



ROYAUME DU MAROC
MINISTÈRE DU TOURISME, DU TRANSPORT AÉRIEN, DE
L'ARTISANAT ET DE L'ÉCONOMIE SOCIALE

PLAN PBN MAROC




PLAN NATIONAL DE MISE EN ŒUVRE
DE LA NAVIGATION FONDÉE SUR LES
PERFORMANCES (PBN)

Version 2.0

Versions

Version	Date	Auteur	Autorité responsable
01	01/06/2013	Comité PBN	Coordonnateur National PBN SCA/DAC
02	13/09/2017	Comité PBN	Coordonnateur National PBN SCA/DAC

Approbation

Nom et Signature	Version approuvée	Date
Zakaria BENGHAZI  Zakaria BELGHAZI Directeur de l'Aéronautique Civile	Version 2.0	20 SEP. 2017

Sommaire

1. Objet	4
2. Contexte Général	4
2.1 La résolution de l'OACI	4
2.2 Les enjeux de performance	5
2.3 Les apports du concept PBN	6
2.4 Besoins opérationnels	6
3. Stratégie de navigation	7
4. Spécifications de navigation PBN	8
4.1 RNAV 10 (DESIGNÉE ET AUTORISÉE COMME RNP 10)	9
4.2 RNP 4	9
4.3 RNAV 5	9
4.4 RNAV 1 et RNAV 2	10
4.5 RNP 1	10
4.6 RNP APCH	11
4.7 RNP AR APCH	11
5. Avantages de la mise en œuvre de la PBN	11
5.1 Sécurité	11
5.2 Capacité	12
5.3 Efficacité	12
5.4 Environnement	12
5.5 Accès	12
6. Mise en œuvre des opérations PBN au Maroc	13
6.1 Infrastructures de communication	13
6.1.1. Réalisations	13
6.1.2. Perspectives	14
6.2 Infrastructures de navigation :	15
6.3 Infrastructures de surveillance	17
6.4 Organisation de l'espace aérien	17
6.6 Plan de mise en œuvre PBN	20
a. Court terme (2013/2019)	20
b. Moyen terme (2020/2023)	23
c. Long terme (2024 et après)	26

1. Objet

Le présent plan de la navigation basée sur les performances PBN met l'accent sur l'engagement du Maroc 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, ont permis une plus grande souplesse dans la conception de l'espace aérien permettant la réduction des séparations 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 (DGAC, FRA, ONDA, compagnies aériennes...).

2. Contexte Général

2.1 La résolution de l'OACI

La résolution A37-11 "Objectifs mondiaux pour la navigation fondée sur les performances", dont un extrait est donné ci-dessous, a été adoptée par l'Assemblée de l'OACI lors de sa 37ème réunion (octobre 2010) :

"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 :*
 - *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 ;*
 - *la mise en œuvre de procédures d'approche avec guidage vertical (APV) (Baro VNAV 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 ;

- *la mise en œuvre de procédures d'approche directes avec LNAV seulement, à titre d'exception par rapport à 2} 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 ; ...”*

Cette résolution s'applique à tous les Etats membres de l'OACI. Conformément aux engagements internationaux, le Maroc a élaboré et prévu de mettre en œuvre le présent plan.

2.2 Les enjeux de performance

Dans un souci de compétitivité et d'attractivité, le Maroc donne une importance à l'amélioration de la performance de la gestion du trafic aérien notamment en termes de capacité, de protection environnementale et d'efficacité économique tout en garantissant un niveau élevé de sécurité. Ces engagements sont retrouvés dans le présent plan national PBN.

L'augmentation de la capacité de l'espace aérien est rendue possible par la réduction des espacements entre les routes aériennes ainsi que la possibilité de concevoir des procédures dans des plateformes ne disposant pas de moyens de radionavigation, par l'usage du GNSS.

L'optimisation des trajectoires par l'introduction de nouvelles méthodes de conception des procédures d'approche, notamment les descentes continues (concept CDO), contribue à réduire la consommation du carburant en rendant les vols plus économiques.

Les renforcements du GNSS comprennent le système de renforcement à bords des aéronefs (ABAS), le système de renforcement satellitaire (SBAS), le système de renforcement au sol (GBAS).

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.

2.3 Les apports du concept PBN

Pour atteindre les objectifs mondiaux pour la navigation fondée sur les performances, il est nécessaire 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'usagers de l'espace (grandes compagnies, aviation régionale, 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 de montée et de descente ;
- 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, et ;
- Une diminution des minimums opérationnels.

2.4 Besoins opérationnels

En route :

L'exploitation en route peut être classée sous les rubriques suivantes : Océanique, continentale éloignée et continentale. Les besoins opérationnels ATM pour l'exploitation en route sont :

RNAV-10, RNP4, RNAV-5, RNAV-2 et RNAV-1.

TMA:

L'exploitation en TMA a ses propres caractéristiques, qui tiennent compte des minimums de séparation applicables entre les aéronefs et les obstacles. Elle tient également compte de la diversité des aéronefs, y compris des aéronefs de faibles performances.

Les besoins opérationnels en TMA sont RNAV-2 et RNAV-1 dans un environnement de surveillance et RNP-1 dans un environnement sans surveillance.

Approche : Les besoins opérationnels en approche sont RNP-APCH et RNP-AR-APCH.

3. Stratégie de navigation

Les principaux axes stratégiques du plan PBN visent les objectifs suivants :

- Établir un environnement complet de navigation de surface fondée sur les performances (RNAV/RNP), pour toutes les opérations;
- Permettre autant que possible la mise en œuvre des routes préférentielles des clients;
- Faciliter l'utilisation d'aéronefs dont l'équipement n'est pas à la hauteur des exigences aussi longtemps que les opérations le permettent;
- Permettre la valorisation du capital investi par les clients équipant leurs aéronefs d'avionique dotée de fonctions évoluées;
- Fournir des données de position et de navigation aux niveaux de performance requis de façon à appuyer les diverses applications en environnement CNS /ATM;
- Utiliser une infrastructure spatiale et rationaliser l'infrastructure terrestre pour toute phase de vol de façon à permettre la transition au GNSS conformément aux recommandations de l'OACI;
- Mettre en œuvre les opérations RNP 4D en vue de la transition vers la gestion totale porte-à-porte (Gate to Gate) des vols.

La mise en œuvre de la PBN au Maroc est conçue comme une série d'action pour la mise à niveau des aéronefs, la formation des équipages et la modernisation des systèmes ATM. Les exploitants qui tardent à effectuer les mises à niveau pourront encore évoluer dans l'espace aérien mais sans en tirer un rendement optimal.

Éventuellement, en raison du besoin d'appliquer les spécifications RNP, le GNSS deviendra essentiel pendant la transition, à moyen terme. Les SIDs et STARs RNP contribueront à atténuer la congestion des régions terminales. La stratégie de navigation du Maroc prend en compte l'émergence de la technologie satellitaire et le rôle que celle-ci jouera dans l'environnement mondial de navigation. Toutefois, le rythme de l'évolution technologique et le temps requis pour résoudre les limites institutionnelles à l'adoption du GNSS comme système unique devrait imposer dans l'avenir prévisible le maintien d'un système terrestre de secours.

4. Spécifications de navigation PBN

Les systèmes RNAV et RNP sont fondamentalement similaires. L'obligation de surveillance et alerte à bord en ce qui concerne les performances est ce qui fait la principale différence entre eux. Une spécification de navigation qui inclut cette obligation est dite spécification RNP. Une spécification qui ne l'inclut pas est dite spécification RNAV. On appelle système RNP un système de navigation de surface capable de réaliser les conditions de performances d'une spécification RNP.

Spécification de navigation	Phase de vol							
	Océanique/ éloignée en route	Continendale en route	Arrivée	Approche				Départ
				Initiale	Intermédiaire	Finale	Interrompue ¹	
RNAV 10	10							
RNAV 5 ²		5	5					
RNAV 2		2	2					2
RNAV 1		1	1	1	1		1	1
RNP 4	4							
RNP 2	2	2						
RNP 1 ³			1	1	1		1	1
RNP avancée (A-RNP) ⁴	2 ⁵	2 ou 1	1	1	1	0,3	1	1
RNP APCH ⁶				1	1	0,3 ⁷	1	
RNP AR APCH				1-0,1	1-0,1	0,3- 0,1	1-0,1	
RNP 0,3 ⁸		0,3	0,3	0,3	0,3		0,3	0,3

Spécification de navigation par phase de vol

1. Ne s'applique qu'au-delà de 50 m (40 m, Cat H) représentant la marge de franchissement des obstacles au début de la montée.
2. La RNAV 5 est une spécification de navigation en route utilisable pour la partie initiale d'une procédure STAR au-delà de 30 NM et au-dessus de la MSA.
3. L'application de la spécification RNP 1 est limitée à l'utilisation pour les STAR, les SID, les segments initial et intermédiaire de l'IAP, et l'approche interrompue (après la phase de montée initiale). Au-delà de 30 NM de l'ARP, la précision pour l'émission d'alerte passe à 2 NM.
4. L'A-RNP permet également de définir une gamme de précisions évolutives pour la navigation latérale RNP.
5. Facultatif — nécessite une continuité améliorée.
6. La spécification RNP APCH comporte deux sections voir (Doc 9613) : la Section A basée sur le GNSS et la baro-VNAV, et la Section B, sur le SBAS.
7. La RNP 0,3 s'applique à la Section A de la RNP APCH. Différentes exigences de performances angulaires sont applicables, mais seulement à la Section B de la RNP APCH.
8. La spécification RNP 0,3 concerne principalement les opérations des hélicoptères.

4.1 RNAV 10 (DESIGNÉE ET AUTORISÉE 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.

4.2 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 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 multicapteurs.

4.3 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;

4.4 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).

Les opérations RNAV 1 et RNAV 2 sont fondées sur l'utilisation de l'équipement RNAV donnant automatiquement la position horizontale de l'aéronef avec capteurs de position de types suivants (sans priorité) :

- GNSS;
- Des données de position d'autres capteurs de navigation peuvent être intégrées à des données GNSS à condition qu'elles ne risquent pas de causer des erreurs de position ;
- Si l'équipement est conforme à TSO-C129, l'intégrité doit au moins être fournie par un système de renforcement embarqué tel que le RAIM.

4.5 RNP 1

La spécification RNP 1 est conçue pour les SIDs et STARs aux aéroports disposant d'une surveillance limitée ou nulle à 30 NM ou moins du point de référence d'aérodrome (ARP). Les STARs servent à connecter la structure en route aux IAFs ou aux RNP APCH, et parfois à une approche ILS avec des parcours RF, par exemple. Les SIDs permettent de virer au départ plus tôt que lorsque le GNSS n'est pas utilisé.

Le GNSS est le système de navigation primaire sous-tendant la RNP 1 pourvu qu'il satisfasse à l'une des exigences suivantes :

- l'aéronef est équipé d'un capteur TSO-C129a (Classe B ou C);
- l'équipement de l'aéronef est conforme à TSO-C145 ou C146.

L'erreur latérale totale du système embarqué des aéronefs volant en espace aérien ou sur des routes désignées RNP 1 ne doit pas dépasser un mille marin de part et d'autre de la trajectoire pendant au moins 95% du temps de vol. En opération normale, toute erreur ou écart latéral, c'est-à-dire la différence entre la trajectoire calculée par le système RNAV et la position de l'aéronef par rapport à la trajectoire (FTE), ne devrait pas dépasser la moitié de la précision associée à la procédure, soit 0,5 NM. De brefs écarts par rapport à cette norme pendant et immédiatement après un virage (à l'intérieur ou à l'extérieur du virage) sont autorisés sans dépasser la précision requise, soit 1,0 NM.

4.6 RNP APCH

Les procédures d'approche de RNP (RNP APCH) incluent celles de RNAV (GNSS) existantes.

Les systèmes suivants satisfont aux exigences de précision, intégrité et continuité de la RNP APCH :

- Systèmes GNSS indépendants (TSO-C129a, TSO C146);
- Capteurs GNSS utilisés dans un système multi-capteurs, un FMS par exemple.

4.7 RNP AR APCH

Les approches AR (autorisation requise) seront publiées dans l'AIP Maroc mais ne peuvent être effectuées qu'avec autorisation spéciale. Les exigences qui s'y appliquent sont exceptionnelles.

L'aéronef effectuant une procédure RNP AR APCH peut avoir une RNP aussi faible que 0,1NM en approche initiale, intermédiaire, finale ou interrompue. Si la RNP est inférieure à 0,3 NM sur n'importe quel segment initial, intermédiaire ou final, ou si la RNP est inférieure à 1 NM sur le segment d'approche interrompue, il faut alors utiliser l'IRU.

5.

	Permitted Sensors					AFCS Requirement
	GNSS	IRU	DME/DME	DME/DME /IRU	DME/VOR	AP/FD
RNAV 10	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				FTE may be manually controlled by the pilot remaining within ½ full scale deflection of CDI with correct scaling for phase of flight
RNAV 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
RNAV 2/1	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
RNP 4	<input checked="" type="checkbox"/>					
RNP 2 ²	<input checked="" type="checkbox"/>					
RNP 1	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> ³			<input checked="" type="checkbox"/> ¹
A-RNP ²	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> ³			
RNP 0.3	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>
RNP APCH	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/> ³	<input checked="" type="checkbox"/> ³		<input checked="" type="checkbox"/>
RNP AR APCH	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>

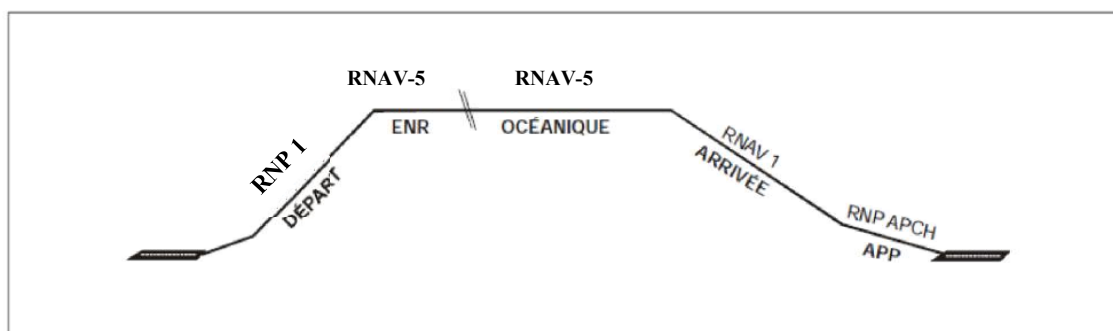
1. Although the A-RNP Nav Spec does not explicitly state FD/AP the RF appendix does and RF is a requirement for A-RNP
 2. For Oceanic/Remote Continental operations dual independent LRNS (providing Higher Continuity) are required
 3. Only when authorised by a specific State. Based on an available DME infrastructure and appropriate aircraft capability

Avantages de la mise en œuvre de la PBN

5.1 Sécurité

La mise en œuvre de la PBN permettra l'amélioration de la sécurité par :

- La réduction du risque d'impact sans perte de contrôle (CFIT) grâce au guidage latéral et vertical vers la piste.
- Le confinement des approches RNP AR APCH en environnement parsemé d'obstacles permettant des approches en terrain montagneux et sur trajectoires incurvées.
- La réduction de la largeur des routes ATS permettant les voies aériennes unidirectionnelles.



Exemple d'application des spécifications RNAV et RNP a des routes ATS et à des procédures aux instruments

5.2 Capacité

En terme de capacité, la PBN permettra, l'augmentation du nombre de routes ATS pour réduire l'engorgement et permettre la croissance projetée; SID et STAR RNAV indépendantes exécutées simultanément.

5.3 Efficacité

En termes d'efficacité la PBN permettra la diminution des retards grâce à des conceptions efficaces des courants de trafic et aux procédures RNAV d'approche en descente continue (CDA) et au guidage sur approche interrompue conformément à la spécification de navigation pertinente.

5.4 Environnement

Les bénéfices de la PBN d'ordre environnemental sont :

- Le relèvement des hauteurs de survol et la réduction de la traînée aérodynamique des aéronefs contribuent à la réduction des nuisances sonores dans l'environnement proche de la piste ;
- La diminution de la puissance délivrée par les réacteurs et du nombre de changements de régime permet de réduire de manière significative la consommation de carburant et les émissions de gaz à effet de serre.

5.5 Accès

Les approches APV peuvent être effectués jusqu'à des minimums proches de ceux des ILS pour plusieurs pistes du Maroc. La spécification RNP évoluée combinée avec les approches LPV améliorera l'accès aux aéroports et à l'espace aérien en toute condition météorologique.

6. Mise en œuvre des opérations PBN au Maroc

6.1 Infrastructures de communication

6.1.1. Réalisations

Very Small Aperture Terminal (VSAT) :

Utilisé pour les communications entre le Centre National de la Sécurité Aérienne et les sites déportés, dans les zones où les lignes louées ne sont pas fiables ou non rentables.

Le réseau national est constitué de 14 stations VSAT : CMN, AGD, TAN, OJD Aéroport, OJD MEG, JAD, SFI, IFR, MRK, ORZ, ELH, SMR, DKH, LAY.

Réseau fixe des télécommunications Aéronautique (RSFTA) et les services de messagerie aéronautiques (AMHS):

Le système de messagerie aéronautique est un service critique permettant l'échange d'informations sur la planification de vol, il fournit des communications via le réseau des télécommunications aéronautiques.

L'AFTN a été considéré comme protocole obsolète et mis à jour par le service de traitement des messages aéronautiques (AMHS), basé sur IP.

Au niveau national RSFTA est déclassé et remplacé par l'AMHS.

Communication de données entre établissements ATS

Aujourd'hui, la communication de données entre établissements ATS est une application OLDI pour la gestion du trafic aérien, qui a été normalisé pour une utilisation sur le réseau ATN.

Trois (03) liaisons OLDI sont opérationnelles avec Canaries, Séville et Lisbonne.

Service automatique numérique d'information de région terminale (D-ATIS)

D-ATIS et D-VOLMET permettent l'envoi d'informations aéronautiques aux avions par l'intermédiaire d'une liaison de données, facilitant ainsi la demande sur le spectre des fréquences radioélectriques et réduisant la charge de travail de l'équipage comme ces informations sont affichées sous forme de données dans le cockpit et peut être rappelée quand il est nécessaire.

Deux D-VOLMET sont déployés aux CCRs de Casablanca et d'Agadir et dix stations D-ATIS sont installés aux aéroports internationaux (Casablanca, Rabat, Fès, Marrakech, Oujda, Tanger, Agadir, Tetouan, Nador et Laayoune).

Le réseau D-ATIS sera étendu sur quatre (04) autres aéroports selon la densité du trafic aérien.

6.1.2. Perspectives

Very Small Aperture Terminal (VSAT)

Une mise à jour est prévue pour extension du réseau à travers l'installation d'autres stations VSAT à savoir :

- Tanger et Agadir Oufella pour l'année 2018
- Merchich, Fès et Errachidia pour l'année 2019

Réseau fixe des télécommunications Aéronautique (RSFTA) et les services de messagerie aéronautiques (AMHS)

Une liaison OLDI est prévue avec le centre de contrôle d'Alger.

Le protocole de transfert de messages de vol (FMTP ou OLDI sur IP), basé sur le protocole IP est le successeur de l'OLDI (X25), a été conçu, standardisé et mis en œuvre en tant que format pour la notification, la coordination et le transfert de messages de vol.

Deux liaisons basées sur le protocole AMHS seront prévues avec les centres de contrôle de l'Espagne et du Portugal.

Il est prévu aussi l'installation d'un nouveau système de commutation AMHS au CCR d'Agadir.

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

Service automatique d'information numérique (D-ATIS)

Le réseau D-ATIS sera étendu sur quatre autres aéroports selon la densité du trafic aérien.

6.2 Infrastructures de navigation :

Le Maroc dispose d'une infrastructure de navigation composée d'un réseau de

- 17 ILS ;
- 23 VOR ;
- 41DME ainsi que ;
- 18 NDB distribués sur la superficie du royaume.

Les moyens de radionavigation et d'atterrissage

AEROPORT	NAVAIDS			CVOR /DVOR			DME			ILS			NDB		
	Marque	Fréq(Mhz) Indicatif	Date de mise en service	Marque	Canal Indicatif	Date de mise en service	Marque	Fréq(Mhz) Indicatif	Date de mise en service	Marque	Fréq(Khz) Indicatif	Date de mise en service	Marque	Fréq(Khz) Indicatif	Date de mise en service
AGADIR AL MASSIRA	AMS 1150	117,2/ADM	Juil-06	AMS 1119/R SELEX 1118A/L	119X/ADM 40X/ADA	Juil-06 Juin-09	SELEX 2100	110,3/ADA	Juin-09	TELERAD TELERAD	396/ALS 402/AML	1991 1991			
AGADIR INEZGANE				SELEX 1118A/L	32X/AGI	Déc-07	SELEX 2100	109,5/AGI	Déc-07	SA 50	371/AZR	2000			
AL HOCEIMA	SEL 4000	115,0/ALM	1986	SELEX 1119A/R	97X/ALM	2010				TELERAD	401/ALU	1992			
BENSLIMANE	AMS 1150	117,45/BNS	Mars-06	AMS 1119/R	121Y/BNS	Mars-06				NAUTEL VR125	275/CAE	Mai-17			
BENGUERIR	AMS 1150	115,40/BGR	Juin-09	SELEX 1119A/R SELEX 1118A/L	101X/BGR 22X/BNG	Juin-09 Aout 2010	SELEX 2100	108,5/BNG	Aout 2010						
BENI MELLAL	INDRA/VRB-53D	113,10/BML	fév- 2014	INDRA/LDB-103	78X/BML	fév- 2014									
BOUAREFA	AMS 1150	117/BRF	Sept-06	AMS 1119/R	117X/BRF	Sept-06									
CASA MOHAMMED V				THOMSON 740/R	116X/CBA	1995				DTR 110 NAUTEL VR250	413 / SAK 345/CSD	Mai-13 Avr-17			
35R 35L 35R/CAT III 35L/CAT III 17R/ CATII	TECSAT 0100 SELEX 1150A	114,0/BRC 112,5/SLK	Mars-06 Août-10	WILCOX 5960/R SELEX 1119A/R THALES AN415/L FERNAU 2020/L SELEX 1118A/L	87X/BRC 72X/SLK 36X/INR 44X/INL 20X/CAS	2001 Août-10 Nov-11 2004 Août-09	NORMARC 7000B NORMARC 7000B ILS SELEX 2100	109,9/INR 110,7/INL 108,3/CAS	Déc-15 2004 Aout 2009	SA50 SA 50	255/NUA 282/NSR	1998 Juin-03			
DAKHLA	WILCOX 5850	115,8/DKH	Fév- 2001	THALES AN 435/R 2020 MOOG FERNAU/L	105X/DKH 28X/DKL	Nov-11 Juil-15	NORMARC 7000B	109,1/DKL	Juil-15						
ERRACHIDIA	THALES AN431	117,1/ERA	Nov-12	THOMSON 740/R THOMSON 740/L	118X/ERA 30X/ERR	Nov-93 Nov-93	WILCOX MK 10	109,3/ERR	Nov-93	NAUTEL VR125	293/KSR	Mai-17			
ESSAOUIRA	WILCOX 5850	112,7/ESS	1996	WILCOX 5960/R	74X/ESS	1996									
FES-SAISS	THALES AN431	115,7/FES	Nov-12	THALES AN 435/R THALES AN 415/L	104X/FES 34X/LFA	Oct-02 Aout 2003	THALES AN420	109,7/LFA	Aout 2003	SA 50	315/FEZ	Mai-13			
GUELMIM	TECSAT 0100	114,3/GLM	Févr-04	SELEX 1119A/R 2020 MOOG FERNAU/L	90X/GLM 42X/GUM	Juin-09 Juil-15	NORMARC 7000B	110,5/GUM	Juil-15						
IFRANE										NAUTEL VR125	409/IFN	Mai-17			
LAAYOUNE	TECSAT 0100	112,1/LAY	Févr-04	THOMSON 740/R THALES AN 415/L	58X/LAY 44X/AUN	1995 Mars-03	THALES AN420	110,7/AUN	Mars-03						
MARRAKECH	SEL 4000	113,3/MAK	1993	THOMSON 740/R FERNAU 2020/L	80X/MAK 34X/MAR	1994 2000	NORMARC 7000A	109,7/MAR	2000	SA 50	267/CNZ	Févr-03			
NADOR	INDRA/VRB-53D	116,0/ARI	Avr-17	INDRA/LDB-103 INDRA/LDB-103	107X/ARI 24X/TZN	Avr-17 Févr-16	NORMARC 7000B	108,7/TZN	Févr-16						
OUJDA	QFU 06 QFU 13 QFU 06 QFU 13	THALES AN 431 AMS 1150	117,5/OJD 115,65 VDO	Nov-11 Juil-09	THOMSON 740/R SELEX 1119A/R THALES AN415/L SELEX 1118A/L	122X/OJD 103Y/VDO 38X/ODA 18X/ANG	1995 Juil-09 Juil-13 Juil-09	THALES AN420 SELEX 2100	110,1/ODA 108,1/ANG	Juil-13 Juil-09					
OUARZAZATE	TECSAT 0100	116,7/OZT	Mars-04	THOMSON 740/R FSD 40/L	114X/OZT 40X/IRZ	1995 1997	SEL 4000	110,3/IRZ	1997	TELERAD	384/ORZ	1971			
RABAT/SALE	INDRA/VRB-53D	116,5/RBT	Avr-17	INDRA/LDB-103 SELEX 1118A/L	112X/RBT 46X/RS	Avr-17 Juil-09	SELEX 2100	110,9/RS	Juil-09	SA50	332/SBI	1996			
TANGER	THALES AN 431	115,9/TNG	Nov-11	SELEX 1119A/R THALES AN415/L	106X/TNG 30X/TAG	Nov-11 Juil-13	THALES AN420	109,3/TAG	Juil-13	SA50	374/TAN	1998			
TAN-TAN	SEL 4000	112,3/TNN	1995	SELEX 1119A/R	70X/TNN	Juin-09				NAUTEL VR125	274/TNA	Juin-17			
TETOUAN	INDRA/VRB-53D	117,3/TTN	Mai-17	INDRA/LDB-103 THALES AN 415/L	120X/TTN 38X/IIN	Mai-17 Févr-08	THALES AN420	110,1/IIN	Févr-08						
ZAGORA										DTR 110	420/FJA	Mai-13			

6.3 Infrastructures de surveillance

- Radar Secondaire Mode S (MSSR)

L'installation des radars secondaires Mode S (MSSR) fournit une couverture pour les besoins du contrôle radar d'En Route en vue d'assurer à la sécurité des vols dans la FIR de Casablanca.

- Sites d'installation:

- Casablanca1, Safi, Ifrane et Agadir (1994) : Radars secondaires initialement mono-impulsion mis à niveau en Mode S en 2001
- Oujda, El Oualidia et Tan-Tan (2004) : Radars secondaires MSSR Mode S
- Casablanca (CRD), Marrakech et Tanger (2012) : Radars secondaires MSSR Mode S

- Radar Primaire (PSR)

L'installation d'un radar primaire permet au contrôleur d'assurer le contrôle aérien au niveau des plateformes aéroportuaires - Sites d'installation:

1. Casablanca1, (1994)
2. Casablanca (CRD), Tanger et Marrakech (2012)
3. Fès en cours d'installation

- Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B)

Afin d'étendre la surveillance et de compléter la couverture radar existante et en vue du renforcement de la sécurité des vols dans cette zone, une installation des récepteurs ADS-B a été réalisée pour une couverture pseudo-radar.

Le développement de l'ADS-B permettra la mise en œuvre de concepts ATM avancés visant à réduire la charge de travail du contrôleur en vue de gérer le trafic qui ne cesse d'augmenter.

Sites d'installation :

Laayoune, Dakhla, Smara, Agadir, Marrakech, Fès, Tanger, et Oujda.

6.4 Organisation de l'espace aérien

En –route :

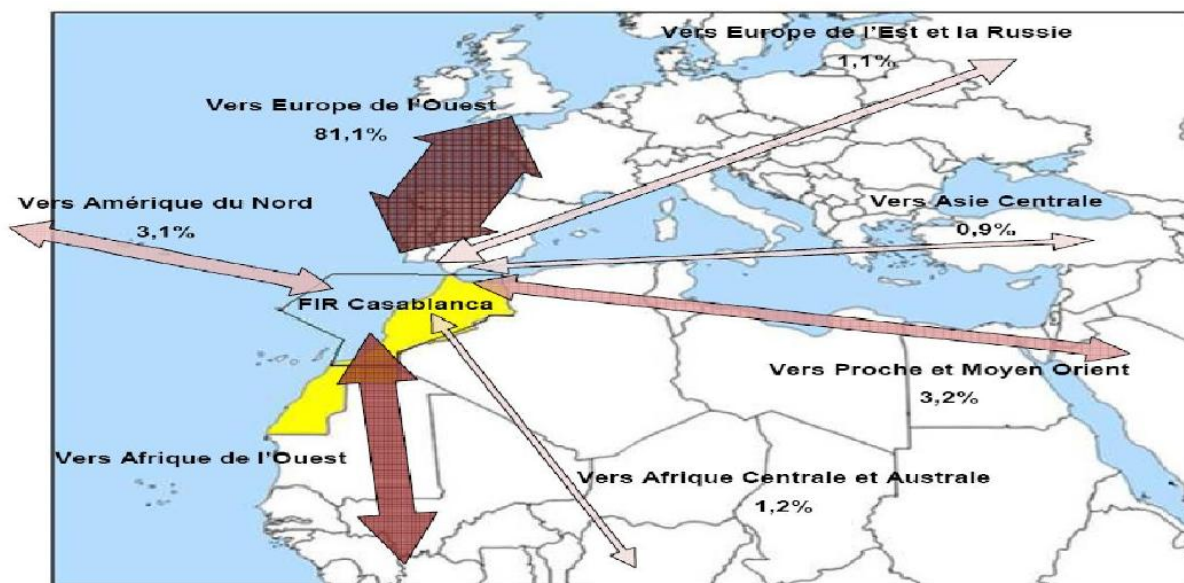
- Mise en œuvre de routes directes en partenariat avec SJU, NAV-Portugal et TAP dans le cadre du projet AIRE : une initiative conjointe des programmes NEXTGEN et SESAR. Il s'inscrit pleinement dans les axes stratégiques de l'OACI en matière de protection de l'environnement. Le projet vise l'implémentation de routes directes reliant l'Europe à l'Afrique :

- ESP (FIR LISBOA) - ESS (FIR CASABLANCA)
 - ESS - ECHED
 - ESS – BULIS
- Lancement d'une étude d'analyse et de réorganisation de l'espace aérien marocain « A-REAM » qui vise à développer le modèle opérationnel le mieux adapté pour faire face à la demande prévue dans le court, moyen et long termes (2012, 2015, 2020 et 2025). Cette étude a été organisée en trois phases:
- 1ere Phase : Etablir une analyse de l'existant et des scénarii d'évolution de trafic à court, moyen et à long terme (2012-2015-2020-2025). 2018 a également été pris en compte dans l'analyse.
 - 2eme Phase : Faire une proposition de réorganisation de l'espace aérien en termes de route aérienne, sectorisation, classification de l'espace et établir une étude de sécurité relativement au changement proposé.
 - 3eme Phase : Définir le concept opérationnel associé, et établir un plan de mise en œuvre.
- Les voies aériennes ci-dessous sont classées « RNAV-5 » : L 58, L 102, M 372, Q 401, Z 801, UL 58, UL 82, UL 102, UM 372, UM 999, UN 857, UN 858, UN 866, UN 869, UN 871, UN 873, UQ 401, UT 900, UZ 801.
- Région terminale et approche :
- Publication des procédures RNAV-GNSS aux aéroports de Tétouan, Ouarzazate, Oujda, Dakhla, Marrakech, Essaouira, Laayoune et Al-Hoceima.
 - Publication des SIDs et STARs RNAV aux aéroports d'Ouarzazate, Marrakech et Oujda.
 - Test en vol de la procédure CDA à l'aéroport de Casablanca Mohammed V.
 - Test de la procédure LPV (APS-SBAS) aux aéroports d'Al Hoceima et de Tétouan.

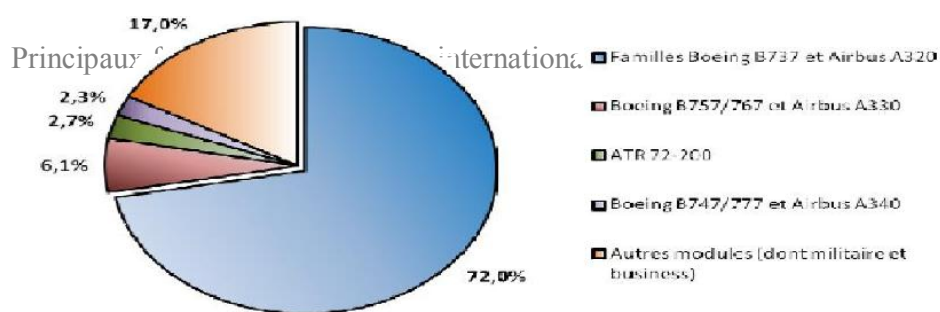
6.5 Flux du trafic aérien

La FIR Casablanca connaît une augmentation du trafic aérien. Le nombre de vols global recensé est principalement constitué des flux internationaux à l'origine ou à destination du Royaume du Maroc et des connections aériennes entre les Iles Canaries et les pays d'Europe de l'Ouest.

Les types avions exploités sont majoritairement issus des familles de moyens courriers Boeing, famille B737, et Airbus, famille A320. Ces appareils sont notamment privilégiés par les compagnies aériennes low-cost dans la constitution de leurs flottes.



Principaux flux aériens marocains internationaux



Mouvements par type d'avion

6.6 Plan de mise en œuvre PBN

Le schéma suivant est proposé pour la mise en œuvre des opérations PBN au Maroc. Il établit les hypothèses de travail devant être prises en compte par l'ensemble des acteurs concernés.

Il est établi sur trois périodes :

- Court terme (2013/2019) ;
- Moyen terme (2020/2023) ; et
- Long terme (2024 et après).

a. Court terme (2013/2019)

Cette première phase constitue une transition partant de l'existant en termes de moyens terrestres et de moyens à bord. Elle a pour objectifs:

- 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 l'espace aérien marocain, en fonction des priorités identifiées.

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

<i>En-route</i>	<ul style="list-style-type: none"> • RNAV 5 pour tout l'espace supérieur • RNAV5 pour l'espace inférieur (quelques routes selon des critères) • Free route pour les secteurs océanique et ouest.
<i>Terminal</i>	<ul style="list-style-type: none"> • RNAV1 ou RNP1 pour les espaces dotés de TMAs
<i>Approche</i>	<ul style="list-style-type: none"> • RNP APCH : ✓ BARO VNAV pour les pistes non équipées des ILS où il est difficile de les équiper en ILS et dont la densité de trafic est élevée ✓ LNAV pour toutes les extrémités de pistes aux instruments servant à des avions dont la masse maximale certifiée au décollage est

de 5 700 kg ou plus.

- Réflexion sur RNP AR APCH
- CCO, CDO pour les aéroports dotés de TMAs, accueillant les avions long-courrier et dont la densité de trafic est élevée.

En- Route

Le réseau fondé sur la spécification de navigation RNAV5 existe depuis 1998.

Espace terminal

Mise en œuvre progressive de la RNAV1 ou RNP1

Dans le cadre d'une démarche coordonnée, le Maroc s'est engagé dans la mise en œuvre progressive des trajectoires RNAV1 dans les régions de contrôle terminales avec surveillance radar.

La mise en œuvre de trajectoires RNAV1 doit s'étendre progressivement à tous les espaces terminaux pour accroître les bénéfices opérationnels des usagers ayant la capacité RNAV1.

Les SIDs et STARs RNP 1 seront mises en œuvre aux aéroports disposant d'une surveillance limitée ou nulle, où la clientèle est déjà adéquatement équipée et où de telles modifications augmentent l'efficacité des opérations.

Les éléments suivants seront pris en compte pour établissement d'un plan de publication sur les années à venir :

- Nécessité d'améliorer l'écoulement du trafic ;
- Nécessité de réduire l'impact environnemental ;
- Besoins et équipements des usagers locaux ;
- Retrait progressif de certains moyens de radionavigation en remplaçant certaines trajectoires conventionnelles par les nouvelles trajectoires RNAV1 ou RNP 1.

Le suivi dans le cadre du comité de coordination PBN mis en place, permettra de bénéficier d'un retour d'expérience national à cette fin.

Les opérateurs aériens seront donc invités, à travers ces instances de travail, à suivre le déploiement prévu des trajectoires RNAV1 ou RNP1.

Bénéfices opérationnels

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. Les usagers équipés de capacité RNAV1 bénéficieront ainsi de gains en temps et en carburant.

Ces trajectoires RNAV1 ou RNP 1 vont de plus 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.

Rationalisation des moyens de radionavigation

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 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

Mise en œuvre progressive des approches RNAV (GNSS)

Les objectifs visés sont la publication, d'ici fin 2019, d'une approche RNAV(GNSS) sur l'ensemble des extrémités de pistes des aéroports IFR contrôlés, dont un certain nombre avec guidage vertical (APV SBAS ou APV Baro-VNAV).

Les éléments suivants seront pris en compte, en coordination avec les exploitants d'aéroports concernés, pour établir le plan de publication au cours des années à venir :

- Besoins et équipements des usagers locaux ;
- Besoin d'amélioration de la sécurité (publication d'une APV sur des aéroports où aucune procédure avec guidage vertical n'est disponible) ;
- Possibilité de retrait d'aides à la radionavigation ;
- Données disponibles (par exemple relevés d'obstacles récents) ;

Le suivi dans le cadre du comité de coordination PBN permettra de bénéficier d'un retour d'expérience national à cette fin.

Durant cette phase des études seront initiées également pour la mise en œuvre de procédures

RNP-AR-APCH sur les aérodromes IFR contrôlés dont l'environnement opérationnel est complexe.

Bénéfices et limitations des procédures APV Baro-VNAV

Aujourd'hui, l'essentiel de la flotte des avions Airbus ou Boeing est équipé de systèmes capables d'effectuer une procédure APV Baro-VNAV.

Les approches APV Baro-VNAV devraient donc dans un premier temps être publiées sur des aérodromes accueillant du trafic commercial.

Bien que ces approches comportent un guidage vertical, ce dernier n'atteint pas les niveaux de précision et d'intégrité obtenus avec des systèmes tels que l'ILS. 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 de l'ILS. En l'absence d'ILS, elles permettront d'accroître la sécurité lors des phases d'approche finale. La hauteur de décision (DH) minimale associée à ce type d'approche finale peut descendre jusqu'à une hauteur de 250ft.

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) ;
- Équipement des usagers fréquentant l'aérodrome ;
- Rentabilité économique (trafic justifiant le maintien de l'installation) ;
- Existence d'une Délégation ou d'une Obligation de Service Public ;
- Existence d'une activité spéciale (école) ;

b. Moyen terme (2020/2023)

Cette seconde phase doit consolider les choix et hypothèses de la phase initiale. L'objectif principal est de renforcer les changements induits par la 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, par phase de vol :

<i>En-route</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced RNP (quelques routes selon des critères) • RNAV2
<i>Terminal</i>	<ul style="list-style-type: none"> • RNAV2 • RNP1 • RNAV1 • Réflexions lancées sur l'application de l'Advanced RNP.
<i>Approche</i>	<ul style="list-style-type: none"> • RNP APCH • BARO VNAV (achèvement) • RNP AR APCH (pour améliorer l'accès aux aéroports entourés par des obstacles, pour éviter les zones à statut particulier et à proximité des FIR adjacents)

Les hypothèses utilisées ci-dessus seront progressivement ajustées en fonction des travaux internationaux.

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 : Déploiement généralisé de la RNAV1 ou RNP 1

Afin d'accroître l'écoulement du trafic grâce à un plus grand nombre de trajectoires indépendantes, le déploiement de la RNAV1 sera généralisé au niveau des espaces terminaux. Le taux d'équipement des aéronefs concernés devrait atteindre le seuil permettant une application opérationnelle efficace dans les zones terminales en termes de capacité.

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.

Rationalisation des moyens en espace terminale

Grâce au déploiement généralisé des procédures RNAV1 et à un taux d'équipement croissant des flottes, cette phase devrait permettre d'aboutir à la mise en place d'un premier réseau réduit de moyens de radionavigation utilisés pour les opérations en-route ou en zones terminales et utilisable en secours potentiel du GNSS.

Ce réseau devrait s'appuyer principalement sur les moyens DME et VOR.

La mise en place progressive de ce réseau réduit sera suivie par le comité de coordination PBN en concertation avec les principaux opérateurs aériens concernés.

Approche

Cette phase devrait conclure la mise en œuvre de procédures RNAV(GNSS) sur l'ensemble des extrémités de piste des aéroports IFR contrôlés, 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 aéroports IFR contrôlés ayant des environnements opérationnels complexes.

Rationalisation des moyens en approche

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 aéroports IFR contrôlés.

La mise en place progressive de ce réseau réduit sera suivie par le comité de coordination dans le cadre de la gouvernance du plan PBN.

c. Long terme (2024 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.

<i>En-route</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Advanced RNP (continuité) • Free route pour tout l’espace supérieur
<i>Terminal</i>	<ul style="list-style-type: none"> • RNAV1 • RNP1 • Advanced RNP
<i>Approche</i>	<ul style="list-style-type: none"> • SBAS • GBAS • Advanced RNP • RNP AR APCH

Acronymes

ABAS : Système de renforcement embarqué

APV : Procédure d'approche avec guidage vertical

ATM : Gestion du trafic aérien

ATIS : Service automatique d'information de région terminale

CCO : Opérations en montée continue

CDO : Opérations en descente continue

CPDLC : Communications contrôleur-pilote par liaison de données

CVOR : Radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence conventionnel

DVOR : Radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence Doppler

DA : Altitude de décision

D-ATIS : Service automatique numérique d'information de région terminale

DH : Hauteur de décision

DME : Équipement de mesure de distance

DCPC : Communications directes contrôleur-pilote

GBAS : Système de renforcement au sol

GNSS : Système mondial de navigation par satellite

ILS : Système d'atterrissage aux instruments

IFR : Règles de vol aux instruments

INS : Système de navigation inertielle

IRU : Unité de navigation inertielle

LNAV : Navigation latérale

LOC : Radiophare d'alignement de piste

LPV : Performance d'alignement de piste avec guidage vertical

NAVAID : Aide à la navigation

NDB : Radiophare non directionnel

NM : Mille marin

NOTAM : Avis aux navigateurs aériens

NPA : Approche de non précision

OACI : Organisation de l'aviation civile internationale

PBN : Navigation fondée sur les performances

PinS : Point dans l'espace

RF : Arc de rayon constant jusqu'à un repère

RNAV : Navigation de surface

RNP : Qualité de navigation requise

RNP AR : Autorisation requise pour la RNP

SBAS : Système de renforcement satellitaire

SID : Départ normalisé aux instruments

STAR : Arrivée normalisée en région terminale

TMA : Région de contrôle terminale

VNAV : Navigation verticale

VOR : Radiophare omnidirectionnel à très haute fréquence

WGS 84 : Système géodésique mondial 1984