

### II-8-1-2/ Aires de protection des procédures RNAV

Les aires de protection des procédures RNAV sont construites en considérant la valeur de la tolérance latérale du point de cheminement augmentée d'une valeur tampon. La demi-aire de protection répond à la formule  $\frac{1}{2} AW = 1,5 XTT + BV$ , où XTT représente la tolérance latérale du point de cheminement et BV la valeur tampon. Les valeurs de XTT et de BV sont définies dans les tableaux ci-dessous.

Phase de vol	Valeurs Tampon	
	CAT A-E	CAT H
SID et STAR [se terminant/débutant à une distance supérieure ou égale à 30 NM par rapport à l'ARP de l'aérodrome de départ ou de destination]	2,0 NM	1,0 NM
Terminale [STAR, approches initiale et intermédiaire débutant à moins de 30 NM de l'ARP, SID et approches interrompues à moins de 30 NM de l'ARP mais à plus de 15 NM de ce dernier]	1,0 NM	0,7 NM
Approche finale	0,5 NM	0,35 NM
Approches interrompues et SID jusqu'à 15 NM de l'ARP	0,5 NM	0,35 NM

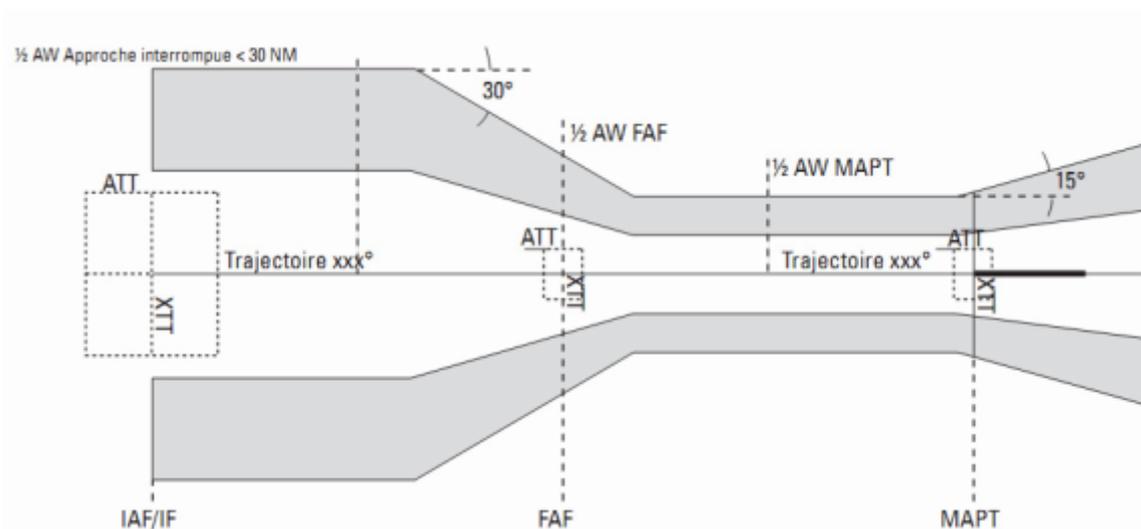


Figure (II-6) protection d'une approche RNP APCH

### II-8-1-3/ Aires de protection des procédures conventionnelles

Lorsqu'une aide de navigation est utilisée pour procurer un guidage sur trajectoire, la tolérance du repère d'intersection est basée sur des limites de confiance de 2 sigmas (95 %) alors que l'évasement des aires de protection de la procédure d'approche aux instruments ou d'approche interrompue est basé sur des limites de confiance de 3 sigmas (99,7 %).

La largeur des aires de protection est fonction de l'aide radio à la navigation servant de support à la procédure. Le tableau du schéma ci-dessous définit les valeurs pour le VOR et le NDB.

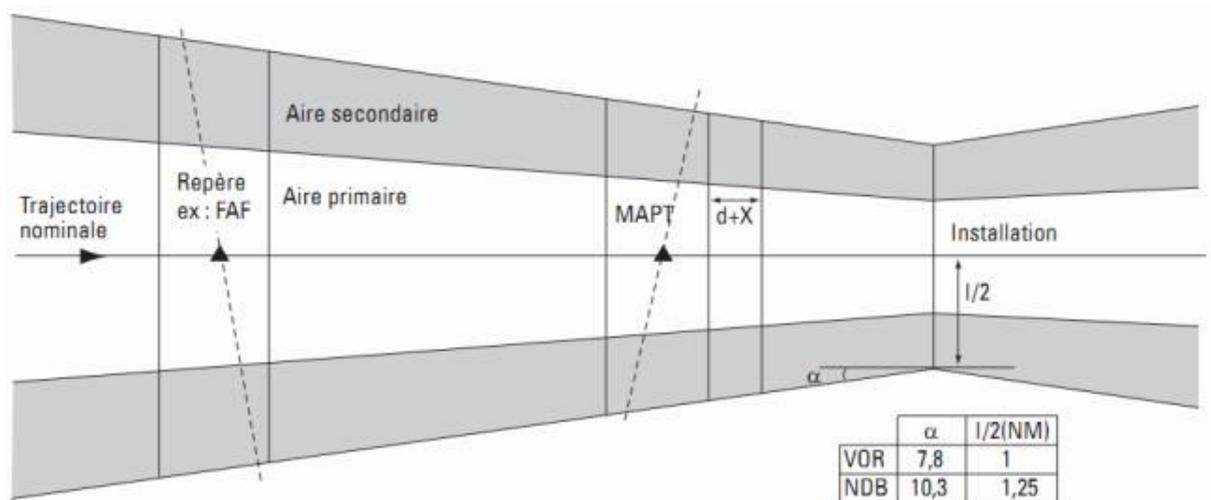


Figure (II-7) approche interrompue avec guidage en ligne droite

### II-8-1-4/ Superposition des aires RNAV / Conventionnelles

L'exemple ci-après présente la superposition des aires de protection d'une approche finale VOR en bleu et d'une approche finale RNP APCH en gris.

Outre l'alignement parfait de l'axe de la procédure avec l'axe de piste, une légère réduction de la largeur des aires de protection RNAV dans ce cas permet de réduire le nombre d'obstacles

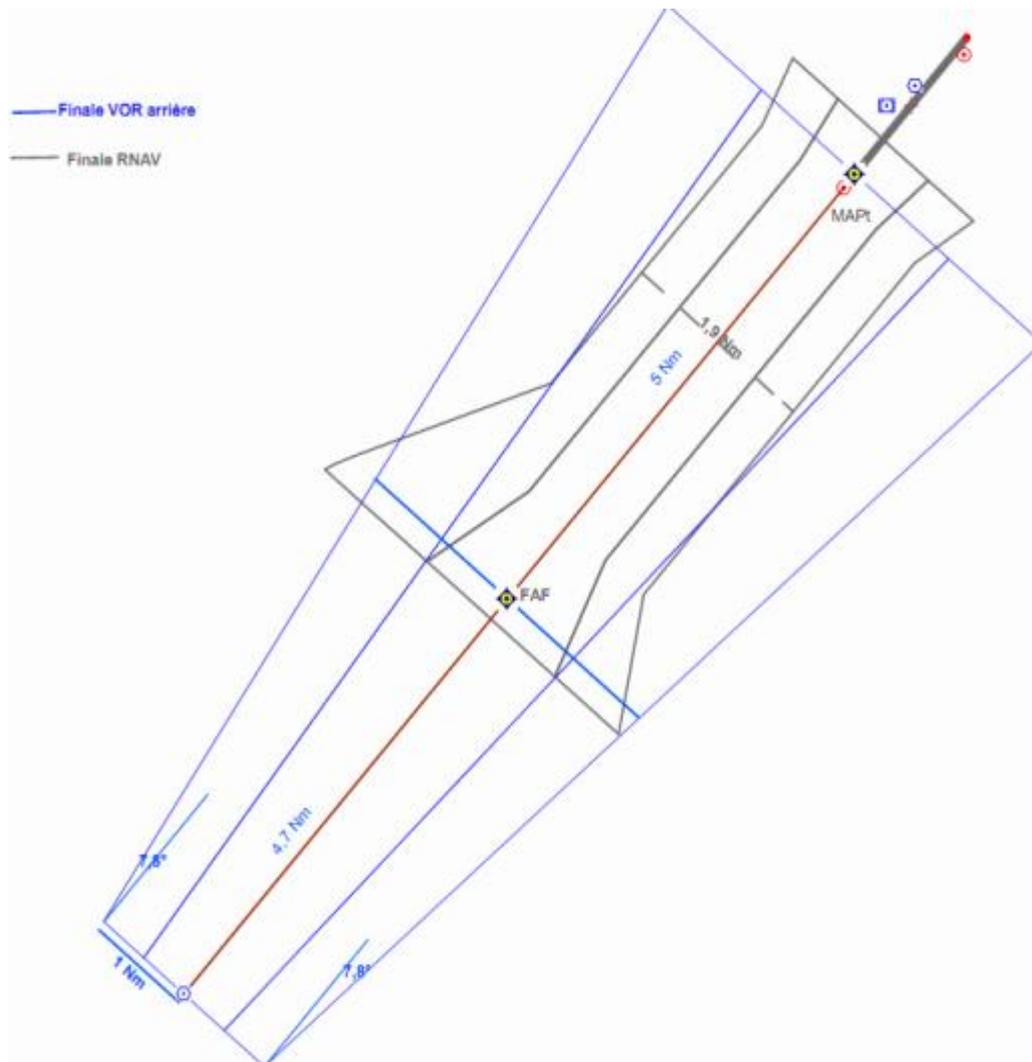


**Figure (II-8)** Superposition des aires RNAV / Conventionnelles  
(finale VOR/ finale RNAV)

Cet autre exemple permet de visualiser l'envergure des aires de protection associées à un VOR lorsque ce dernier est loin de l'aérodrome, ici à 9,7 Nm du seuil de piste.

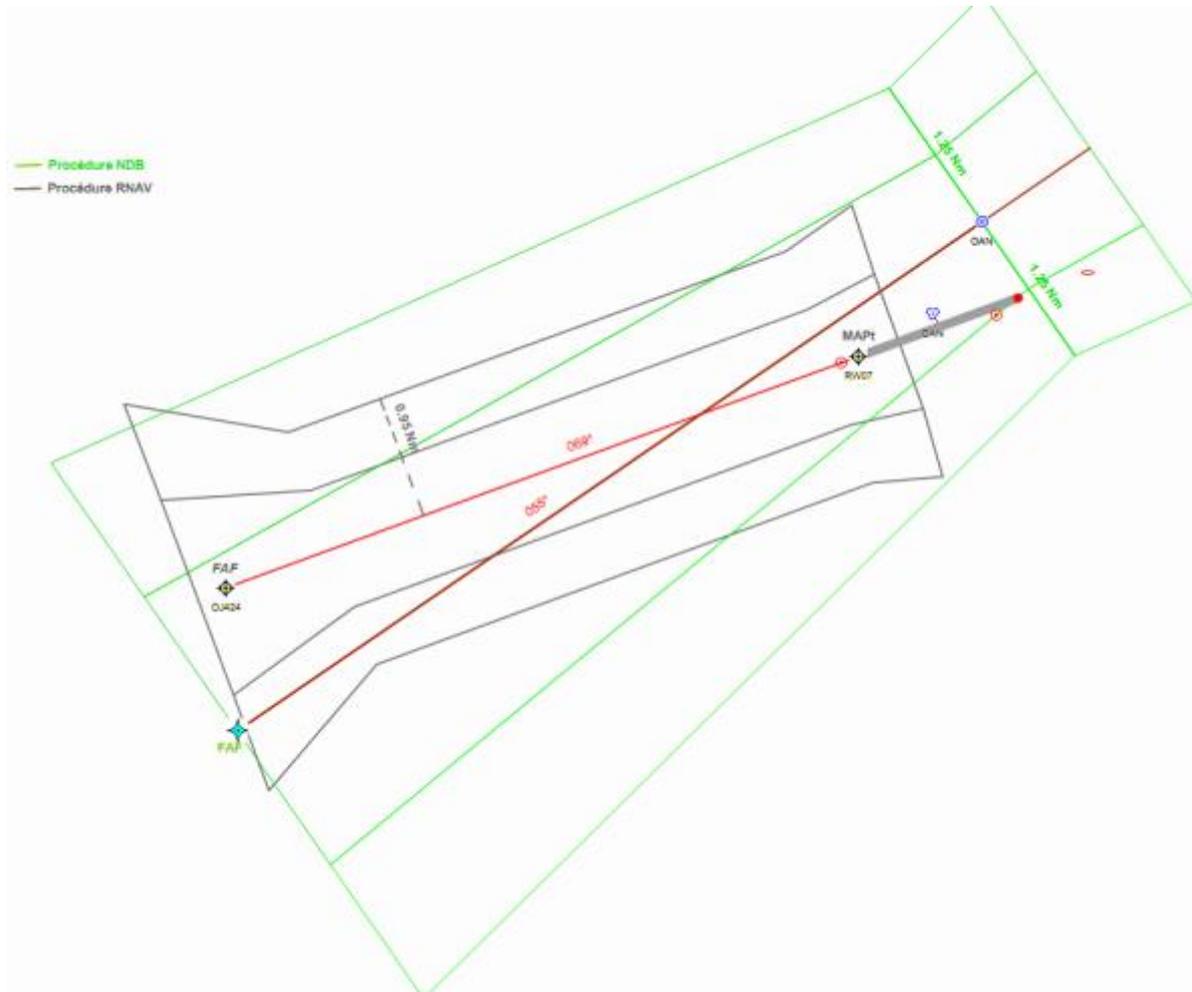
Dans ce cas, la procédure LNAV comportant une aire de protection moins large que celle générée par le VOR, permet de ne pas prendre en compte certains obstacles présents dans l'aire de protection du VOR entre le FAF et le MAPt.

Un gain potentiel sur l'OCH peut être attendu au bénéfice de la procédure LVNAV.



**Figure (II-9)** Superposition des aires RNAV / Conventionnelles  
(finale VOR arrière/ finale RNAV)

Enfin un dernier exemple pour comparer une aire de protection d'une procédure NDB décalée (en vert) et la possibilité offerte par la procédure RNAV (dans l'axe de piste) dont les aires de protection s'inscrivent à l'intérieur de celles du NDB.



**Figure (II-10)** Superposition des aires RNAV / Conventionnelles (procédure NDB/ procédure RNAV)

## II-9/ ENJEUX DE PERFORMANCES

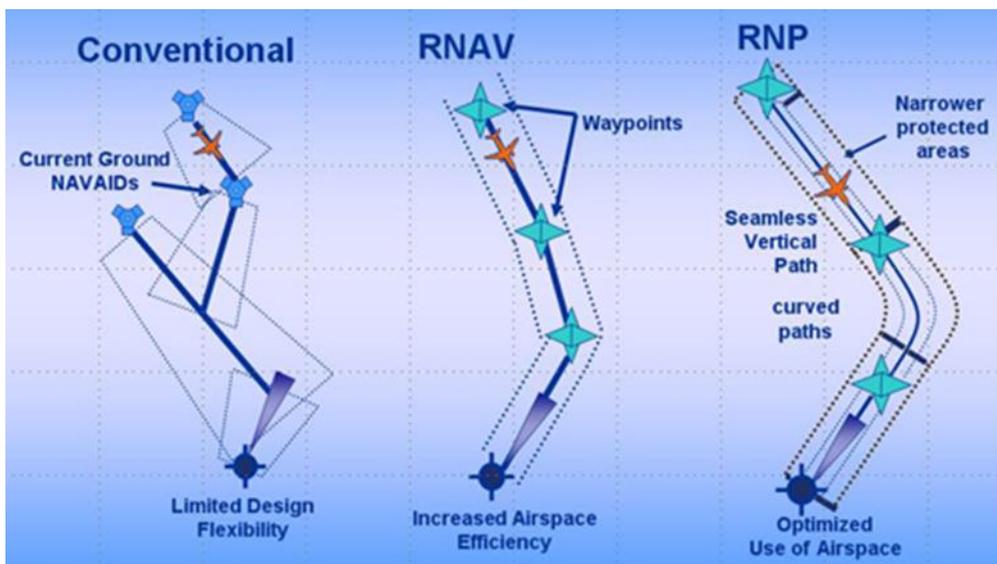
Il est évident que la performance de la gestion du trafic aérien demande des améliorations de performance en termes de :

- Augmentation de la capacité, pour réduire les retards imposés aux transporteurs aériens sous forme de régulation de trafic ;
- efficacité environnementale, par la réduction des distances parcourues ;
- efficacité économique, tout en garantissant un niveau élevé de sécurité.

### II-9-1/ L'augmentation de la capacité de l'espace aérien

Elle est rendue possible par la réduction des espacements entre les routes aériennes chose qui devient possible grâce aux réductions des aires de protection des route comme décrit au préalable et à la précision des moyen de navigation.

Aussi il devient possible de concevoir des procédures dans des plateformes ne disposant pas de moyens de radionavigation, par l'usage du GNSS.



**Figure(II-11)** :Aires de protection des types de navigation

### II-9-2/ L'efficacité environnementale

Il s'agit de diminuer l'impact de l'aviation civile en termes d'émission de CO2 et d'autres gaz à effet de serre, par la réduction de la consommation de carburant nécessaire par aéronef.

À cet effet, les trajectoires doivent être optimisées en termes de consommation de carburant pour contribuer à la diminution des coûts d'exploitation des exploitants aériens.

Les procédures conventionnelles d'approche ainsi que les aides de navigation conventionnelles seront maintenues pour appuyer les aéronefs qui ne sont pas équipés pour ce genre de procédures.

## **II-10/ Les apports du concept PBN à l'amélioration de la performance**

Afin d'atteindre les objectifs mondiaux pour la navigation fondée sur les performances, il est primordiale d'utiliser une politique permettant la gestion des capacités de navigation déjà disponibles au niveau des différents équipements embarqués, en évitant des modifications coûteuses des aéronefs.

Les solutions de navigation doivent être adaptées aux différentes catégories d'utilisateurs de l'espace (compagnies aériennes, aviation d'affaire, travail aérien, aviation légère...), aux infrastructures desservies, à la densité du trafic, aux conditions environnementales, etc.

Le concept PBN permet à cet égard d'offrir la souplesse et le niveau d'exigence nécessaire à cette politique ambitieuse. Parmi les bénéfices immédiats attendus, on peut mentionner :

- ❖ L'augmentation du nombre de routes permettant d'optimiser l'altitude de vol et les profils ;
- ❖ La réduction de la longueur des trajectoires à basse altitude ;
- ❖ Le guidage vertical généralisé en approche finale ;
- ❖ Des profils de montée et de descente continue ;
- ❖ Une diminution des minimums opérationnels.

# CHAPITRE III

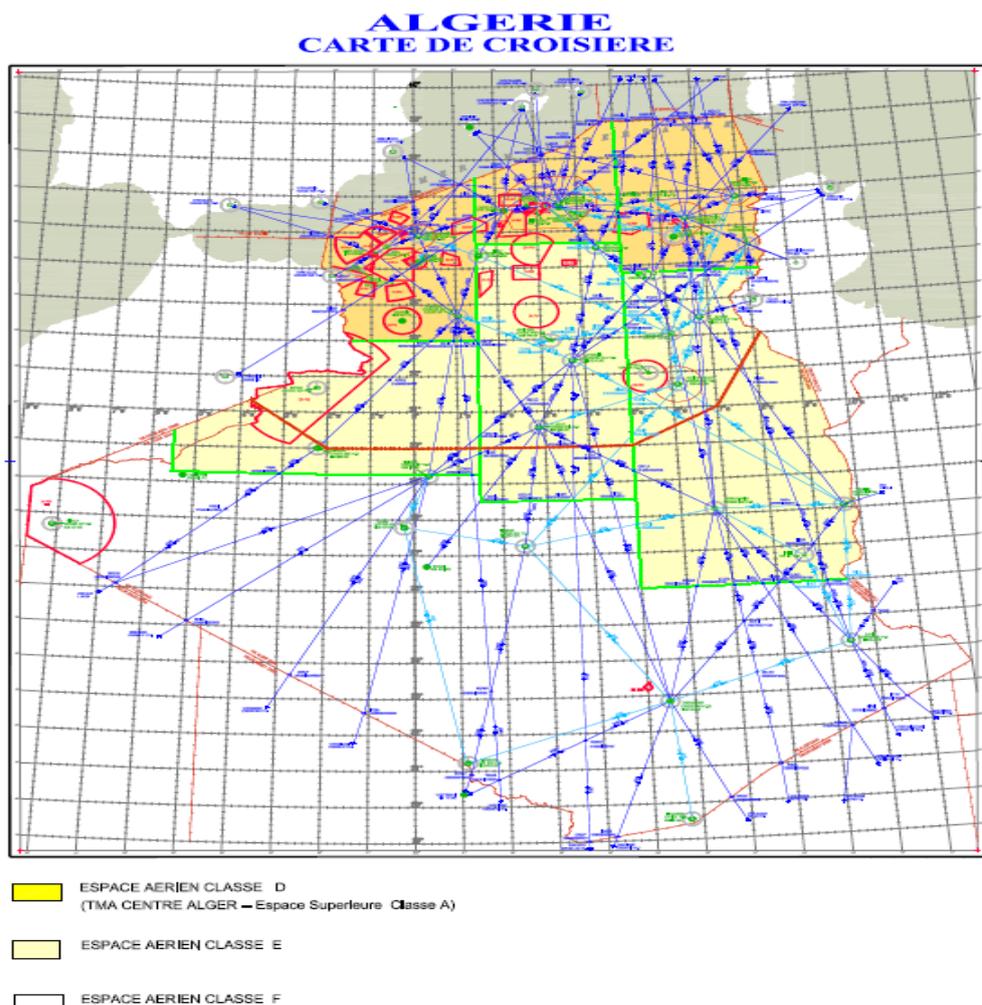
### III-1/ Introduction

L'ENNA ; Etablissement National de la Navigation Aérienne qui est chargé de la gestion de l'exploitation de la navigation aérienne en Algérie et pour faite cet établissement gère trente-six aéroports ouverts à la circulation aérienne publique (voir annexe 1) :

- Seize aéroports internationaux.
- Vingt aéroports nationaux.

Tous ces aéroports sont dotés de procédures de vol et un réseau de routes aériennes leurs permettant des dessertes aériennes régulières entre les grandes villes Algériennes et internationales.

La carte qui va suivre représente la carte de croisière de la FIR ALGER avec sa sectorisation, les aéroports ouverts à la circulation aérienne générale, le réseau de route et aussi les aides à la radionavigation.



**Figure (III-1)** carte de croisière

Aujourd'hui le réseau de routes aériennes de la FIR ALGER compte dix-sept (17) routes RNAV (voir AIP ENR3-3).

### **III-2 / Infrastructures de radionavigation**

La navigation en route en Algérie s'appuie sur des stations radioélectriques standard telles que les **VOR/DME** ou **NDB**.

La plupart de ces stations sont installées dans les aéroports à l'exception de quelques-unes qui sont implantées dans des sites éloignés et dont les services technique de la **DTNA** assure gestion et servitude.

Les chiffres qui vont suivrent illustrent clairement l'importance de ces aides à la navigation :

- VOR : 40
- DME : 40
- NDB : 33
- ILS : 25
- LOCATOR : 5

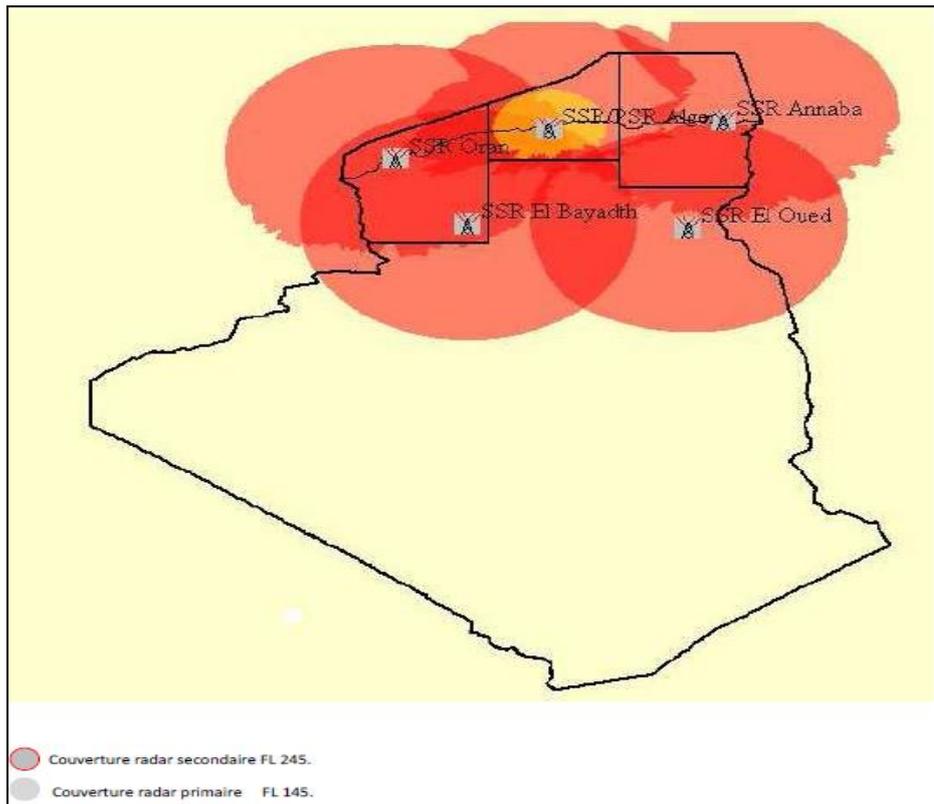
Les tableaux regroupant tous ces aides de radionavigation sont mis en annexe (voir annexe 2).

### **III-3 / Infrastructures de surveillance**

L'entreprise de la navigation aérienne a adopté la surveillance radar pour améliorer ces services de contrôles et garantir une meilleur gestion du trafic avec une sécurité optimale.

En effet un ensemble de système radar primaire et secondaire à été implanté dans les régions du pays pour maintenir une couverture radar continue.

La carte ci-dessous montre la réparation des dispositifs sur le territoire algérien.



**FigureIII-1** couverture radar sur le territoire

On distingue donc :

- Un radar primaire (PSR) au niveau d'Alger.
- Cinq radars secondaires (SSR) au niveau de Alger, Annaba, Oran, El-Bayadh et El-oued
- ADS/C sur l'ensemble de la FIR Alger.

Type	Station Radar	Site	Date d'installation
PSR/SSR	Oued Smar	Alger	Février 2001
SSR	Seraïdi	Annaba	Décembre 2001
SSR	Murdiadjo	Oran	Janvier 2001
SSR	Guemmar	El Oued	Avril 2002
SSR	Bouderga	El Bayadh	Mai 2003

**FigureIII-3** : stations radar et leur date d'installation

### **III-4/ Infrastructures de communication**

Les moyens de communication utilisés actuellement sont les suivants :

- ➔ 23 Stations radio VHF (dont 20 antennes avancées).
- ➔ 05 stations HF .
- ➔ 21 stations VHF sur les aérodromes.
- ➔ Des liaisons RSFTA
- ➔ Liaisons spécialisées téléphoniques et télégraphiques.
- ➔ Communications par CPDLC (air -sol).
- ➔ Communication OLDI FIR Aix en Provence (sol- sol).

Le support de télécommunications utilisé est celui d'Algérie télécom et le réseau VSAT bande KU ENNA. Un listing de tous ces infrastructures de communication est annoncé en annexe (voir annexe 3).

La mise en œuvre du concept PBN, principalement basée sur des moyens de radionavigation par satellites, doit permettre de redéfinir progressivement avec l'ensemble des acteurs concernés une infrastructure en adéquation avec leurs besoins futurs et l'exigence de maîtrise des coûts.

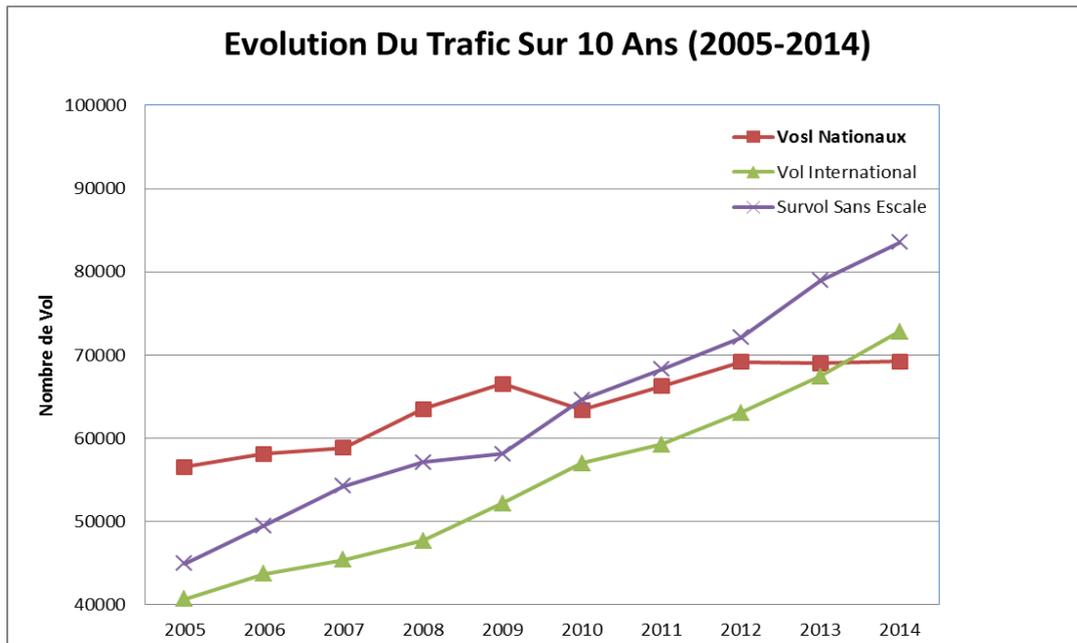
### **III-5/ Infrastructures adaptés pour les compagnies aériennes nationales**

Lors de l'élaboration du plan de mise en œuvre de la navigation basée sur les performances, il est essentiel que les usagers de l'espace aérien en question rendent compte à la direction de l'aviation civile et ça en mettant à sa disposition tous ce qui concerne les performances de leurs aéronefs. C'est pour cela que vous trouverez en annexe les listes des équipements embarqués des avions d'Air Algerie et aussi de Tassili .

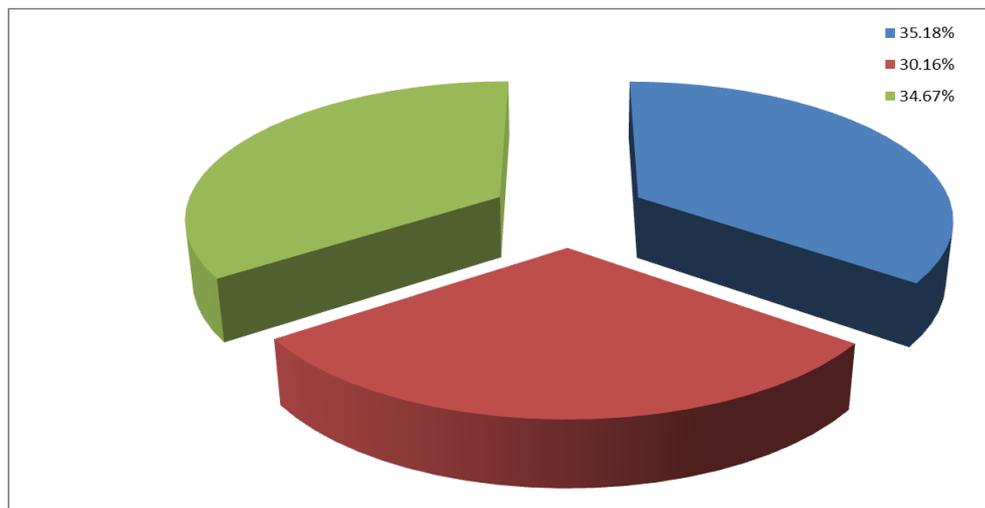
### III-6/ PLAN DE DEVELOPPEMENT DE LA GESTION DE L'ESPACE AERIEN

#### III-6-1 / Le volume du trafic aérien en Algérie

Le trafic aérien en Algérie est en constante évolution, les graphes ci-après montre nettement cette évolution



Ces graphes montrent clairement que le trafic est en constante augmentation ce pendant ce sont les survols sans escales qui vient en tête de cette augmentation suivi des vols internationaux et les vols domestiques en derniers, le schéma qui va suivre illustre le taux d'évolution de chaque type de vol.



Pour suivre la constante évolution du trafic aérien en Algérie et pour répondre à l'instruction de l'OACI qui prie chaque états contractant d'élaborer le plan PBN, l'Etablissement National de la Navigation Aérienne a mis en œuvre un plan de développement de la gestion de l'espace aérien qui prévoit :

- ➔ L'élargissement de la couverture «radar» et de communications aériennes.
- ➔ L'introduction de l'ADS (la surveillance automatique dépendante) .
- ➔ Doter les cinq aérodromes d'Alger, Oran, Constantine, Tamanrasset et Ghardaïa de tours de contrôle et de blocs techniques.

Ce vaste programme complète le projet d'automatisation des fonctions du contrôle aérien (TRAFCA), en renforçant les capacités actuelles de l'ENNA, et en se dotant du même système mis en place dans le sud du pays avec la réalisation du centre de Tamanrasset et le lancement de nouveaux radars sur cette partie du territoire national.

Il compte également acquérir des équipements pour la création de 29 systèmes d'atterrissage aux instruments de navigation.

Le TRAFCA lancé en 1994 a autorisé à l'ENNA l'acquisition d'un système de surveillance composé de cinq radars, un système de traitement automatique des fonctions de contrôle aérien, ainsi qu'un système de gestion de communications vocales (VCCS).

### **III-6-2 / Les objectifs :**

- ➔ Mise à jour de l'actuel système de traitement automatique des fonctions de la circulation aérienne (TRAFCA) pour la partie Nord de l'espace aérien National.
- ➔ Création d'un deuxième Centre de Contrôle Régional au sud de l'Algérie :

Le futur CCR sera équipé en systèmes et équipements de dernière technologie en matière de surveillance «radar», de traitement des fonctions de contrôle aérien et de gestion de communications vocales relatives à la navigation aérienne, afin d'alléger les opérations de contrôle actuellement prises en charge par l'unique centre d'Alger pour une plus grande sécurisation de la navigation aérienne avec des moyens similaires à ceux du nord (avec l'introduction de l'ADS-B et de radar mode S).

Des infrastructures CNS (RADAR mode S, VHF, ADS/B) déjà défini dans ce plan vont être implémentées lors du déploiement de ce projet qui s'inscrit dans les projets de l'ENNA à court terme.

**Tableau III-1 Station Radar**

Sites	Coordinations GPS	Altitudes
Oran MURDJADJO	N 35° 41' 47'' W 000° 46' 18''	540m
El Bayadh DJEBEL BOUDERGA	N 33° 37' 37,53 '' E 001° 03' 49 ,78''	1874m
Alger OUED SMAR	N 36° 40' 37'' E 003° 10' 50''	25m
Annaba SERAIDI	N 36° 54'44 '' E 007° 41' 07''	850m
El Oued Aéroport GUEMMAR	N 33° 31' 4,44 '' E 006° 45' 52,3''	58m

**Tableau III-2 Station HF**

Sites	Fréquences d'exploitation
ALGER CCR (03 Stations)	8894 Mhz 5652 Mhz 13273 Mhz 17925Mhz
TAMANRASSET (02 Stations)	8894 Mhz 5652 Mhz 13273 Mhz 17925Mhz

**Tableau III-3** Stations VHF déportées

Sites	Fréquences d'exploitation
ADRAR	128.1 Mhz
CHENACHEN	128.1 Mhz
TMA ALGER (CCR)	127.3 Mhz 124.9 Mhz 132.45 Mhz
ANNABA / SERAIDI	125.4 Mhz
BECHAR	128.1 Mhz
BORDJ BADJI MOKHTAR	123.8 Mhz
BISKRA	124.6 Mhz
CONSTANTINE / KAF LEKEHAL (TDA)	125.4 Mhz
DIJANET	123.8 Mhz
EL GOLEA	131.3 Mhz
EL BAYADH	125.7 Mhz
GHARDAIA	131.3 Mhz
HASSI MESSAOUD	124.1 Mhz
IN AMENAS	124.1 Mhz
ILLIZI	124.1 Mhz
IN GUEZZAM	123.8 Mhz
IN SALAH	123.8 Mhz
ORAN / BEL HORIZON	125.7 Mhz
TAMANRASSET	123.8 Mhz
TINDOUF	128.1 Mhz
MASCARA	125.7 Mhz

**III-6-3L'Echéancier**

- Partie réalisation génie civile :
  - Réalisation d'un complexe de la navigation aérienne à Tamanrasset.
  - Délais de réalisation : 20 mois.
  - Début de réalisation : Septembre 2015.
  
- équipements : (voir tableau ci-après)
  - Fourniture, installation et mise en service d'équipements pour la navigation aérienne.
  - Délai de réalisation : 24 mois.
  - Début de réalisation : 3ème trimestre 2016.

**Tableau III-4** Moyens techniques à mettre en œuvre pour la FIR nord

	PSR	SSR-S	ADS-B	VHF		VSAT	FH
				Normale	Supplétive		
<b>Oran</b>	1	1*	1	1		1	1
Oran APP				1**	1**		
Mascara				1			1
El Bayadh		1*	1	1		1	1
<b>Alger</b>	1*	1*	1	1**	1**	1 Hub	1
Alger APP				1**	1**		
Akfadou		1		1	1	1	
Tiaret		1		1	1	1	1
<b>Constantine</b>	1	1		1	1	1	1
Constantine APP				1**	1**		
Annaba		1*	1	1	1	1	1
Annaba APP				1**	1**		
Biskra				1	1	1	1
<b>Bechar</b>				1		1	1
Timimoune				1		1	1
<b>Ghardaïa</b>		1		1		1	1
Boussaâda				1		1	1
El Goléa				1		1	1
<b>Hassi Messaoud</b>	1	1		1	1	1	1
Hassi Messaoud APP				1**	1**		
Touggourt				1	1		1
El-Oued		1*	1			1	1
Tin Fouyé Tabenkourt		1		1	1	1	
Bordj Omar Driss				1	1		
<b>Total</b>	<b>03 + 01*</b>	<b>06 + 05*</b>	<b>05</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>15 + 01 Hub</b>	<b>17</b>

\*Existant.

\*\* VHF Locale

**Tableau III-5** Moyens techniques à mettre en œuvre pour la FIR sud

	PSR	SSR-S	ADS-B	VHF		VSAT	FH
				Normale	Supplétive		
<b>Adrar</b>		1		1		1	1
Chenachene			1	1	1	1	
Tindouf			1	1		1	1
Hassi Khebbi			1			1	
Reggan			1			1	
<b>Tamanrasset</b>		1		1**		1 Hub + 1 AFISNET	1
In Salah		1		1		1	1
Bordj Badji Mokhtar			1	1	1	1	1
In Guezzam				1	1	1	
<b>Djanet</b>		1		1	1	1	1
Illizi			1	1	1	1	1
<b>Total</b>	<b>00</b>	<b>04</b>	<b>06</b>	<b>09</b>	<b>05</b>	<b>10 + 01 Hub + 01 AFISNET</b>	<b>07</b>

\*Existant.

\*\* VHF Locale

Le tableau qui va suivre récapitule tous ce qui va etre forni en matière de moyen technique pour ce projet

**Tableau III-6** Moyens techniques à mettre en œuvre pour le projet

	PSR	SSR-S	ADS-B	VHF		VSAT	FH
				Normale	Supplétive		
<b>FIR Nord</b>	<b>03 + 01*</b>	<b>06+ 05*</b>	<b>05</b>	<b>23</b>	<b>15</b>	<b>15 + 01 Hub</b>	<b>17</b>
<b>FIR Sud</b>	<b>00</b>	<b>04</b>	<b>06</b>	<b>09</b>	<b>05</b>	<b>10 + 01 Hub + 01 AFISNET</b>	<b>07</b>
<b>Total</b>	<b>03 + 01*</b>	<b>10 + 05*</b>	<b>11</b>	<b>32</b>	<b>20</b>	<b>25 + 02 Hub + 01 AFISNET</b>	<b>24</b>

\*Existant.

### **III-7 COORDINATION DES ACTIVITES**

L'Algérie par son emplacement Géographique dans le continent africain se trouve au carrefour du trafic aérien EST/OUEST et NORD/SUD. Cet emplacement stratégique lui permet d'occuper la place d'un partenaire incontournable dans les grandes rencontres qu'organise l'OACI (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) et dont elle est membre depuis 1963.

La coordination des opérations PBN en FIR Alger sera étroitement liée aux différentes évolutions au niveau régional et aux décisions qui pourront y être prises.

Au travers les différentes coopérations, l'Algérie participe à des actions concernant la mise en œuvre de la PBN. Ces actions sous forme de formation, de tutorat ou d'expertise permettront de développer les compétences dans ce domaine.

# CHAPITRE IV

## IV-1/ PLAN DE MISE EN OEUVRE

Le plan suivant est proposé pour la mise en œuvre des opérations PBN en FIR Alger. Il est établi sur trois périodes :

- ➔ Court terme (2015/2019).
- ➔ Moyen terme (2020/2024).
- ➔ Long terme (2025 et après).

Les objectifs et les moyens envisagés pour les atteindre sont précisés pour les différentes phases de vol.

### IV-2/ Court terme (2015/2019)

Cette première phase constitue une transition partant de l'existant en termes de moyens terrestre et de moyens à bords. Ses objectifs sont:

- ➔ Mettre en place les instances de travail définies pour valider avec l'ensemble des acteurs les hypothèses de travail.
- ➔ Poursuivre le déploiement déjà amorcé de certaines opérations PBN dans les différents types d'espaces aériens en FIR Alger, en fonction des priorités identifiées.

Les différentes spécifications de navigation retenues pour accompagner cette transition sont, par domaine :

- ✓ En route: RNAV-5 .
- ✓ Espace terminal : RNAV-1 .
- ✓ Approche : RNP APCH.

**En- Route :**

Le réseau fondé sur la spécification de navigation RNAV-5 sera déployé durant ce terme (court terme) en FIR Alger.

**Espace terminal :**

Actuellement toutes les routes RNAV implémentées en espace terminal en FIR Alger sont de type conventionnel.

Le réseau fondé sur la spécification de navigation RNAV-1 ou RNP-1 de base sera déployé durant ce terme (court terme).

L'Algérie s'engage dans la mise en œuvre progressive des trajectoires RNAV-1 dans les régions de contrôle terminales avec surveillance radar.

La mise en œuvre de trajectoires RNAV-1 doit s'étendre progressivement à tous les espaces terminaux pour accroître les bénéfices opérationnels des usagers ayant la capacité RNAV-1. Durant cette phase un retrait progressif de certains moyens de radionavigation en remplaçant certaines trajectoires conventionnelles par les nouvelles trajectoires RNAV1 ou RNP 1.

Toutefois, ce processus de rationalisation doit être pondéré et l'étude sera menée en coordination avec les opérateurs aériens concernés.

La robustesse du système de remplacement déterminera également le calendrier d'allègement du réseau de moyens de radionavigation, autour d'un réseau minimal à définir et à faire évoluer en fonction des nouveaux moyens satellitaires de navigation disponibles et des procédures publiées.

**Approche :**

Les objectifs visés sont la publication, d'ici fin 2019 (GNSS est obligatoire) d'approches RNAV(GNSS) sur l'ensemble des extrémités de pistes des aéroports IFR

contrôlés dotés de services d'approche (DAAG, DAOO, DABB, DABC et DAUH) dont un certain nombre avec guidage vertical (APV Baro-VNAV).

Les éléments suivants seront pris en compte pour établir le plan de publication au cours des années à venir :

- Besoin d'amélioration de la sécurité (publication d'une APV sur des aérodromes où aucune Procédure avec guidage vertical n'est disponible).
- Possibilité de retrait d'aides à la navigation aérienne.
- Données disponibles (par exemple relevés d'obstacles récents).
- Niveau d'approbation et d'équipement de la piste.

Durant cette phase des études peuvent être initiées également pour la mise en œuvre de procédures RNP-AR APCH sur les aérodromes dont l'environnement opérationnel est complexe.

Déployées sur les pistes disposant déjà d'un ILS, ces approches s'avèreront utiles en secours lors des périodes de panne ou de maintenance programmée des ILS. En l'absence d'ILS, elles permettront d'accroître la sécurité lors des phases d'approche finale.

De même certaines procédures ILS Cat I pourraient être remplacées par une procédure APV.

Ces analyses seront menées au cas par cas. Les éléments suivants devront être pris en compte:

- Environnement (obstacles).
- Equipement des usagers fréquentant l'aérodrome .
- Rentabilité économique (trafic justifiant le maintien de l'installation).

### IV-3/ Moyen terme (2020/2024)

Cette seconde phase doit consolider les choix et hypothèses de la phase initiale « le court terme ».

L'objectif principal est de renforcer les changements induits par cette première phase et d'améliorer les bénéfices dus aux trajectoires PBN par la mise en œuvre de spécifications de navigation plus précises.

Les différentes spécifications de navigation retenues pour accompagner cette phase sont :

- En route : RNAV-5 (réflexions lancées sur l'application de l'Advanced RNP).
- Espace terminal : RNAV-1 (réflexions lancées sur l'application de l'Advanced RNP).
- Approche : RNP APCH et RNP AR APCH.

#### **En- Route :**

L'utilisation des spécifications en espace supérieur continuera à être étudiée pour application au cas par cas en fonction des besoins.

Des premières réflexions seront menées à cette fin, pour analyser les bénéfices et l'opportunité d'utiliser de nouvelles spécifications de navigation pour le réseau En- route, telles que la future "Advanced RNP", de manière à réduire l'espacement entre les routes et à améliorer l'écoulement du trafic.

#### **Espace terminal :**

Afin d'accroître l'écoulement du trafic grâce à un plus grand nombre de trajectoires indépendantes, le déploiement de la RNAV1/ RNP1 sera généralisé au niveau des espaces terminaux.

Ce déploiement sera également accompagné d'un déploiement accru d'opérations en descente ou en montée continue.

Enfin, comme pour l'en-route, les premières réflexions seront menées pour analyser les bénéfices et l'opportunité d'utiliser de nouvelles spécifications de navigation pour les zones terminales, comme la future "Advanced RNP".

L'utilisation de meilleurs niveaux de précision mais également de fonctionnalités avancées (virage à rayon constant RF) pourrait en effet permettre d'offrir de nouvelles solutions de conception dans des TMA aux environnements opérationnels complexes.

Les trajectoires d'arrivée et de départ RNAV1 seront conçues pour réduire la distance parcourue et permettre des profils de vol optimisés au décollage et à l'atterrissage. Ces trajectoires RNAV1 ou RNP 1 vont améliorer l'efficacité de la conduite des opérations de descente et de montée continue qui permettent de conduire le vol à l'arrivée ou au départ d'un aéroport en évitant les paliers et en réduisant la sollicitation des moteurs.

Ces restructurations de l'espace aérien permettront d'évaluer l'opportunité du maintien de certains moyens de navigation de type NDB ou VOR utilisés uniquement pour les opérations en-route ou en zones terminales.

Toutefois, ce processus de rationalisation doit être pondéré et l'étude sera menée en coordination avec les opérateurs aériens.

### **Approche :**

Cette phase devrait conclure la mise en œuvre de procédures RNAV(GNSS) (GNSS est obligatoire) sur l'ensemble des extrémités de piste des aéroports internationaux, avec un nombre croissant de procédures de type APV qui pourront être utilisées par une communauté croissante d'opérateurs aériens ayant acquis une capacité SBAS ou Baro-VNAV

De nouvelles procédures RNP AR APCH pourront potentiellement être publiées sur les aérodromes ayant des environnements opérationnels complexes. Comme pour le cas des moyens utilisés pour les opérations “en-route” ou en “zones terminales”, cette phase devrait permettre d’aboutir à la mise en place d’un premier réseau réduit de moyens de radionavigation utilisés pour l’approche (ILS Cat 1, VOR et NDB), au moins en ce qui concerne les aérodromes internationaux.

Toutefois, ce processus de rationalisation doit être pondéré et l’étude sera menée en coordination avec les opérateurs aériens.

#### **IV-4 : Long terme (2025 et après)**

Cette troisième phase se caractérisera par la mise en œuvre du règlement dénommé “IR PBN” et en particulier par la mise en vigueur de l’obligation d’emport qui sera définie par ce règlement.

Cette phase devrait donc permettre une nouvelle étape de rationalisation du réseau d’installations sol défini jusqu’alors (ILS, VOR et DME).

#### **IV-5 / Plan d’action ENNA pour la mise en œuvre PBN à court terme**

##### **IV-5-1 / PLANIFICATION :**

###### **a/Approbation des exigences opérationnelles :**

L’approbation des exigences opérationnelles se résume en :

- ➔ Route déjà défini dans le plan national Algérie PBN (RNAV5).
- ➔ Espace terminal (SID/STAR) déjà défini dans le plan national Algérie PBN (RNAV1).
- ➔ Approche déjà défini dans le plan national Algérie PBN (RNP APCH).

Durée : 0 jours acteur : DACM

**b/Création et identification du groupe de travail PBN :**

Un premier groupe de travail a été créé par la décision N°1016 SG/DACM/15 du 07 avril 2015 chargé d'élaborer le plan national PBN Algérie, et pour entrer dans la phase de l'action PBN , une proposition de créer un autre groupe de travail pluridisciplinaire chargé d'exécuter le dit plan et de désigner un point focale PBN qui sera l'interlocuteur avec l'OACI est faite.

Le groupe de travail doit être composée de :

- ➔ Concepteurs expérimentés de l'espace aérien (procédures de vol aux instruments).
- ➔ Contrôleurs expérimentés .
- ➔ Pilotes expérimentés.
- ➔ Expert SGS.
- ➔ Autorité chargée de l'aviation civile.
- ➔ Compagnies Aériennes.
- ➔ Experts CNS/ATM.

Durée : 30 jours

Acteur : DACM

**c/Transition de la conception des procédures**

La transition de la conception des procédures de vol aux instruments conventionnelles vers les procédures de vols aux instruments RNAV/PBN nécessite l'automatisation de la conception de l'espace aérien pour assurer les aspects suivants :

- ➔ Précision.
- ➔ Intégrité des données (entrées/sorties).
- ➔ Temps d'exécutions

Durée : 12 mois [01 Avril 2016/ 31 Mars 2017]

Acteur : ENNA

**d/Formation continue**

Une formation continue et un rafraichissement du personnel concepteur des procédures de vols aux instruments ainsi que le personnel qui valide les procédures PBN.

Durée : 2ans [2016/2017]

Acteur : ENNA/DACM

**IV-5-2 / SCENARIOS****a/ Analyse des scenarios de référence**

En tenant compte de la faisabilité des contraintes CNS/ATM ; l'équipe de travail doit analyser toutes les possibilités des schémas de circulation aérienne /SID et STAR / procédure RNP APCH pour les cinq (05) services d'approches (par QFU, piste) .

Durés : 05 mois [01 Avril 2016/31 Septembre 2016].

Acteurs : équipe de travail PBN

**b/ Bases de données obstacles numériques :**

ETOD / MNT, obstacles artificiels

Durée : 15 mois (3 mois pour chaque aéroport) [02 Mai 2016 / 31 Aout 2017]

Acteur : ENNA /fournisseurs de base de données obstacles numériques

**c/ Espace aérien et confirmation des spécifications de navigation recommandées par l'OACI.**

- ➔ Changement de spécification des routes RNAV (RNAV10 en RNAV5).
- ➔ Conception SID et STARS RNAV pour les cinq (05) services d'approches.
- ➔ Conception des attentes et les procédures RNP APCH (une procédure BAROVNAV pour chaque QFU pour les 5 services d'approches).

Durée : 24 mois [03 Avril 2017 – 01 Avril 2019]

Acteurs : ENNA

**d/ Critères de sécurité**

Etudes de sécurité et politique de sécurité : l'étude de sécurité sera entamée après la finalisation de première procédure.

Durée : 24 mois [01 Septembre 2017/ 31 Aout 2019]

Acteurs : gestionnaire de sécurité (SGS)

**IV-5-3 / VALIDATION****a/ Pré-validation des procédures conçues**

Durés : 24 mois [01 Octobre 2017/ 01 Octobre 2019]

Acteurs : équipe de travail PBN

**b/ Validation des procédures conçues :**

La validation des procédures doit se faire en deux étapes ;

- ➔ Validation au sol (simulation sur simulateur de vol, contrôleurs et exploitants de l'espace aérien)

Durés : 24 mois [01 Novembre 2017/ 01 Novembre 2019]

Acteurs : équipe de travail PBN

- ➔ Validation en vol (check des procédures par l'avion laboratoire en coordination avec les contrôleurs et les concepteurs)

Durés : 24mois [01 Janvier 2018/ 01 Janvier 2020]

Acteurs : équipe de travail PBN

**d/ Formation du personnels ATC et la révision des lettres d'accords**

Le personnel ATC doit être formé sur les nouvelles procédures et comme conséquence les lettre d'agrément doivent être révisées.

Durés : 3ans [01 Février 2018 / 01 Février 2021],

Acteurs : ENNA

**IV-5-4/ L'IMPLEMENTATION**

L'équipe de travail PBN se chargera de la publication de toute procédure par AIRAC, et assurera le suivi poste PBN.

Durés : [01 Juin 2018/31janvier 2020]

Acteurs : équipe de travail PBN

# Conclusion



Le présent plan de la navigation basée sur les performances PBN met l'accent sur l'engagement d'ALGERIE dans la voie de la modernisation de son espace aérien et l'amélioration des services fournis aux usagers de l'air.

En effet, les avancées dans les fonctions de navigation, notamment celles basées sur le GNSS, permettent une plus grande souplesse dans la conception de l'espace aérien permettant la réduction des séparation entre les routes, l'exécution des approches à descente continue ainsi que d'autres applications visant à optimiser les trajectoires tout en garantissant un haut niveau de sécurité et une meilleure protection de l'environnement.

Les besoins génériques de navigation sont définis par rapport aux besoins opérationnels, les usagers peuvent ainsi évaluer les options disponibles en tenant compte des investissements, de l'interopérabilité des systèmes embarqués et des systèmes au sol. Le choix d'une application devrait se faire en concertation avec les parties prenantes (DACM, ENNA, compagnies aériennes...).

# Bibliographie

- [1] : **Document 8168 de l'OACI** :  
« Exploitation technique des aéronefs » Volume II
- [2] : **SIA ALGERIE** « AIP Algérie » 2015
- [3] : **Document OACI** « Doc 4444 »  
« Règles de l'air et services de la circulation Aérienne » 13<sup>ème</sup> édition 1996
- [4] : **Document OACI Annexe 11**  
« Services de la circulation aérienne »
- [5] : **Document OACI Annexe 2** « règles de l'air »
- [6] : **Document OACI DOC 9613** « Manuel de la Navigation Fondée Sur Les Performances
- [7] : **FAA-H-8261-1A** « Instruments Procedures Handbook » 2007
- [8] : **FAA-H-8083-15A** « Instrument Flying Handbook » 2007

**Sites Internet :** [www.ENNA-SIA.dz](http://www.ENNA-SIA.dz)  
[www.sia.aviation-civile.gouv.fr](http://www.sia.aviation-civile.gouv.fr)  
<http://hub-orly.pagesperso-orange.fr>

**ANNEXE**

## Plan d'action ENNA pour la mise en oeuvre PBN à compte du 1<sup>er</sup> mars 2016 court terme

### A.PLANIFICATION :

1. Approbation des exigences opérationnelles :
  - i. **Route** besoin déjà défini dans le plan national Algérie PBN (RNAV5)
  - ii. **Espace terminal (SID/STAR)** déjà défini dans le plan national Algérie PBN (RNAV1)
  - iii. **Approche** déjà défini dans le plan national Algérie PBN (RNP APCH)

Durée : 0 jours acteur : DACM

2. Création et identification du groupe de travail PBN : un premier groupe de travail a été créé par la décision **N°1016 SG/DACM/15 du 07 avril 2015** chargé d'élaborer **le plan national PBN Algérie**, nous vous proposons de créer un autre groupe de travail pluridisciplinaire chargé d'exécuter le dit plan et de désigner **un point focale PBN** qui sera l'interlocuteur avec l'OACI.

Le groupe de travail doit être composée de :

- Concepteurs expérimentés de l'espace aérien (procédures de vol aux instruments)
- Contrôleurs expérimentés
- Pilotes expérimentés
- Expert SGS
- Autorité chargée de l'aviation civile
- Compagnies Aériennes
- Experts CNS/ATM

Durée : 30 jours [01mars2016/31mars2016] acteur : DACM

3. Transition de la conception des procédures de vol aux instruments conventionnelles vers les procédures de vols aux instruments RNAV/PBN, cette dernière nécessite l'automatisation de la conception de l'espace aérien pour assurer les aspects suivants : Précision et intégrité des données (entrées/sorties) et le temps d'exécutions

Durée : 12 mois [01 Avril 2016/ 31 Mars 2017], acteur : ENNA

4. Formation continue /rafraichissement du personnel concepteur des procédures de vols aux instruments ainsi que le personnel qui valide les procédures PBN.

Durée : 2ans [2016/2017] acteur : ENNA/DACM

5. Analyse des scénarios de référence en tenant compte de la faisabilité des contraintes CNS/ATM: l'équipe de travail doit analyser toutes les possibilités des schémas de circulation aérienne /SID et STAR / procédure RNP APCH pour les cinq (05) services d'approches (par QFU, piste) en prenant compte de la faisabilité des contraintes opérationnelles.

Durés : 05 mois [01 Avril 2016/31 Septembre 2016], acteurs : équipe de travail PBN

6. Bases de données obstacles numériques : ETOD / MNT, obstacles artificiels

Durée : 15 mois (3 mois pour chaque aéroport) [02 Mai 2016 / 31 Aout 2017] acteur : ENNA /fournisseurs de base de données obstacles numériques

### **B. Conception réalisation des scenarios**

7. La conception de l'espace aérien et confirmation des spécifications de navigation recommandées par l'OACI.

- a) Changement de spécification des routes RNAV (RNAV10 en RNAV5).
- b) Conception SID et STARS RNAV pour les cinq (05) services d'approches.
- c) Conception des attentes et les procédures RNP APCH (une procédure BAROVNAV pour chaque QFU pour les 5 services d'approches).

Durée : 24 mois [03 Avril 2017 – 01 Avril 2019] acteurs : ENNA

8. Critères de sécurité, études de sécurité et politique de sécurité : l'étude de sécurité sera entamée de que la première procédure sera finalisé.

Durée : 24 mois [01 Septembre 2017/ 31 Aout 2019] acteurs : gestionnaire de sécurité (SGS)

9. Pré-validation des procédures conçues.

Durés : 24 mois [01 Octobre 2017/ 01 Octobre 2019], acteurs : équipe de travail PBN

### **C.VALIDATION :**

10. Validation au sol (simulation sur simulateur de vol, contrôleurs et exploitants de l'espace aérien)

Durés : 24 mois [01 Novembre 2017/ 01 Novembre 2019], acteurs : équipe de travail PBN

11. Validation en vol (check des procédures par l'avion labo en coordination avec les contrôleurs et les concepteurs)

Durés : 24mois [01 Janvier 2018/ 01 Janvier 2020], acteurs : équipe de travail PBN

12. Formation du personnels ATC et la révision des lettres d'accords.

Durés : 3ans [01 Février 2018 / 01 Février 2021], acteurs : ENNA

### **D .L'implémentation :**

13. Publication par AIRAC

Durés : [01 Juin 2018/31janvier 2020], acteurs : équipe de travail PBN

14. Le suivi post PBN

Durés : 18 mois [01 fevrier2018 / 31juillet 2020], acteurs : équipe de travail PBN