

CHAPITRE 2

LE CONCEPT PBN

2.1. Introduction

De nouveaux concepts et systèmes avancés peuvent offrir des améliorations potentielles en termes de sûreté, d'efficacité et d'économie de vol, à condition que leur mise en œuvre soit réalisée d'une manière coordonnée avec un processus de planification harmonisé avec les plans régionaux et le plan mondial.

L'objectif visé par ce chapitre est d'introduire le concept de la navigation fondée sur les performances qui a apporté un changement majeur dans la conception de l'espace aérien. Il insiste aussi sur la désignation des spécifications de navigation RNAV et RNP ainsi que leur distinction. Il traite des orientations sur la façon de mettre en œuvre des applications.

Le présent chapitre explique également comment les responsables de la planification de l'espace aérien, concepteurs de procédures, autorités de navigabilité, contrôleurs et pilotes utilisent le concept de PBN.

2.2. Historique

Le concept de navigation fondée sur les performances (PBN) a pris naissance à l'OACI. La résolution n° 23 de la 36^e Assemblée générale de l'OACI demande aux Régions d'avoir établi des plans de mise en œuvre de la PBN avant la fin de 2009.

2.3. Origine de la PBN

La RNAV basée sur le concept RNP OACI telle qu'elle est définie dans « le manuel RNP » pouvait être interprétée sous différentes façons. En effet, un Etat ou industriel peut choisir pour une même opération :

- RNP x, x variable ;
- RNP avec ou sans intégrité ;
- Spécifications de fonction RNAV très diverses.

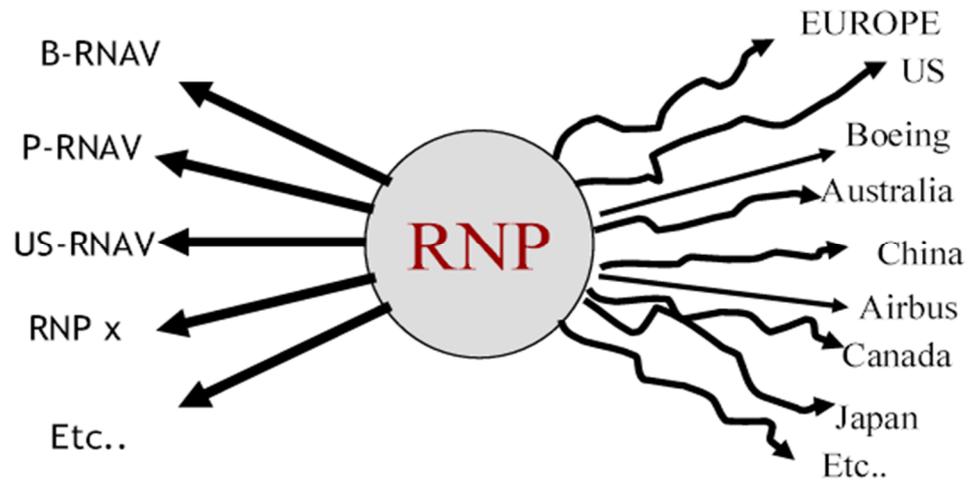


Figure 2.1 : le concept RNP [1]

Cette situation présentait une forte contrainte pour l'aviation, c'est pour cela que l'OACI a décidé, suite à la 11ième Conférence de la navigation aérienne (2004), de remplacer le concept RNP du « Manuel RNP » par le concept PBN qui a apporté les résultats suivants :

- La création d'un Study Group (RNPSORSG) spécialement dédié ;
- L'apparition d'un nouveau document de référence : « Performance Based Navigation Manuel PBN (Doc 9613) », publié début 2007.

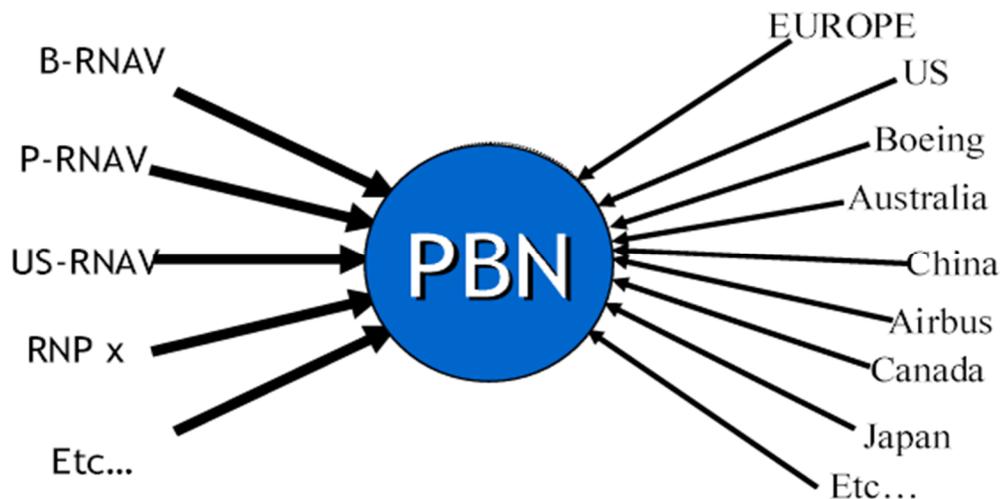


Figure 2.2 : Le concept PBN [1]

Le concept PBN remplace le concept RNP.

2.4. Mise en œuvre du concept PBN

Depuis 2007, le manuel PBN de l'OACI est le nouveau document de référence accepté par tous les acteurs. Le concept PBN a été mis en place dans le but d'harmoniser les différents développements issus des compagnies aériennes, des constructeurs et des ANSPs

La mise en œuvre du concept de la navigation fondée sur les performances permettra par l'application de minimas de séparation réduits, d'accroître la capacité d'améliorer l'efficacité, apportant des avantages aux exploitants dont les aéronefs répondent aux spécifications de performance.

En vue d'une utilisation optimale de l'espace aérien, tous les pays doivent procéder à la mise en place progressive du PBN dans leur espace et publier un plan de déploiement du PBN.

2.5. Contenu du manuel PBN

Le manuel PBN contient deux volumes qui sont définis comme suit :

Volume I : Concept et éléments d'orientation

- ✓ **Partie A**: Concept de la navigation fondée sur la performance ;
- ✓ **Partie B**: Eléments d'orientation pour la mise en œuvre.

Volume II : Mise en œuvre de la RNAV et de la RNP

- ✓ **Partie B** :
 - Mettre en œuvre la RNAV ;
 - Mettre en œuvre RNAV10, RNAV5, RNAV1 et 2.
- ✓ **Partie C** :
 - Mettre en œuvre la RNP ;
 - Mettre en œuvre RNP4, RNP1 ou 2, Basic RNP, RNP0.3, Barométrique VNAV.

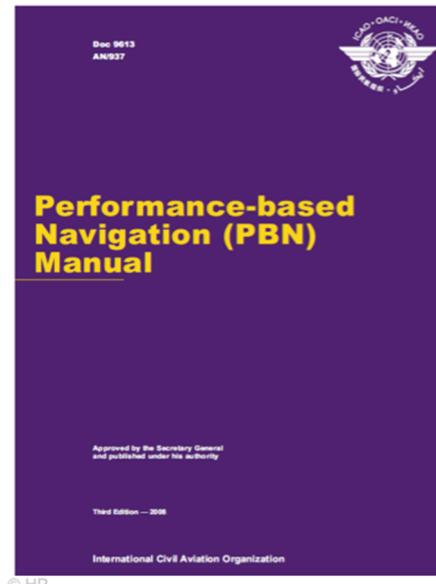


Figure 2.3 : Le manuel PBN [2]

2.6. Principe de la navigation fondée sur les performances

La navigation fondée sur les performances (PBN) est définie comme étant un type de navigation de surface (RNAV) faisant l'objet d'exigences de performances de navigation prescrites dans des spécifications de navigation. Ce concept englobe la navigation de surface (RNAV) et la performance requise de navigation (RNP) et de plus révisé le concept actuel de RNP qui portent sur toutes les phases du vol.

La navigation fondée sur les performances est de plus en plus vue comme la solution la plus pratique pour réguler le domaine des systèmes de navigation, actuellement en augmentation. Elle définit le cadre global des besoins harmonisés de la navigation moderne, qui n'existait pas auparavant ou qui n'existait qu'à l'échelon régional. Elle soutient les applications actuelles et futures des technologies de la navigation de surface qui offrent de nombreux avantages.

Les avantages de cette approche résident dans le fait qu'elle fournit clairement des approbations opérationnelles permettant d'exécuter des trajectoires de vol prévisibles et harmonisées pour une utilisation plus efficace des aéronefs en autorisant les montées et les descentes continues. Ceci permet aussi l'amélioration de la sécurité notamment pendant la phase d'approche grâce à une réduction des impacts sans perte de contrôle (CFIT), une

grande capacité de l'espace aérien, une économie sur la consommation de carburant, et la résolution des problèmes environnementaux.

2.7. Terminologie du Contexte de la PBN

D'une manière générale, le concept PBN permet d'effectuer un passage d'une approche limitée fondée sur la précision de navigation vers une approche plus étendue pour les performances requises en termes de précision, d'intégrité, de continuité et de disponibilité, ainsi que des descriptions de la réalisation de ses performances en termes d'équipements à bord et d'exigences pour l'équipage.

S'appuyant sur l'utilisation d'un système de navigation de surface (RNAV), ce concept est un des éléments habilitants d'un concept d'espace aérien, dont les communications, la surveillance ATS et l'ATM sont aussi des éléments essentiels.

Il y a deux composantes dont les apports sont essentiels pour l'application de la PBN :

- 1) l'infrastructure d'aides à la navigation (au sol et dans l'espace) permettant que le système fonctionne ;
- 2) les exigences énoncées dans la spécification de navigation appropriée.

L'application de ces composantes aux routes ATS et aux procédures aux instruments dans le contexte du concept d'espace aérien a pour résultat une troisième composante :

- 3) l'application de navigation.

Où :

- ✓ **Infrastructure d'aides à la navigation** : Les infrastructures d'aides à la navigation sont des aides de navigation, spatiales ou au sol, disponibles pour satisfaire aux exigences de la spécification de navigation.
- ✓ **Spécification de navigation** : La spécification de navigation est un ensemble de conditions à remplir par un aéronef et un équipage de conduite pour l'exécution de vols en navigation fondée sur les performances dans un espace aérien défini. Elle définit les

performances requises du système RNAV ainsi que tous besoins fonctionnels, telle la possibilité d'exécuter des procédures à trajectoire courbe ou de suivre des routes décalées parallèles.

- ✓ **Application de navigation :** L'application d'une spécification de navigation et de l'infrastructure d'aides à la navigation correspondante à des routes, des procédures et/ou un volume d'espace aérien défini, en accord avec le concept d'espace aérien envisagé.

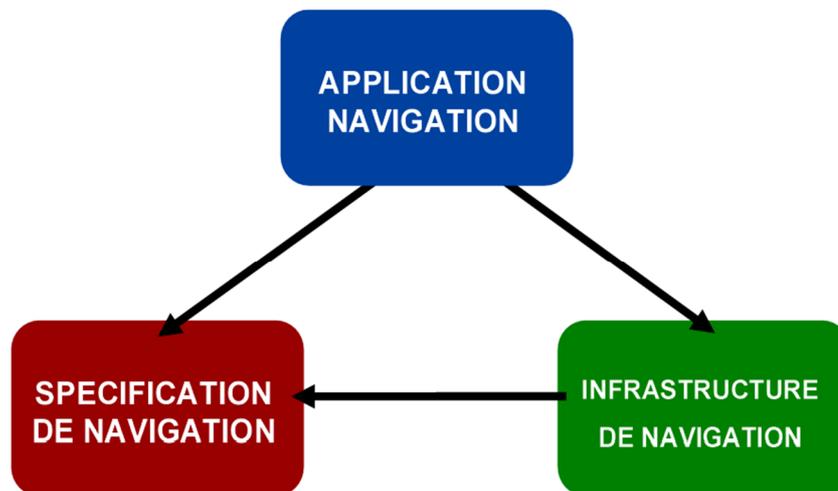


Figure 2.4: Les composants du concept PBN [1]

L'application de navigation consiste à l'utilisation d'une **spécification de navigation** et d'une **infrastructure de navigation** qui permet à un aéronef d'évoluer dans un espace désigné, sur une route ou une procédure avec un niveau de performance requis.

Exemple en région terminale :

- spécification de navigation : RNAV1 (1NM of accuracy (1NM de précision)).
- Infrastructure de navigation : GNSS ou DME/DME.

L'infrastructure de navigation consiste en :

- ✓ Aides à la navigation :
 - Basées au sol : DME et VOR ;
 - Avec segment spatial (élément GNSS définis dans l'annexe 10).

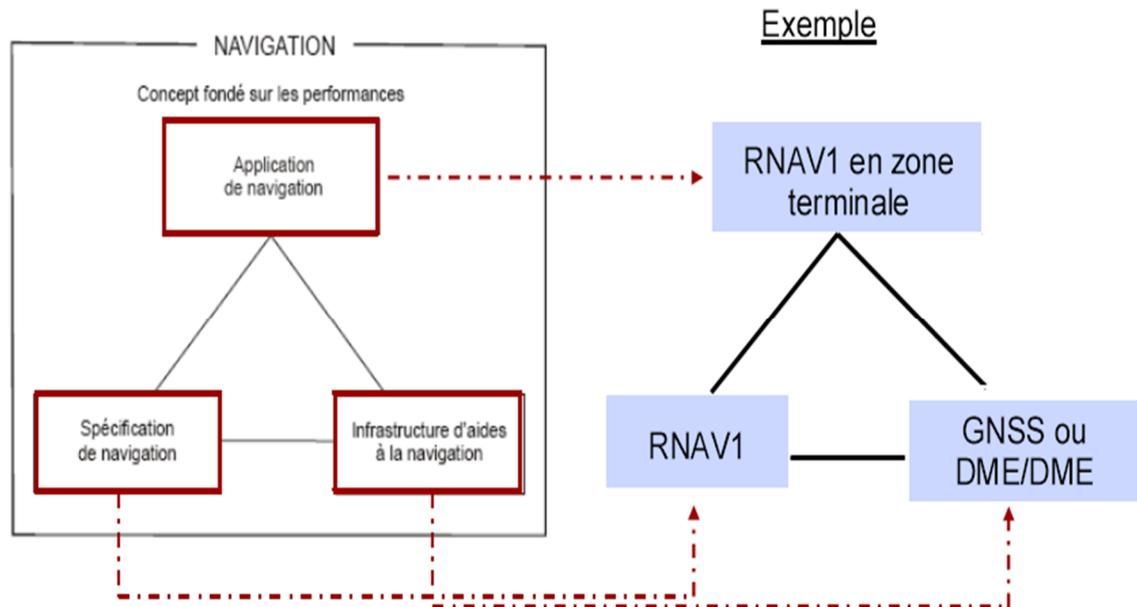


Figure 2.5 : Exemple illustratif des composants du concept PBN [1]

2.8. La spécification de navigation

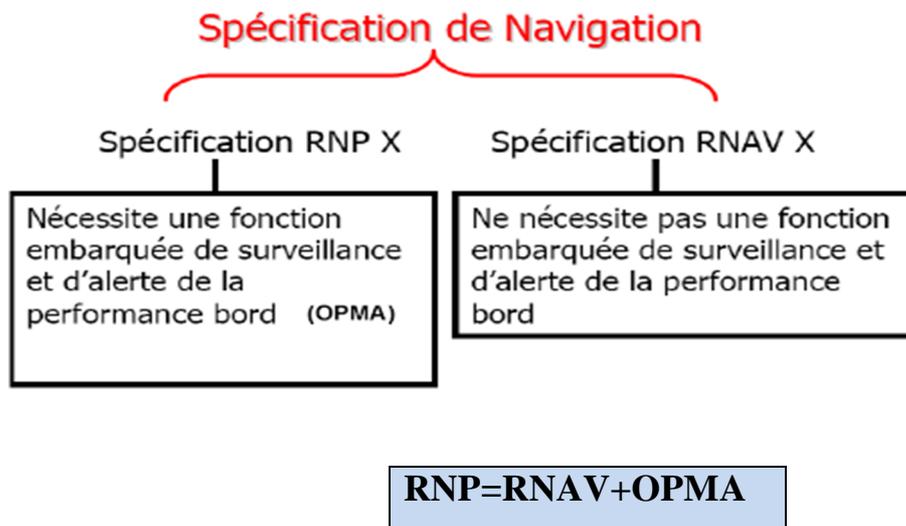
Comme il a été décrit dans le manuel PBN (Doc 9613 AN/937 ; 2008), la spécification de navigation sert de base à un État pour élaborer ses documents d’approbation de navigabilité et d’approbation opérationnelle. Elle explique en détail les performances requises du système RNAV en termes de précision, d’intégrité, de disponibilité et de continuité, les fonctionnalités de navigation que le système RNAV doit posséder, les capteurs (senseurs) de navigation qui doivent être intégrés dans le système RNAV, et les conditions à remplir par l’équipage de conduite[2]. Ces dernières figurent dans le Volume II du manuel cité ci-dessus.

La navigation basée sur les performances comporte deux types de spécification de navigation :

- **Spécification de la performance de navigation requise (RNP) :** une spécification de navigation fondée sur la navigation de surface, **avec** fonction embarquée de surveillance et d’alerte de la performance de bord (On board Performance Monitoring and Alerting Function), et qui est désignée par le préfixe RNP; ex : RNP 4, RNP APCH.

- **Spécification RNAV** : une spécification de navigation fondée sur la navigation de surface, **sans** fonction embarquée de surveillance et d’alerte de la performance de bord (On board Performance Monitoring and Alerting Function), et qui est désignée par le préfixe RNAV; ex : RNAV 5, RNAV 1.

Les spécifications RNAV et RNP sont fondamentalement similaires. En effet, la principale différence entre elles est la fonction de surveillance et alerte à bord en ce qui concerne les performances dont la RNP inclut cette obligation. Ces spécifications de navigation sont développées pour toutes les phases de vol de l’océanique à l’approche dont l’objectif est de standardiser.



La variable « x » fait référence à la précision latérale de navigation requise 95% de temps de vol, ou autre désignateur (ex: RNAV 5 ou RNP APCH).

La précision de navigation est exprimée par un chiffre (ex : RNAV 5, RNP 0,3) qui représente l'écart latéral maximal de l'aéronef pendant 95% du temps de vol total.

Le manuel de l'OACI relatif à la navigation fondée sur les performances PBN explique en détail le concept de PBN en identifiant les relations entre applications RNAV et RNP ainsi que les avantages et les limitations du choix de l'une ou de l'autre comme mode de navigation requis pour un concept d'espace aérien. Il vise aussi à donner des éléments d'orientation pratiques aux États, fournisseurs de services de navigation aérienne et usagers de l'espace aérien, sur la façon de mettre en œuvre les applications RNAV et RNP, et la

façon d'assurer que les exigences de performances sont appropriées pour l'application prévue.

Les applications utilisées ci-après sont les suivantes :

- **RNAV 5** : utilisée pour appuyer des opérations RNAV dans le cadre de certains segments d'arrivée et de départ.
- **RNAV 1** : utilisée pour appuyer des opérations RNAV dans le cadre de SID, de STAR et d'approches jusqu'au FAF/FAP.
- **RNP 1 de base** : utilisée pour appuyer des opérations RNAV dans le cadre de SID, de STAR et d'approches jusqu'au FAF/FAP sans surveillance ATS ou avec surveillance ATS limitée et en présence d'une circulation de densité moyenne à faible.

Le Manuel PBN contient les spécifications de navigation applicables à deux types d'approches RNP :

- a) L'approche « basique » RNP APCH approche basique dite RNP APCH ;
 - b) L'approche « spécifique » approche spécifique dite RNP AR (AR pour 'Autorization Required')
- **RNP APCH** : basée sur les approches RNAV (GNSS) existantes, utilisée pour appuyer des approches en RNAV avec segment d'approche finale à RNP 0,3, constituées de segments rectilignes.
 - **RNP (AR) APCH** : utilisée pour appuyer des approches en RNAV avec segment d'approche finale à RNP 0,3 ou moins, constituées de segments rectilignes et/ou de segments à rayon fixe.

Étant donné que les exigences spécifiques en matière de performances sont définies pour chaque spécification de navigation ; un avion approuvé pour une spécification RNP ne l'est pas automatiquement pour toutes les spécifications RNAV. De même, un avion approuvé pour une spécification RNP ou RNAV dont les exigences de précision sont rigoureuses

(ex : spécification RNP 0,3) n'est pas automatiquement approuvé pour une spécification de navigation dont les exigences de précision sont moins rigoureuses (ex : RNP 4).

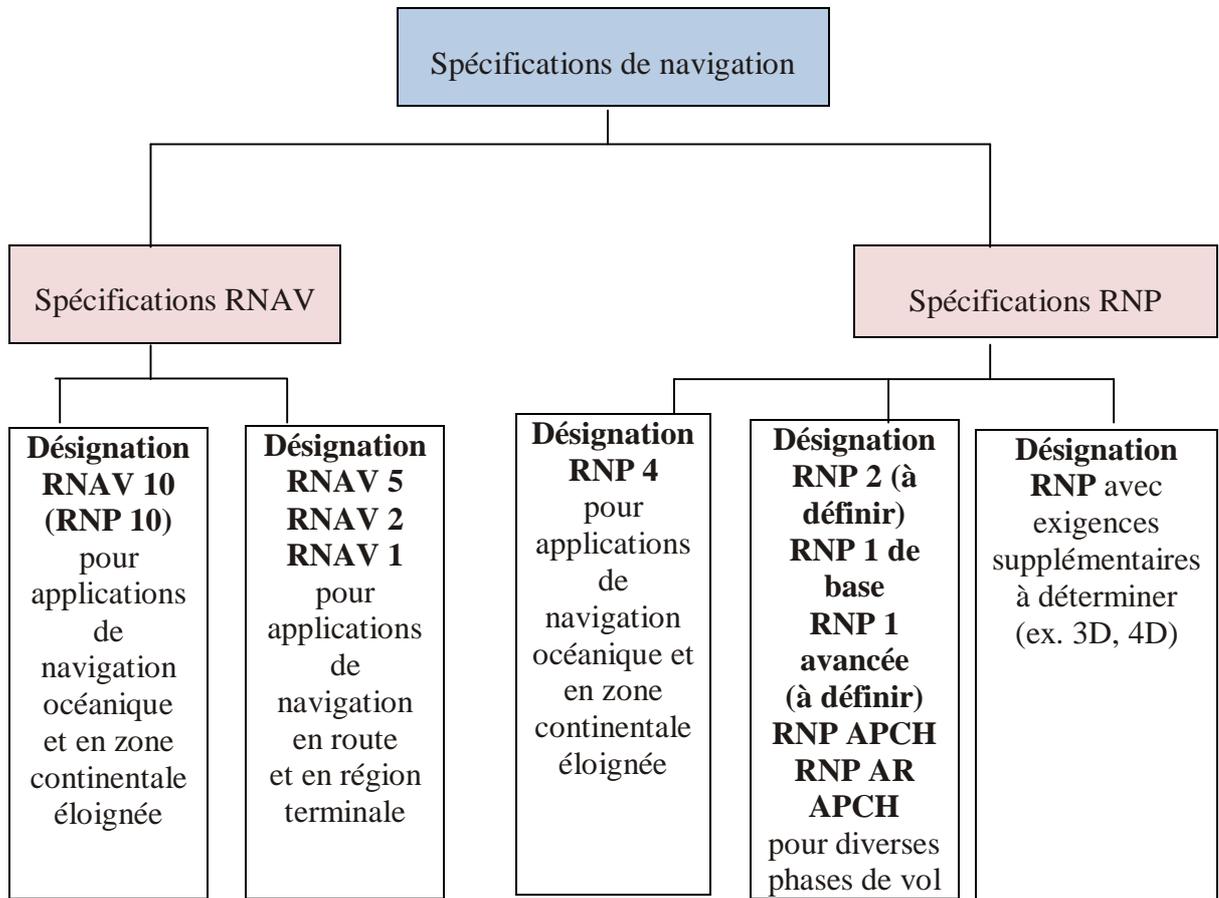


Figure 2.6 : Organigramme des spécifications de navigation [2]

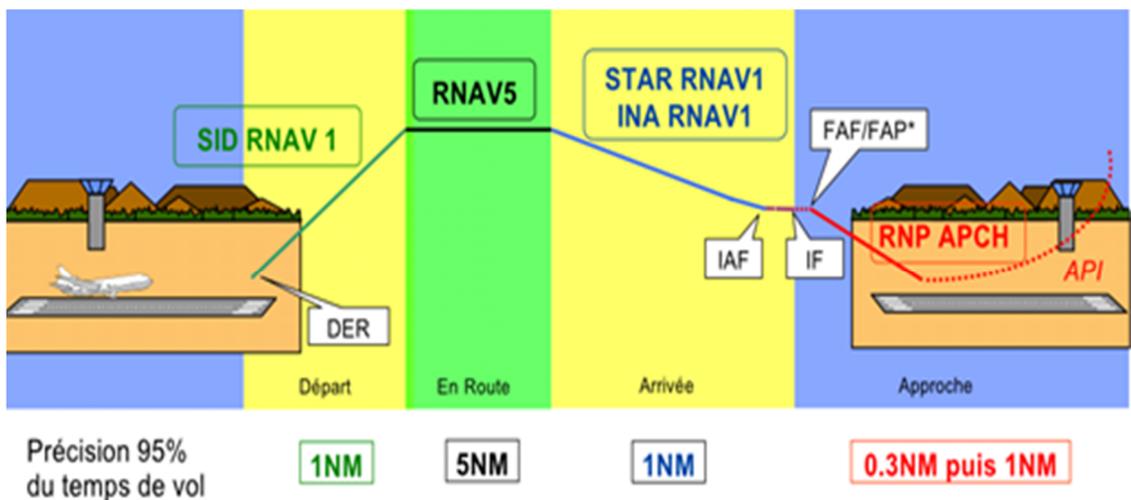


Figure 2.7 : Les applications PBN [1]

2.9. Critères RNP APCH

L'OACI a demandé aux Etats qu'ils mettent en œuvre les opérations décrites dans le manuel PBN [2]. La spécification de navigation RNP APCH donne lieu à des procédures d'approche publiées sous l'appellation « RNAV (GNSS) » qui vont donc se généraliser dans les années qui viennent. Cette appellation est héritée des années précédant la publication du manuel PBN. Elle a été conservée pour des raisons (économiques et techniques) liées aux bases de données aéronautiques présentes à bord des aéronefs.

La précision de navigation requise pour le segment d'approche finale ne permet pas l'utilisation des spécifications RNAV 1. Aussi, afin de permettre l'approche finale, le concept PBN a retenu le critère de performance RNP 0,3 pour spécification de navigation à travers la spécification de navigation RNP APCH.

2.10. Objectifs OACI de déploiement du PBN

2.10.1. Application PBN selon la zone/type d'opération

➤ **En route :**

Dans cette phase, l'exploitation peut être classée sous les rubriques suivantes : océanique, continentale éloignée et continentale. Les besoins opérationnels ATM pour l'exploitation en route sont : **RNAV-10, RNP-4, RNAV-5, RNAV-2 et RNAV-1**.

➤ **TMA :**

L'exploitation en TMA a ses propres caractéristiques, prenant en considération les 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** de base dans un environnement sans surveillance.

➤ **Approche :**

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

2.10.2. Procédures d'approche finale de type 'APV'

Lorsqu'un guidage vertical est disponible, il est alors possible de créer des procédures APV. 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 l'utilisation de systèmes moins précis que l'ILS tout en assurant un guidage vertical stabilisé.

Deux techniques peuvent être utilisées 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).

Tableau 2.1 : Application PBN [1]

Domaine d'opération	Spécification Navigation Applicable		Objectif de mise en œuvre
	RNAV	RNP	
Océanique/désertique	RNAV10	RNP4	PLAN complet de mise en œuvre pour 2009
En route/continental	RNAV5		
	RNAV2		
	RNAV1		
Zone terminale	RNAV2	Basic RNP 1	
	RNAV1		
Zone approche		RNP APCH	APV pour toutes les pistes en 2016
		RNP AR APCH	

2.11. Opérations PBN et senseurs

Le tableau suivant indique les capacités de navigation en fonction de la disponibilité des capteurs de bord :

Tableau 1.2 : Opérations PBN et senseurs [1]

	RNAV 5	SID RNAV1 STAR RNAV1 INA RNAV1	RNP APCH		
			NPA	APV Baro VNAV	APV SBAS
VOR/DME					
DME/DME (INS)					
GNSS ABAS					
SBAS					

N.B :

Les opérations PBN actuellement déployées en France autorisent l'utilisation de capteurs (senseurs) aussi bien conventionnels que satellitaires [1].

En revanche, les approches RNP APCH ne reposent que sur des capteurs (senseurs) satellitaires.

2.12. Avantages de la PBN

Le concept PBN, dans le contexte d'un système mondial de gestion du trafic aérien, a été conçu pour répondre aux objectifs suivants :

- a) réduire la nécessité de maintenir des routes et des procédures à capteurs spécifiés, avec les coûts y afférents ;
- b) éviter la nécessité de mettre au point des opérations à capteurs spécifiés à chaque évolution nouvelle des systèmes de navigation, ce qui serait prohibitif sur le plan des coûts ;
- c) utiliser l'espace aérien d'une façon plus efficiente (choix de l'emplacement des routes, efficacité énergétique, atténuation du bruit) ;

- d) indiquer plus clairement comment les systèmes RNAV sont utilisés ;

- e) faciliter le processus d’approbation opérationnelle pour les exploitants en permettant d’établir un ensemble limité de spécifications de navigation destinées à une utilisation mondiale.

2.13. Conclusion

Le plan de la navigation basée sur les performances PBN met l’accent sur l’engagement des pays dans la voie de la modernisation de son espace aérien et l’amélioration des services fournis aux usagers de cet espace aérien.

En identifiant les relations entre applications RNAV et RNP ainsi que les avantages et les limitations du choix de l’une ou de l’autre comme mode de navigation requis pour un concept d’espace aérien, le manuel PBN vise à introduire des éléments d’orientation pratiques aux États, fournisseurs de services de navigation aérienne et usagers de l’espace aérien, sur la façon de mettre en œuvre les applications RNAV et RNP, et d’assurer que les exigences de performances sont appropriées pour l’application prévue.