



Bamako, le

18 SEPT 2017

Le Directeur Général de l'Agence
Nationale de l'Aviation Civile

03849 [stamp] [initials]
N°17/_____/ANAC/DG/DSA/SNA/BGTA

A

Monsieur le Directeur Régional du Bureau
Afrique Occidentale et Centrale de l'OACI

Fax : 00 (221) 33 820 32 59

Email : icaowacaf@dakar.icao.int

= Dakar =

Objet : Transmission du Plan National de mise en œuvre de la Navigation fondée
sur les performances (PBN) du Mali

Pièce jointe :

- Plan National PBN

Monsieur le Directeur Régional,

Faisant suite à la Résolution A37-11 de l'Assemblée, j'ai l'honneur de vous faire parvenir ci-joint, pour publication, le Plan national de mise en œuvre de la navigation fondée sur les performances (PBN) du Mali adopté par décision N° 17-00436/ANAC/DG/DSA du 13 septembre 2017.

Aussi, je vous réitère les remerciements du Mali pour l'assistance technique que le bureau WACAF apporte à l'ANAC à travers le programme africain de procédures de vol (AFPP).

Veuillez agréer, **Monsieur le Directeur Régional**, l'assurance de ma considération distinguée.


Oumar Mamadou BA



DECISION N° 17 - 00436 /ANAC/DG/DSA

**PORTANT APPROBATION DU PLAN NATIONAL DE MISE EN ŒUVRE DE LA
NAVIGATION FONDEE SUR LES PERFORMANCES (PBN)**

LE DIRECTEUR GENERAL DE L'AGENCE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE,

- Vu** le Règlement N°08/2013/CM/UEMOA du 26 septembre 2013 portant adoption du code communautaire de l'aviation civile des Etats membres de l'UEMOA ;
- Vu** la Directive N°01/2004/CM/UEMOA du 17 septembre 2004 portant statut des administrations de l'aviation civile des Etats membres de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) ;
- Vu** la Loi N°61-118/AN-RM du 18 août 1961 approuvant l'adhésion du Mali à la Convention relative à l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), signée à Chicago le 7 décembre 1944 ;
- Vu** la Loi N° 2011/014 du 14 mai 2011 portant Code de l'aviation civile ;
- Vu** le Décret n°05- 511/P-RM du 15 novembre 2005 fixant l'organisation et les modalités de fonctionnement de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile ;
- Vu** le Décret N°2013-0471/P-RM du 24 mai 2013 portant réglementation de la circulation des aéronefs civils ;
- Vu** le Décret N°2017-0163/P-RM du 23 février 2017 portant nomination du Directeur General de l'Agence Nationale de l'Aviation Civile ;
- Vu** l'Arrêté N°2014-1014/MET-SG du 01 avril 2014 fixant les modalités d'application des Règlements Aéronautiques du Mali ;
- Vu** la Décision N°2014/0439/ANAC/DG/DSA du 19 août 2014 portant création d'un Comité Technique d'élaboration du Plan National de la Navigation Basée sur les Performances (PBN) et du suivi de sa mise en œuvre ;
- Vu** la Résolution A37-11 de l'Assemblée Générale de l'OACI demandant aux Etats membres de mettre urgemment au point un plan national de mise en œuvre de la PBN ;

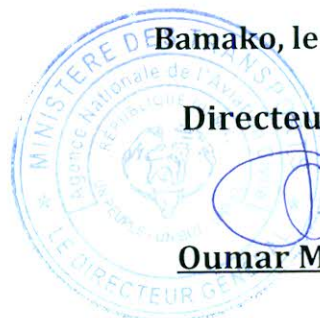
DECIDE :

Article 1^{er} : est approuvé le Plan National de Mise en Œuvre de la Navigation Fondée sur les Performances "PBN".

Article 2 : ledit plan définit la stratégie nationale de mise en œuvre de la PBN à court, moyen et long termes.

Article 3 : le Directeur de la Sécurité Aérienne, le Directeur du Transport Aérien et de la Sûreté et le Directeur des Infrastructures sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente décision qui sera enregistrée, publiée et communiquée partout où besoin sera.

13 SEPT 2017



Bamako, le

Directeur Général

Oumar Mamadou BA

Ampliatiions :

- Original.....	01
- MT... ..	01
- PCA/ANAC.....	01
- Toutes Directions ANAC.....	05
- Tous Services/Bureaux ANAC.....	36
- Armée de l'Air.....	01
- ASECNA (Représentation et Délégation).....	02
- ADM.....	01
- ASAM S.A.....	01
- GAP.....	01
- SAS.....	01
- MAC.....	01
- ARCA/AMEXAGE.....	02
- ARCHIVES.....	01
- J.O.R.M.....	01



Agence Nationale de l'Aviation Civile du Mali

Plan National de Mise en Œuvre de la Navigation Fondée sur les Performances (PBN) du Mali

Edition 01

septembre 2017



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Mali

PLAN NATIONAL DE MISE EN OEUVRE DE LA PBN

Page: 1 de 39
Edition: 01
Date: 11/09/2017

EVOLUTION DU DOCUMENT

Edition	Date	Auteur	Description des évolutions
01	septembre 2017	ANAC	Draft Version 1.01

APPROBATION DU DOCUMENT

	Titre	Nom	Date	Signature
Rédaction	Chef Service Navigation Aérienne et Aérodrome	Ousmane GUINDO	13.-09-2017	
Vérification	Directeur de la Sécurité Aérienne	Issiaka KONAKE	13/09/2017	
Approbation	Directeur Général	Oumar Mamadou BA	13/09/2017	



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Mali

**PLAN NATIONAL DE MISE EN
OEUVRE DE LA PBN**

Page: 2 de 39
Edition: 01
Date: 11/09/2017

LISTE DES PAGES EFFECTIVES

Page	Édition		Amendement	
	numéro	date	numéro	date
1	1	11/09/2017	0	11/09/2017
2	1	11/09/2017	0	11/09/2017
3	1	11/09/2017	0	11/09/2017
4	1	11/09/2017	0	11/09/2017
5	1	11/09/2017	0	11/09/2017
6	1	11/09/2017	0	11/09/2017
7	1	11/09/2017	0	11/09/2017
8	1	11/09/2017	0	11/09/2017
9	1	11/09/2017	0	11/09/2017
10	1	11/09/2017	0	11/09/2017
11	1	11/09/2017	0	11/09/2017
12	1	11/09/2017	0	11/09/2017
13	1	11/09/2017	0	11/09/2017
14	1	11/09/2017	0	11/09/2017
15	1	11/09/2017	0	11/09/2017
16	1	11/09/2017	0	11/09/2017
17	1	11/09/2017	0	11/09/2017
18	1	11/09/2017	0	11/09/2017
19	1	11/09/2017	0	11/09/2017
20	1	11/09/2017	0	11/09/2017
21	1	11/09/2017	0	11/09/2017
22	1	11/09/2017	0	11/09/2017
23	1	11/09/2017	0	11/09/2017
24	1	11/09/2017	0	11/09/2017
25	1	11/09/2017	0	11/09/2017
26	1	11/09/2017	0	11/09/2017
27	1	11/09/2017	0	11/09/2017
28	1	11/09/2017	0	11/09/2017
29	1	11/09/2017	0	11/09/2017
30	1	11/09/2017	0	11/09/2017
31	1	11/09/2017	0	11/09/2017
32	1	11/09/2017	0	11/09/2017

19



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Mali

PLAN NATIONAL DE MISE EN OEUVRE DE LA PBN

Page: 3 de 39
Edition: 01
Date: 11/09/2017

Page	Édition		Amendement	
	numéro	date	numéro	date
33	1	11/09/2017	0	11/09/2017
34	1	11/09/2017	0	11/09/2017
35	1	11/09/2017	0	11/09/2017
36	1	11/09/2017	0	11/09/2017
37	1	11/09/2017	0	11/09/2017
38	1	11/09/2017	0	11/09/2017
39	1	11/09/2017	0	11/09/2017

Handwritten signature or mark.



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Mali

PLAN NATIONAL DE MISE EN OEUVRE DE LA PBN

Page: 4 de 39
Edition: 01
Date: 11/09/2017

INSCRIPTION DES AMENDEMENTS ET RECTIFICATIFS

AMENDEMENTS			
N°	Applicable le	Inscrit le,	par

RECTIFICATIFS			
N°	Applicable le	Inscrit le	par



TABLE DES MATIÈRES

Evolution du document.....	1
Approbation du document.....	1
LISTE DES PAGES EFFECTIVES	2
INSCRIPTION DES AMENDEMENTS ET RECTIFICATIFS	4
I. AVANT PROPOS	7
II. INTRODUCTION.....	8
III. OBJECTIFS DU PLAN PBN ASBU	9
IV. Concepts et avantages de la navigation fondée sur les performances.....	10
IV.1 Concept de la Navigation fondée sur les performances	10
IV.2 Normes pour les équipements embarqués.....	11
IV.3 Avantages de la PBN	12
V. LES DEFIS.....	14
VI. Etat actuel du système CNS/ATM	14
VI.1 Infrastructures CNS	14
VI.1.1 Infrastructures de communication.....	14
VI.1.2 Infrastructures de navigation	15
VI.1.3 Infrastructures de surveillance.....	16
VI.2 Infrastructures ATM.....	16
VI.2.1 Procédures.....	16
VI.2.2 ESPACE AERIEN	18
VI.2.2.1.ESPACE AERIEN SUPERIEUR	19
VI.2.2.2 ESPACE AERIEN INFERIEUR	20
VII. La navigation fondée sur les performances (PBN)	23
VII.1 Etat de mise en œuvre de la RNAV au Mali	23
VII.1.1 Routes ATS, SIDs, STARs et Approches RNAV.....	23
VII.1.2 Flotte aérienne dans l'Espace Aérien du Mali (SURVOL)	24
VII.1.2.1 Aéronefs immatriculés au Mali	24
VII.1.2.2 AÉRONEFS DESSERVANT L'AEROPORT INTERNATIONAL PRESIDENT MODIBO KEITA-SENOU .	25
VII.1.2.3 STATISTIQUES DU TRAFIC AERIEN A L'AEROPORT INTERNATIONAL PRESIDENT MODIBO-SENOU DE 2011 à 2014	26
VII.1.2.4 STATISTIQUES DES AERONEFS EQUIPES PBN QUI FREQUENTENT L'ESPACE DU MALI	26
VII.2 LES ACTEURS.....	27
VII.3. AERODROMES DOTES DE COORDONNEES WGS84	28

↓ 9



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Mali

PLAN NATIONAL DE MISE EN OEUVRE DE LA PBN

Page: 6 de 39
Edition: 01
Date: 11/09/2017

VIII. STRATEGIE DE MISE EN ŒUVRE	29
VIII.1 Stratégie à court terme (2016-2018).....	29
VIII.2 Stratégie à moyen terme (2019-2022).....	30
VIII.2.1 En route (Continental).....	31
VIII.2.2 Zones terminales (arrivées/départs).....	32
VIII.2.3 Approche	32
VIII.2.4 TABLEAU RECAPITULATIF	33
VIII.2.5 Dates cibles de mise en œuvre pour le court et moyen termes.....	34
IX. STRATEGIE A LONG TERME	34
X. TACHES CLES.....	35
X.1 Elaboration de la réglementation.....	35
X.2 Planification et conception des routes et procédures.....	35
X.3 La capacité de l'exploitation	36
X.4 Formation.....	36
X.5 Coordination et harmonisation internationales.....	36
X.6 Principe de securite dans la mise en œuvre.....	37
GLOSSAIRE	38

21

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Mali	PLAN NATIONAL DE MISE EN OEUVRE DE LA PBN	Page: 7 de 39 Edition: 01 Date: 11/09/2017
--	---	--

I. AVANT PROPOS

Les fermetures de compagnies nationales (ex : Air Mali) dues aux coûts d'exploitation élevés, à l'augmentation du coût du carburant et à la situation difficile du Mali ont poussé l'ANAC à envisager une politique de réduction des charges d'exploitation.

La croissance prévue du trafic aérien et la complexité du système de transport aérien pourraient avoir pour conséquences des retards de vols, des perturbations de programmes, des nœuds de trafic, une exploitation des vols inefficace, et des désagréments aux passagers, particulièrement lorsque des conditions météorologiques non prévues et d'autres facteurs imposent des contraintes. En l'absence d'amélioration de l'efficacité et de la productivité du système, le coût des opérations continuera d'augmenter.

Les avancées dans les fonctions de navigation, notamment celles basées sur la PBN, 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 et à montée continue (CCO, CDO) 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.

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

Les mises à niveau du système de transport aérien auront un impact sur les capacités actuelles, à court, moyen et long termes, tout en jetant les bases pour traiter les futurs besoins des acteurs de la communauté aéronautique. En établissant les besoins pour les applications de navigation sur des routes spécifiques, sur un aéroport ou à l'intérieur d'un espace aérien donné, il est nécessaire de définir ces besoins d'une manière claire et concise. Cela permettra de s'assurer que les membres d'équipage et les contrôleurs de la circulation aérienne sont au courant des capacités de navigation de surface (RNAV) à bord et que la qualité du système RNAV soit adaptée aux besoins spécifiques de l'espace aérien.



II. INTRODUCTION

Pour assurer l'amélioration continue de la sécurité du réseau aéronautique mondial, la communauté aéronautique mondiale a fait adopter la PBN par l'assemblée de l'OACI.

Ainsi, le plan de l'OACI pour la sécurité de l'aviation dans le monde (GASP) établit par consensus des cibles adaptées aux capacités existantes et aux objectifs à court, moyen et à long termes des pays et des régions de la planète.

L'un des meilleurs moyens d'améliorer la structure de l'espace aérien reste la mise en œuvre de la Navigation fondée sur les Performances (PBN), ce qui va promouvoir les conditions nécessaires à l'utilisation des Capacités de Navigation de Surface (RNAV) et la Qualité de Navigation Requise (RNP) par un grand nombre d'utilisateurs et de fournisseurs de services.

Le présent plan, prolongement logique du plan régional AFI OACI au niveau de l'Etat, traite la stratégie de mise en œuvre de la PBN à l'échelle nationale.

Le groupe de travail PBN du Mali a pris en compte les préoccupations de tous les utilisateurs de l'espace aérien national.

L'objectif est de fournir des conseils appropriés et des orientations aux fournisseurs de service locaux, aux exploitants et utilisateurs de l'air, aux agences de régulation, ainsi qu'aux exploitants étrangers qui opèrent ou envisagent d'opérer au Mali.

Ces orientations portent sur l'évolution planifiée de la navigation, en tant qu'élément clé qui sous-tend la gestion du trafic aérien (ATM) et décrit les applications de navigation RNAV et RNP qui vont être mises en œuvre à court, moyen et long termes.

Le plan a également pour but d'assister les utilisateurs de l'espace aérien dans la mise en place du système de transition vers la PBN et dans la stratégie d'investissement.

Le présent plan :

- Analyse l'état actuel de l'environnement du transport aérien en termes d'infrastructures CNS, procédures et flotte aérienne ;
- Définit les spécifications de navigation pour l'en-route, les zones terminales et l'approche à court, moyen et long termes ;
- Spécifie les exigences opérationnelles qui sous-tendent la mise en œuvre de la PBN dans l'espace aérien national;
- Définit le plan d'action qui garantira la mise en œuvre effective et efficiente de la PBN.

J g



III. OBJECTIFS DU PLAN PBN ASBU

Le plan national de mise en œuvre de la PBN définissant les grandes lignes pour la mise en œuvre de la PBN au Mali, est un document évolutif en fonction des besoins identifiés. Il a pour objectifs de:

- a) Présenter une stratégie de haut niveau pour l'évolution des applications de navigation à mettre en œuvre au Mali dans le court, moyen et long termes. Cette stratégie basée sur les concepts de la navigation fondée sur les performances (PBN), de la navigation de surface (RNAV) et de la qualité de navigation requise (RNP) seront applicables à l'exploitation technique des aéronefs, aux approches aux instruments, aux routes de départs normalisés aux instruments (SID), aux routes d'arrivées normalisées aux instruments (STARs) et aux routes ATS dans les régions continentales conformément aux objectifs de mise en œuvre de la Résolution A37-11 "Objectifs mondiaux pour la navigation fondée sur les performances" de l'OACI ;
- b) S'assurer que la mise en œuvre de la composante navigation du système ATM/CNS est fondée sur des exigences opérationnelles clairement établies ;
- c) Éviter de rendre obligatoire de multiples équipements à bord des avions et/ou exiger de multiples systèmes au sol qui ne se justifient pas ;
- d) Éviter le besoin de multiples certifications et approbations pour les opérations régionales ou inter-régionales ;
- e) Empêcher que les intérêts commerciaux n'aillent au-delà des exigences opérationnelles ATM, générant des coûts inutiles aussi bien pour le Mali que pour les usagers de l'espace.



IV. CONCEPTS ET AVANTAGES DE LA NAVIGATION FONDEE SUR LES PERFORMANCES

IV.1 CONCEPT DE LA NAVIGATION FONDEE SUR LES PERFORMANCES

La navigation fondée sur les performances (PBN) est un concept qui regroupe la navigation de surface (RNAV) et la qualité de navigation requise (RNP). La navigation fondée sur les performances est de plus en plus vue comme étant la solution la plus pratique pour réguler le domaine en expansion des systèmes de navigation.

Dans l'approche traditionnelle, chaque nouvelle technologie est associée à une gamme de critères spécifiques pour le franchissement d'obstacle, la séparation entre aéronefs, les aspects opérationnels (par exemple procédures d'arrivée et d'approche), la formation opérationnelle des membres de l'équipage de conduite et des contrôleurs de la circulation aérienne. Toutefois, cette approche orientée vers le système impose des efforts et des coûts supplémentaires aux Etats, aux compagnies aériennes et aux fournisseurs des services de navigation aérienne (ANSP).

La navigation fondée sur les performances élimine le besoin d'investissements redondants en élaborant des critères, en modifications opérationnelles et en formation. Au lieu de développer une exploitation autour d'un système particulier, sous la navigation fondée sur les performances, l'exploitation est définie en fonction des objectifs opérationnels, et les systèmes disponibles sont alors évalués pour déterminer la mesure dans laquelle ils peuvent appuyer l'exploitation.

Le concept PBN spécifie les critères de performance du système RNAV en termes de précision, d'intégrité, de disponibilité, de continuité et de fonctionnalité requises pour l'exploitation envisagée dans le contexte d'un concept d'espace aérien particulier. Le concept PBN représente une évolution de la navigation fondée sur les capteurs de navigation vers la navigation fondée sur les performances. Les critères de performance sont identifiés par des spécifications de navigation, lesquelles identifient aussi le choix des capteurs de navigation et des équipements devant être utilisés pour satisfaire les critères de performance. Ces spécifications de navigation sont définies à un niveau de détail suffisant pour faciliter l'harmonisation mondiale en fournissant des éléments indicatifs pour la mise en œuvre par les Etats et les exploitants.

19



IV.2 NORMES POUR LES EQUIPEMENTS EMBARQUES

Il est de la responsabilité des exploitants de s'assurer que dans leurs aéronefs sont installés les systèmes avioniques qui leur permettent d'évoluer dans l'environnement PBN tel que déterminé par l'Agence Nationale de l'Aviation Civile du Mali.

Spécification de Navigation PBN de l'OACI	Modes de Navigation Primaires	Infrastructures Navais au Sol	Communications/ Surveillance
RNAV-10 (RNP-10)	GNSS, INS/IRS	Non Applicable	Non spécifié
RNAV-5	GNSS, DME/DME,	VOR/DME DME, VOR	Voix / Radar
RNAV-1/2	GNSS, DME/DME, INS/IRS	DME	Voix / Radar
RNP-4	GNSS	Non Applicable	Voix (ou CPDLC)/ADS-C (supportant une séparation 30NM×30NM)
RNP-1 Basic	GNSS, DME/DME	DME	Communication ou surveillance non spécifié
RNP Approach	GNSS, DME/DME	VOR, DME, (Approche interrompue)	Communication ou surveillance non spécifié
RNP AR ARCH Approach	GNSS	Non Applicable	Communication ou surveillance non spécifié

Moyens CNS pour les aéronefs pour les différentes spécifications PBN

Handwritten signature or initials in blue ink.



IV.3 AVANTAGES DE LA PBN

La PBN offre un certain nombre d'avantages par rapport à la méthode basée sur le capteur de navigation pour élaborer les critères d'espace aérien et de franchissement d'obstacle. Notamment, la PBN:

- ☐ renforce la sécurité en utilisant des procédures d'approche en trois dimensions (3D) avec un guidage de la trajectoire vers la piste ;
- ☐ réduit les risques d'impact sans perte de contrôle (CFIT) grâce au guidage latéral et vertical vers la piste ;
- ☐ réduit la largeur des routes ATS permettant les voies aériennes unidirectionnelles ;
- ☐ augmente le nombre de routes ATS pour réduire l'engorgement et permettre la croissance projetée ;
- ☐ diminue les retards grâce à des conceptions efficaces de courants de trafic et aux procédures RNAV d'approche en descente et/ou montée continue (CCO/CDO) ;
- ☐ réduit le besoin de maintenir des routes et des procédures basées sur les capteurs de navigation, ainsi que les coûts connexes. Par exemple, le déplacement d'une installation VOR au sol peut avoir un impact sur des douzaines de procédures, étant donné que ladite installation VOR peut être utilisée pour des routes, des approches VOR, ou comme faisant partie de procédures d'approche interrompue, etc. De nouvelles procédures basées sur le capteur de navigation auront tendance à augmenter les coûts, et la croissance rapide des systèmes de navigation disponibles risquerait bientôt de rendre ces coûts prohibitifs ;
- ☐ évite le besoin de développer une exploitation spécifique au capteur de navigation pour chaque évolution des systèmes de navigation aérienne, qui pourrait engendrer des coûts prohibitifs. Il est prévu que l'expansion des services de navigation par satellite continuera à entretenir divers systèmes RNAV embarqués sur différents aéronefs. L'équipement GNSS d'origine est en train d'évoluer à cause des systèmes de renforcement SBAS, GBAS et ABAS, tandis que l'introduction de Galileo et la modernisation du GPS et de GLONASS améliorera plus encore les performances. L'intégration du GNSS et des systèmes inertiels se développe de plus en plus ;
- ☐ permet une utilisation plus efficace de l'espace aérien (emplacement des routes, économie de carburant, atténuation du bruit, réduction de l'émission de CO₂) ;
- ☐ facilite le processus d'approbation opérationnelle pour les exploitants en fournissant un ensemble réduit de spécifications de navigation d'application mondiale.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Mali	PLAN NATIONAL DE MISE EN OEUVRE DE LA PBN	Page: 13 de 39 Edition: 01 Date: 11/09/2017
--	---	---

Les spécifications RNAV et RNP permettent une conception plus efficace de l'espace aérien et des procédures, ce qui se traduit par l'amélioration de la sécurité, de l'accès, de la capacité, de la prédictibilité, de l'efficacité opérationnelle et des effets environnementaux. En particulier, la RNAV et la RNP peuvent:

- a) améliorer l'accès aux aéroports et à l'espace aérien en tout temps, et donne la possibilité de satisfaire les contraintes d'environnement et de franchissement d'obstacles ;
- b) améliorer la fiabilité et réduire les retards grâce à une définition plus précise des procédures en Espace Terminal avec des routes parallèles et des couloirs d'espace aérien optimisés du point de vue de l'environnement. Les systèmes de gestion des vols (FMS) se chargeront alors de réaliser les économies de temps et d'argent en gérant de manière plus efficace les profils de montée, de descente et les performances des moteurs ;
- c) améliorer l'efficacité et la souplesse en permettant de plus en plus aux exploitants d'utiliser des trajectoires de vol préférentielles dans tout l'espace aérien et à toutes les altitudes de vol. Ce qui sera particulièrement utile pour le maintien de l'intégrité des programmes de vol en cas de phénomènes météorologiques convectifs ;
- d) réduire la charge de travail et améliorer la productivité des contrôleurs de la circulation aérienne.

Note :

- La CDO se caractérise par des descentes à profil optimisé à des réglages minimums de poussée moteur, qui se traduisent par une réduction de la consommation de carburant, des émissions de GES et des niveaux de bruit. La fonctionnalité de la navigation fondée sur les performances ou PBN fait par ailleurs en sorte qu'il soit possible de modifier la trajectoire latérale pour éviter les zones sensibles au bruit.
- La CCO permet à l'aéronef d'atteindre et de maintenir son altitude/niveau de vol optimum, sans interruption de montée (mise en palier). Il s'en suit une réduction du bruit, de la consommation de carburant et des émissions de GES, ainsi qu'une optimisation de la phase de départ du vol. La fonctionnalité de la PBN permet également de modifier la trajectoire latérale pour éviter les zones sensibles au bruit.

79

V. LES DEFIS

Au regard de l'évolution du transport aérien au niveau national, la mise en œuvre de la PBN permettra de relever un certain nombre de défis notamment :

- sur le plan environnemental, dont le principal objectif est de mettre en œuvre les recommandations qui seront issues de l'étude en cours sur l'impact du transport aérien national sur l'environnement ;
- les projets de réhabilitations des aéroports internationaux du Mali, ce qui induira une augmentation du trafic à ce niveau ;
- l'efficacité opérationnelle ;
- la réduction de la charge de travail du contrôleur ;
- l'augmentation de la capacité d'exploitation des aérodrômes dans la configuration d'une seule piste ;
- la définition des trajectoires d'arrivée et de départ sécurisées ;
- la réduction des minima d'exploitation opérationnelle.

VI. ETAT ACTUEL DU SYSTEME CNS/ATM

VI.1 INFRASTRUCTURES CNS

En termes d'infrastructures, le Mali dispose des équipements dans les systèmes suivants :

- Système de communication
- Système de Navigation
- Système de Surveillance

VI.1.1 INFRASTRUCTURES DE COMMUNICATION

VI.1.1.1. Communications Air/Sol

- Liaisons CPDLC (FIR Niamey, FIR Dakar)
- Couverture VHF avec VSAT déportés

19



- Couverture HF
- BAMAKO CCR 125.4 MHz
- BAMAKO TOUR 118.3 MHz
- MOPTI TWR : 118,2 MHz
- GAO TOUR : 118,5 MHz
- KAYES TOUR: 118,1 MHz
- TOMBOUCTOU AFIS: 118,3 MHz
- SIKASSO AFIS 118,1 MHz

Espace aérien couvert :

- CTR : CTR Bamako, CTR Gao, CTR Mopti, CTR Kayes, CTR Sikasso
- TMA : TMA Bamako, TMA Gao, TMA Mopti/ UTA Bamako
- Routes ATS en espace aérien supérieur couvertes:
 - UA 600(Nouadhibou/Nouakchott/Bamako/Niamey)
 - UA 601 (Dakar/Tambacounda/Bamako/Bobo Dioulasso/Tamale/Cotonou)
 - UA 603(Gao/Accra), UA 612(Conakry/Bamako/Mopti/Gao)
 - UB 727 (Freetown/Bamako/Tombouctou/Tessalit/Tamanrasset)
 - UB 735/ UM108 (Timimoun/Bamako)
 - UG 615 (Mopti/Kiffa/Nouakchott)
 - UG854 (Ouagadougou/Bobo/Kankan/Conakry)
 - UM974 (Niamey/Mopti/Dakar)
 - UG860 (Ouagadougou/Bamako)
 - UG852 (Monrovia/Bamako)
 - UP685 (Bamako/Kumasi/Accra)
 - UG851 (Zoueratt/Bamako/Abidjan)
 - UR977/UM122 (Agadir/Bamako).

VI.1.1.2. Communications Sol/Sol

- RSFTA
- Liaison INMARSAT
- RTC (Radio Téléphonique Commuté)

VI.1.2 INFRASTRUCTURES DE NAVIGATION

- 05 VORs (Bamako, GAO, Kayes, Mopti, Tombouctou)
- 04-DME (Bamako, Kayes, Tombouctou, GAO)
- 01 NDB (Nioro)

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Mali	PLAN NATIONAL DE MISE EN OEUVRE DE LA PBN	Page: 16 de 39 Edition: 01 Date: 11/09/2017
--	---	---

- 02 ILS (Bamako, Tombouctou)

VI.1.3 INFRASTRUCTURES DE SURVEILLANCE

☐ Radar Secondaire de Bamako :

- Type : SSR
- Coordonnées de l'antenne : LAT : 12°32'36.42" N - LONG : 007°55'46.2"
- Fréquence de transmission : 1030 Mhz
- Fréquence de réception : 1090 Mhz
- Puissance d'émission : 64,5 dBm à 66,0 dBm
- Mode d'interrogation : Mode S, Mode A et C

☐ Système TOPSKY

Le système TOPSKY est un système de surveillance du contrôle de la circulation aérienne. TOPSKY assure le traitement des données diverses provenant du Radar, de l'ADS, de la météo, de plan de vol. Il permet la visualisation des plots et l'affichage sur l'écran du contrôleur, des informations nécessaires pour la gestion du trafic aérien. Il fournit aussi un certain nombre d'outils d'aide à la gestion du trafic, à la détection des conflits entre aéronefs et l'intrusion dans des zones interdites.

VI.2 INFRASTRUCTURES ATM

VI.2.1 PROCEDURES

l'Aéroport International Président Modibo Keita – Sénou (GABS)

- ☐ Procédures de précision :
 - ILS Z RWY 06
 - ILS Y RWY 06
- ☐ Procédures classiques :
 - VOR Z RWY 06
 - VOR Y RWY 06
 - VOR-Z RWY 24
 - VOR Y RWY24



- ☐ Procédures RNAV-GNSS :
 - RNAV GNSS RWY06
 - RNAV GNSS RWY24

Aéroport de GAO/KOUROGOUSSOU (GAGO)

- ☐ Procédures de précision : NIL
- ☐ Procédures classiques :
 - VOR ou NDB RWY07
 - VOR ou NDB RWY25

NB : Actuellement, il n y a pas de NAVAID à Gao mais un VOR/DME est en projet d'installation dans le cadre de la reprise des activités à Gao.

- ☐ Procédures RNAV-GNSS:
 - RNAV (GNSS) RWY 07
 - RNAV (GNSS) RWY 25

Aéroport de GOUDAM

- ☐ Procédures de précision: NIL
- ☐ Procédures classiques: NIL
- ☐ Procédures RNAV-GNSS: NIL

Aéroport de KAYES/DAG DAG (GAKD)

- ☐ Procédures de précision: NIL
- ☐ Procédures classiques:
 - DUPAS VOR DME RWY09
 - VOR RWY09
 - LIPEN/ VOR DME RWY27
 - VOR RWY27
- ☐ Procédures RNAV-GNSS: NIL

Aéroport de MOPTI/AMBODEDJO (GAMB)

- ☐ Procédures de précision: NIL
- ☐ Procédures classiques:
 - VOR"MTI" RWY05
 - L"MO" RWY05
 - VOR"MTI" RWY23
 - L"MO" RWY23
- ☐ Procédures RNAV-GNSS:



- ERSIT/RNAV(GNSS) RWY23
- BIPOS/RNAV(GNSS) RWY05

Aéroport de NIORO

- ☐ Procédures de précision: NIL
- ☐ Procédures classiques: NIL
- ☐ Procédures RNAV-GNSS: NIL

Aéroport de SIKASSO (GASO)

- ☐ Procédures de précision: NIL
- ☐ Procédures RNAV-GNSS: NIL

Aéroport de TESSALIT

- ☐ Procédures de précision: NIL
- ☐ Procédures classiques: NIL

Procédures RNAV-GNSS:

- RNAV (GNSS) RWY 05
- RNAV (GNSS) RWY 23

Aéroport de TOMBOUCTOU (GATB)

- ☐ Procédures de précision:
 - ILS X ou LOC RWY07
 - ILS Y ou LOC RWY07
 - ILS Z ou LOC RWY07
- ☐ Procédures classiques:
 - VOR Y RWY07
 - VOR Z RWY07
 - VOR Y RWY25
 - VOR Z RWY25
- Procédures RNAV-GNSS:
 - RNAV (GNSS) RWY 07
 - RNAV (GNSS) RWY 25

La liste détaillée des procédures est disponible sur le site www.ais-asecna.org/fr/atlas/mali.

VI.2.2 ESPACE AERIEN

7 9



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Mali

PLAN NATIONAL DE MISE EN OEUVRE DE LA PBN

Page: 19 de 39
Edition: 01
Date: 11/09/2017

L'espace aérien de Bamako est composé d'un espace supérieur et un espace inférieur. La limite entre les deux espaces est le FL245.

VI.2.2.1.ESPACE AERIEN SUPERIEUR

Il est principalement composé de l'UTA, espace aérien contrôlé de classe A. Ses caractéristiques sont les suivantes :

▪ **Limites verticales** : FL245 – illimitée

▪ **Limites latérales** :

- ☐ Nord : par un segment de droite compris entre les points 16°15'N – 011°35'W et le L «GM» (Goundam) : 16°21'N – 003°36'W ;
- ☐ Est : L ' « GM » limite FIR Dakar/Niamey jusqu'au point 10°02'N – 005°37'W ;
- ☐ Ouest : segment de droite compris entre 16°15'N – 011°35'W et 12°20'N – 012°30'W (limite FIR Roberts) ;
- ☐ Sud /Ouest : du point 12°20'N – 012°30'W suivre limite FIR Roberts jusqu'au point 10°10'N – 008°00'W ;
- ☐ Sud : limite FIS d'Abidjan.

219



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Mali

PLAN NATIONAL DE MISE EN OEUVRE DE LA PBN

Page: 20 de 39

Edition: 01

Date: 11/09/2017

NOM	PORTION DE LA ROUTE DANS L'ESPACE DE BAMAKO	DISTANCE PORTION DE LA ROUTE DANS L'ESPACE	NATURE
U/A600	KIMG/BAKO/ONUSI	496NM	
U/A601	GATIL/BAKO/EBSUD	428NM	
U/A612	NEGLO/BAKO/MTI	335NM	
U/B727	UBATI/BAKO/OPULU	431NM	
UB735/UM108	BAKO/ONTOL	241NM	RNAV
UG615	MTI/BIMAN	326NM	
U/G851	GUREL/BAKO/BIMAN	400NM	
U/G852	BAKO/MOPAL	80NM	
U/G854	VOLA/ANIXA	157NM	
U/G860	BAKO/EDGIB	200NM	
UR977/UM122	BAKO/EREMO	222NM	RNAV
UM974	MISKI/OPARA/MTI	447NM	RNAV
UP685	BAKO/TUXID	224NM	RNAV

Caractéristiques des différentes routes de l'UTA

VI.2.2.2 ESPACE AERIEN INFERIEUR

Il comprend un espace aérien contrôlé et non contrôlé.

a) Espace aérien inférieur contrôlé

L'espace aérien contrôlé est composé de :

- ☐ Une Zone de contrôle (CTR) ;
- ☐ Une région de contrôle terminale (TMA) et ;
- ☐ Des routes ATS ;

c'est un espace de classe D.

b) Espace aérien inférieur non contrôlé

L'espace aérien non contrôlé est composé :

- ☐ de secteur d'information de vol (FIS) qui est la partie de l'espace en dehors des espaces aériens contrôlés, dans les limites des FIR Dakar et Roberts, et du territoire Malien. Il est géré par le CCR de Bamako par délégation du CIV de Dakar. Espace de classe G hors des routes ATS.
- ☐ des routes ATS ;
- ☐ des espaces à statut particulier.

c) Limites de l'espace aérien inférieur

c-1 Limites verticales :

Du Sol/Mer au niveau de vol 245 (Sol/Mer -FL245)

c-2 Limites latérales :

Plan National de Mise en Œuvre de la Navigation Fondée sur les Performances

19



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Mali

PLAN NATIONAL DE MISE EN OEUVRE DE LA PBN

Page: 21 de 39
Edition: 01
Date: 11/09/2017

☐ CTR

- Forme : cylindrique
- Rayon : 15NM centré sur le VOR « BKO »
- Limite inférieure : sol
- Limite supérieure : 900M

☐ TMA

- Limites latérales: cercle de 80NM de rayon centré sur le VOR/DME « BKO »
(12°32'47.82"N – 007°57'46.92"W)
- Limites verticales : 900M/sol – FL145
- Limites latérales : arc de cercle de 150NM de rayon centré sur le VOR/DME « BKO »
compris entre les points 12°10.5'N – 010°27.9"W et 10°07.7'N – 017°17.4"W
- Limites verticales : FL145 – FL245

☐ FIS

Les limites du FIS épousent les contours latéraux des espaces aériens contrôlés de Bamako et ceux de la FIR Dakar et la FIR Roberts, dans les limites territoriales du Mali.



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Mali

PLAN NATIONAL DE MISE EN OEUVRE DE LA PBN

Page: 22 de 39
Edition: 01
Date: 11/09/2017

d) Espaces aériens à statut particulier

AIP
ASECNA

MALI

10 ENR 5-1-01
26 AOUT 2010

ENR 5 - AVERTISSEMENTS A LA NAVIGATION
NAVIGATION WARNINGS

ENR 5.1 - ZONES INTERDITES, RÉGLEMENTÉES OU DANGEREUSES
PROHIBITED, RESTRICTED AND DANGER AREAS

IDENTIFICATION, NOM ET LIMITES LATÉRALES Identification, Name and Lateral Limits	LIMITES SUPÉRIEURES	OBSERVATIONS / Remarks (Heures d'activité, Genre de limitation Time of activity, type of restriction nature des dangers, risque d'interception) nature of hazard, risk of interception
	LIMITES INFÉRIEURES Upper / Lower Limits	
1	2	3
ZONES INTERDITES / PROHIBITED AREAS		
GAP 1 - Couronne centrée sur le VOR/DME de BAMAKO/Sénou entre les radiales 288° et 009° du VOR "BKO" et entre les arcs DME 3 NM et 11 NM	<u>FL 410</u> SOL	Agglomération de BAMAKO et Activités Militaires Active tous les jours. Le survol de la ville de BAMAKO est interdit H24 sauf en cas d'orages où il n'existe pas de restrictions de procédures IFR en CA
GAP 5 - KATI 12°46'50"N - 08°02'30"W , 12°45'50"N - 08°01'15"W 12°43'25"N - 08°02'50"W , 12°44'20"N - 08°04'25"W	<u>FL 30</u> SOL	Tirs Active tous les jours.
ZONES DANGEREUSES / DANGER AREAS		
GAD 2 - SIRAKORONI Quadrilatère délimité par : 12°46'10"N - 07°55'40"W , 12°52'40"N - 07°44'40"W 13°07'10"N - 07°53'00"W , 13°06'10"N - 07°56'00"W	<u>FL 410</u> SOL	Ecole de réacteurs et voltige aérienne. Activité annoncée par NOTAM
GAD 3 - SIBI Polygone délimité par : 12°23'N - 08°13'W , 12°09'N - 08°28'W 12°23'N - 08°36'W , 12°20'N - 08°19'W	<u>FL 410</u> FL 50	Ecole de réacteurs et voltige aérienne. Activité annoncée par NOTAM
GAD 4 - SIMIDJI Quadrilatère délimité par : 12°23'N - 08°13'W , 12°09'N - 08°28'W 12°23'N - 08°13'W , 12°09'N - 08°28'W	<u>FL 410</u> FL 50	Ecole de réacteurs et voltige aérienne. Activité annoncée par NOTAM
GAP 6 - Cercle de 10 KM de rayon centré sur 11°37'N - 08°15'W	<u>FL 30</u> SOL	Le survol de zone est soumis à une autorisation préalable de la Direction de l'Aviation Civile (DAC)
ZONE DE VIDANGE / FUEL DUMPING AREAS		
BAMAKO/Sénou 12°20'N - 08°19'W , 12°20'N - 08°10'W 12°15'N - 08°10'W , 12°15'N - 08°19'W		Centre situé à 23 NM de l'aérodrome de BAMAKO/Sénou dans le QDR 236°. Altitude minimum de vidange : 1850 M



SERVICE DE L'INFORMATION
AÉRONAUTIQUE - ASECNA

AMDT 08/10

Tableau récapitulatif des zones interdites, dangereuses et réglementées.

Plan National de Mise en Œuvre de la Navigation Fondée sur les Performances

[Signature]



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Mali

PLAN NATIONAL DE MISE EN OEUVRE DE LA PBN

Page: 23 de 39
Edition: 01
Date: 11/09/2017

e) Espaces voisins

- FIS de Nouakchott
- UTA de Nouakchott
- UIR/FIR Dakar terrestre
- FIS Abidjan
- UTA Abidjan
- UIR/FIR Niamey
- UTA Ouagadougou
- TMA de Bobo-Dioulasso
- TMA de Mopti
- UIR/FIR Roberts Fields

VII. LA NAVIGATION FONDEE SUR LES PERFORMANCES(PBN)

VII.1 ETAT DE MISE EN ŒUVRE DE LA RNAV AU MALI

VII.1.1 ROUTES ATS, SIDS, STARS ET APPROCHES RNAV

☐ Route RNAV :

- UM108 TIMIMOUN/BAMAKO
- UM122 AGADIR/BULIS/BAMAKO
- UM 974 DAKAR/MOPTI/VOLBU/NIAMEY
- UT365 ABUJA/NIAMEY/GAO/MIYEC
- UP685 BAMAKO/ACCRA

☐ Procédures RNAV/GNSS

- DEKAT APV1 RNAV GNSS RWY06 (BKO)
- DEKAT APV1 RNAV GNSS RWY24
- RNAV (GNSS) RWY 07(MTI)
- RNAV (GNSS) RWY 25
- RNAV (GNSS) RWY 05 (TES)

49



- RNAV (GNSS) RWY 23
- RNAV (GNSS) RWY 07 (TOM)
- RNAV (GNSS) RWY 25

VII.1.2 FLOTTE AÉRIENNE DANS L'ESPACE AÉRIEN DU MALI (SURVOL)

VII.1.2.1 AÉRONEFS IMMATRICULÉS AU MALI

Type et Constructeur	N° d'immatriculation	Exploitant	Remarques
B737-700	TZ-PRM	PRESIDENCE DE LA REPUBLIQUE	
CESSNA 206	TZ-RGA	ETAT DU MALI	
PA31-350	TZ-ASM	Ousmane Macinanke	
BE200	TZ-DDG	Malian Aéro Compagny	
PA32-300	TZ-TYM	Malian Aéro Compagny	En visite annuelle
BE200	TZ-MAC	Malian Aéro Compagny	
BEC90	TZ-MAD	Malian Aéro Compagny	
BE1900D	TZ-MAB	Malian Aéro Compagny	
PIPER PA-28 180	TZ-ACB	M. S. COULIBALY	
CESSNA C172-N	TZ-DFM	Ousmane Macinanke	
BE19000C	TZ-NXX	Sahel Aviation Service	
BE1900C	TZ-PJL	Sahel Aviation Service	
BE 1900C	TZ-PJM	Sahel Aviation Service	
BE 1900C	TZ-PJN	Sahel Aviation Service	

g g



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Mali

**PLAN NATIONAL DE MISE EN
OEUVRE DE LA PBN**

Page: 25 de 39
Edition: 01
Date: 11/09/2017

**VII.1.2.2 AÉRONEFS DESSERVANT L'AÉROPORT INTERNATIONAL PRESIDENT
MODIBO KEITA-SENOU**

COMPAGNIES	CODE IATA	CODE OACI	TYPES D'AVION EXPLOITES
AIGLE AZUR	ZI	AAF	A320
AIR ALGERIE	AH	DAH	B737 800
AIR BURKINA	2J	VBW	EMBRAER 170
AIR COTE D'IVOIRE	HF	VRE	A319 A320
AIR FRANCE	AF	AFR	A340 A330 B777
ASKY	KP	SKK	B737 NG Q 400 BOMBARDIER
AVIENT AVIATION	Z3	SMJ	MD 11
CARGOLUX	CV	CLX	B747
ETHIOPIAN AIRLINES	ET	ETH	B767 B757
KENYA AIRWAYS	KQ	KQA	B737 NG
MAURITANIA AIRWAYS	L6	5T	B737
ROYAL AIR MAROC	AT	RAM	B737 700 B737 800
TUNISAIR	TU	TAR	A319 A320
ECAIR	LC	PTI	B763
TURKISH AIRLINES	TK	THY	B739
CEIBA INTERCONTINENTAL	C2	CEL	B737-800

Handwritten signature or initials.



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Mali

**PLAN NATIONAL DE MISE EN
OEUVRE DE LA PBN**

Page: 26 de 39
Edition: 01
Date: 11/09/2017

**VII.1.2.3 STATISTIQUES DU TRAFIC AERIEN A L'AEROPORT INTERNATIONAL
PRESIDENT MODIBO-SENOU DE 2011 À 2016**

ANNEES	ARRIVEES	DEPARTS	LOCAUX	SURVOLS	TOTAL
2011	8505	8499	2691	5955	25650
2012	6328	6368	2581	6959	22236
2013	8727	8653	5689	7854	30923
2014	8367	8387	4355	7816	28925
2015	8137	8157	3011	7600	26905
2016	9426	9494	4362	7513	30795

**VII.1.2.4 STATISTIQUES DES AERONEFS EQUIPES PBN QUI FREQUENTENT L'ESPACE
DU MALI**

Aérodrome	Arrivée/Départ (%)	Survols (%)	Observation
Bamako-Sénou	80	95	

49

VII.2 LES ACTEURS

La coordination au sein de la communauté aéronautique est critique, notamment à travers des forums communs. Elle permettra aux acteurs aéronautiques de :

- comprendre les objectifs opérationnels,
- spécifier les besoins,
- et considérer les stratégies d'investissements futurs.

Le Ministère en charge de l'Aviation Civile, l'ANAC, les exploitants d'aéronefs ainsi que les fournisseurs des services de la navigation aérienne etc. sont les bénéficiaires des concepts définis dans le présent Plan.

Les compagnies aériennes et les exploitants peuvent utiliser le Plan National sur la PBN pour planifier les futurs équipements et capacités d'investissement car il tient compte des nouvelles technologies. De même, les fournisseurs des services de la navigation aérienne peuvent déterminer les besoins futurs en matière d'automatisation des systèmes et de modernisation de l'infrastructure au sol avec plus de souplesse. Enfin, l'ANAC en tant que superviseur anticipera et définira les critères requis pour la mise en œuvre.

Le présent Plan National sur la PBN est un travail continu et sera amendé par le biais d'une collaboration entre l'Etat et les parties prenantes.

Des initiatives critiques du point de vue stratégique sont requises pour s'adapter à la croissance et à la complexité prévues au cours des deux prochaines décennies. Ces stratégies visent cinq éléments clés:

- a) Accélérer l'élaboration des critères et des normes relatifs à la navigation fondée sur les performances.
- b) Introduire les améliorations de l'espace aérien et des procédures à court terme.
- c) Procurer les avantages aux exploitants ayant investi dans les capacités existantes et futures.
- d) Etablir les dates cibles pour l'introduction des exigences de navigation pour des procédures et des espaces aériens choisis, étant entendu que toute exigence devra être soutenue par des avantages par rapport aux coûts.





- e) Définir de nouveaux concepts et applications de la navigation fondée sur les performances pour le moyen et long termes et développer une synergie et une intégration entre les autres capacités en vue de réaliser les objectifs PBN de l'Etat.

VII.3. AERODROMES DOTES DE COORDONNEES WGS84

L'Etat du Mali en collaboration avec l'ASECNA a mis en œuvre le système géodésique mondial WGS84 pour la détermination des coordonnées géographiques au niveau des aérodrômes et des aides à la navigation situés sur le territoire malien.

Les opérations de mesures ont concerné les points d'infrastructure des aérodrômes spécifiés, les aides de radionavigation et des obstacles significatifs situés dans les voisinages immédiats de l'aérodrome.

Les aérodrômes concernés sont :

- ☐ Gao, Tombouctou et Tessalit en 2016 ;
- ☐ Bamako, Kayes, Yélimané et Nioro en 2014 ;
- ☐ Sikasso et Mopti en 2004 ;
- ☐ Gao, Mopti et Tombouctou en 1998.

Une activité de maintenance est mise en place afin d'assurer la continuité et la conservation des points levés.



VIII. STRATEGIE DE MISE EN ŒUVRE

Le présent Plan National fournit une stratégie globale pour l'évolution des capacités de navigation à mettre en œuvre en trois étapes:

- a) court terme (2017-2019);
- b) moyen terme (2020-2023)
- c) long terme (2024 et au-delà).

La stratégie repose sur deux concepts de navigation clés : la navigation de surface (RNAV) et la qualité de navigation requise (RNP). Elle comprend aussi les approches aux instruments, les opérations sur les routes normalisées de départ aux instruments (SID) et d'arrivée aux instruments (STAR) en espace terminal, ainsi que les opérations en route en espace aérien continental et éloigné. Cette section sur les initiatives à long terme présente les stratégies intégrées en matière de navigation, de communications, de surveillance et d'automatisation.

Afin d'éviter la prolifération de nouveaux standards de navigation, l'Etat du Mali communiquera tout nouveau besoin opérationnel à l'équipe de travail AFI sur la PBN pour permettre leur prise en compte par le groupe d'étude sur la PBN.

VIII.1 STRATEGIE A COURT TERME (2017-2019)

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

- ☐ 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 du Mali, en fonction des priorités identifiées.

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

- ☐ En-Route : RNAV5 ;
- ☐ Terminal : RNAV1 ou RNP 1 ;
- ☐ Approche : RNP APCH.

Les initiatives à court terme mettent l'accent sur les investissements à faire par les exploitants dans l'acquisition des avions actuels et celles de nouveaux avions, la navigation basée sur les satellites et l'infrastructure de navigation conventionnelle, ainsi que sur les investissements de

f g



l'Etat. Les principales composantes comprennent la mise en œuvre de la RNAV et l'introduction de la procédure RNP en route, en espace terminal et en approche.

La stratégie à court terme se concentrera sur l'accélération de la mise en œuvre et la prolifération des procédures RNAV et RNP. L'introduction continue des procédures RNAV et RNP ne procureront pas seulement des avantages et des économies aux exploitants, mais elle encouragera aussi l'équipement des aéronefs.

Les exploitants auront besoin de planifier l'obtention des approbations opérationnelles pour les spécifications de navigation prévues pendant cette période. Les exploitants examineront aussi les plans de mise en œuvre de la PBN dans les autres régions pour déterminer si des approbations opérationnelles supplémentaires sont nécessaires.

VIII.2 STRATEGIE A 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 :

- En route: RNAV5 (et réflexions lancées sur l'application de l'Advanced RNP) ;
- espace terminal : RNAV1 (et réflexions lancées sur l'application de l'Advanced RNP) ;
- approche : RNP APCH.

Les hypothèses utilisées ci-dessous pour cette période seront progressivement ajustées en fonction des travaux internationaux.

Le moyen terme tirera parti de ces capacités accrues des vols utilisant la RNAV et la RNP, avec une augmentation proportionnelle des avantages tels que les profils de vol efficaces en économie de carburant, un meilleur accès à l'espace aérien et aux aéroports, une plus grande capacité et une réduction des retards. Ces avantages sur les opérations non-RNP accéléreront la propagation de l'équipement et l'utilisation des procédures RNP.

Pour réaliser les gains d'efficacité découlant en partie de la RNAV et de la RNP, le Mali et l'industrie aéronautique poursuivront l'utilisation des communications de données (par exemple pour les communications contrôleurs-pilotes) et des fonctionnalités de surveillance, telle que l'ADS en mode diffusion (ADS-B). Les communications de données rendront possible la délivrance d'autorisations complexes facilement et avec des erreurs minimales. L'ADS-B se répandra ou étendra la couverture de la surveillance de telle sorte que l'espacement des routes et la séparation longitudinale pourra être optimisés selon les besoins (par exemple en environnement non-radar). Les capacités initiales



des vols de recevoir et confirmer les autorisations en trois dimensions (3D) et le contrôle par l'heure d'arrivée basé sur la RNP seront démontrées dans le moyen terme. Avec la mise en œuvre des liaisons de données, les vols commenceront à transmettre des trajectoires 4D (un ensemble de points définis en termes de latitude, longitude, altitude, et temps.) Les parties prenantes doivent alors élaborer des concepts pour tirer parti de cette capacité.

VIII.2.1 EN ROUTE (CONTINENTAL)

Pour l'espace aérien et les couloirs nécessitant des routes structurées pour la gestion des courants de trafic, Le Mali en collaboration avec les parties prenantes, examinera les routes conventionnelles et RNAV pour passer à des spécifications de navigation conformément aux objectifs régionaux et de l'ASBU (Aviation System Block Upgrad).

La revue de l'espace aérien en route, en collaboration avec les parties prenantes, sera achevée à la fin de cette phase.

MISE EN ŒUVRE

A la fin de la période du moyen terme d'autres avantages de la PBN devront avoir été facilités, telles que des procédures flexibles pour gérer la mixité des aéronefs plus rapides et des aéronefs beaucoup plus lents dans des espaces congestionnés, et l'utilisation de critères PBN moins contraignants.

AUTOMATISATION POUR LES OPERATIONS RNAV ET RNP

A la fin de la période du moyen terme, l'automatisation renforcée des opérations en route permettra l'assignation des routes RNAV et RNP fondée sur la connaissance des capacités RNP de l'aéronef. L'automatisation en route utilisera des outils d'acheminement collaboratifs pour assigner des priorités aux aéronefs, dans la mesure où le système automatisé peut s'appuyer sur la capacité de l'aéronef à changer de trajectoire de vol et voler en toute sécurité autour des zones à problèmes. Cette fonctionnalité donnera au contrôleur la possibilité de reconnaître la capacité de l'aéronef et de lui accorder des routes ou des procédures dynamiques, en aidant ainsi les exploitants équipés à exploiter la prédictibilité de leurs programmes.

La prédiction et la résolution des conflits dans la plupart de l'espace aérien en route doivent s'améliorer avec l'utilisation accrue d'outils d'automatisation à moyen terme qui faciliteront l'introduction des écarts latéraux RNP et d'autres formes de trajectoires dynamiques pour maximiser la capacité de l'espace aérien. La répétitivité des trajectoires grâce aux opérations RNAV et RNP aidera à réaliser cet objectif. En fin de période, l'automatisation en route devra avoir évolué pour prendre en compte des comptes rendus de position plus précis et fréquents au moyen de l'ADS-B, et effectuer la prédiction des problèmes et les vérifications de conformité permettant des

f g



manœuvres d'écarts latéraux et des espacements de routes plus rapprochés (par exemple pour dépasser d'autres aéronefs et contourner les conditions météorologiques).

VIII.2.2 ZONES TERMINALES (ARRIVÉES/DÉPARTS)

La RNAV réduit les conflits entre les courants de trafic en consolidant les trajectoires de vol. Les SID et STAR RNAV-1/RNP-1 de base améliorent la sécurité, la capacité, et l'efficacité des vols. Elle réduit aussi les erreurs de communication.

Le Mali en collaboration avec les parties prenantes va planifier, développer, et mettre en œuvre les SIDs et STARs Basic RNP-1, sur les aéroports de Bamako, Kayes, Mopti, Sikasso, Gao, Tombouctou et effectuer les changements associés dans la conception de l'espace aérien.

Là où cela est nécessaire, le Mali élaborera des concepts opérationnels et des critères pour les descentes continues à l'arrivée (CDO), et les montées continues au départ (CCO). Cela pourrait réduire la charge de travail des pilotes et des contrôleurs, et accroître les économies de carburant.

Les SIDs et STARs PBN favorisent également :

- la réduction des communications entre contrôleurs et pilotes;
- la réduction des longueurs de route pour répondre aux exigences environnementales ;
- la transition souple depuis/vers les points d'entrée/sortie en route;
- la cadence des départs afin de maximiser les avantages de la RNAV et identifier les besoins d'automatisation pour la gestion des courants de trafic, les outils de séquençage, le traitement des plans de vol, et les activités relatives à l'entrée des données de la tour de contrôle.

Pendant cette période, la RNP-1 de base deviendra un moyen exigé pour les vols arrivant ou partant des aéroports principaux selon les besoins de l'espace aérien, tels que le volume de trafic et la complexité des opérations. Cela assurera l'écoulement et l'accessibilité nécessaires, de même que la réduction de la charge de travail du contrôleur, tout en maintenant les normes de sécurité.

VIII.2.3 APPROCHE

La RNP APCH sera mise en œuvre sur les aéroports de Bamako, Kayes, Mopti, Sikasso, Tombouctou et Gao. Pendant la période de transition, les procédures d'approche conventionnelles et les aides à la navigation associées seront maintenues pour les aéronefs non équipés pour la PBN.

Le Mali va promouvoir l'utilisation des opérations APV (Baro-VNAV ou SBAS+) pour améliorer la sécurité des approches RNP et l'accessibilité des pistes.



La RNP APCH sera limitée à des pistes choisies où des avantages opérationnels évidents peuvent être obtenus du fait de l'existence d'obstacles significatifs.

L'ASECNA a mis en œuvre le système TOPSKY de traitement automatisé des données plan de vol et des strips, de visualisation des données de vol (Radar Secondaire Monopulse), de gestion et de mise à jour des NOTAMs, de l'affichage des données météorologiques et de récupération des données pour la facturation en route et au comptant sur l'aérodrome de Bamako. Ce système sera compatible avec d'autres moyens (CPDLC, ADS-C, ADS-B).

A moyen terme, les priorités de mise en œuvre pour les approches aux instruments seront encore basées sur la RNP APCH et la mise en œuvre complète est prévue à la fin de cette période.

VIII.2.4 TABLEAU RECAPITULATIF

Espace aérien	Spécifications de navigation	Spécifications de navigation là où cela est opérationnellement justifié	
En-Route Continental	RNAV-5 (RNAV-10)	RNAV-1	UTA Bamako
TMA Arrivée/Départ	<input type="checkbox"/> Basic RNP-1 <input type="checkbox"/> Etendre l'application de la RNP-1 <input type="checkbox"/> Rendre la RNP-1 obligatoire dans les TMA à forte densité de trafic		Bamako, Mopti, Gao.
Approche	<input type="checkbox"/> RNP APCH avec Baro-VNAV <input type="checkbox"/> Etendre les procédures RNP APCH (avec Baro-VNAV) ou APV		Bamako, Kayes, Mopti, Sikasso, Tombouctou, Gao.

4 9



VIII.2.5 DATES CIBLES DE MISE EN ŒUVRE POUR LE COURT ET MOYEN TERME

- RNP APCH (avec Baro-VNAV) pour 60% des pistes aux instruments en 2018, en accordant la priorité aux aéroports ayant des avantages opérationnels
- RNP-1 SID/STAR avec CCO et CDO pour les aéroports internationaux là où nécessaire en 2020.
- Révision des routes conventionnelles et RNAV existantes pour une transition vers la RNAV-5 (RNAV-10) en 2018 ;
- RNP APCH (avec Baro-VNAV) ou APV pour 100% des pistes aux instruments à la fin du moyen terme.
- SID/STAR RNAV-1 ou RNP-1 pour 100% des aéroports internationaux à la fin du moyen terme.
- Mise en œuvre de routes RNAV/RNP supplémentaires selon les besoins.

IX. STRATEGIE A LONG TERME (2024 ET AU-DELÀ)

L'environnement à long terme sera caractérisé par une croissance continue du transport aérien et une augmentation de la complexité du trafic aérien.

Le Mali et les acteurs clés auront alors besoin d'un concept opérationnel qui exploite la pleine capacité des aéronefs pendant cette période.

Le long terme sera caractérisé par une mise en œuvre effective de la PBN dans l'espace aérien du Mali.



X. TACHES CLES

Les tâches clés pour réaliser les objectifs définis dans la stratégie de mise en œuvre sont les suivantes:

- ☐ L'élaboration de la réglementation qui tient compte des normes de l'OACI;
- ☐ La redéfinition de la structure des routes avec les technologies PBN pour permettre une transition progressive vers les opérations en route basées sur les spécifications de navigation PBN;
- ☐ La mise en œuvre des procédures de départ (SID) et d'arrivée (STAR) suivant les normes PBN;
- ☐ L'utilisation du système WGS-84 pour garantir la précision, l'intégrité et la fiabilité des données aéronautiques;
- ☐ L'amélioration des moyens CNS et équipements afin de permettre le développement coordonné avec les autres nouvelles technologies de navigation notamment le GNSS;
- ☐ Le développement du système d'assurance qualité de la PBN et l'évaluation de la sécurité conformément aux exigences de l'OACI.

X.1 ELABORATION DE LA REGLEMENTATION

La réglementation PBN couvre les normes d'équipement de bord, la navigabilité, la formation du personnel (vol, maintenance, exploitation et le contrôle aérien), les procédures d'exploitation, de certification, approbation, contrôle, inspection du trafic aérien, critères de tracés des procédures.

Le Mali continuera à élaborer les textes réglementaires qui couvrent les domaines ci-dessus commencés depuis 2014.

X.2 PLANIFICATION ET CONCEPTION DES ROUTES ET PROCEDURES

Depuis les années 2014, 2015, le fournisseur principal de service de la navigation aérienne (ASECNA) avec sa capacité de tracer des routes aériennes et des procédures de vol PBN pour les exploitants et les aéroports a commencé la modification de la structure des routes.



X.3 LA CAPACITE DE L'EXPLOITATION

Pour l'exploitation de la PBN, les exploitants doivent s'assurer que les conditions suivantes sont remplies :

- ☐ les avions sont équipés et respectent les exigences des spécifications ;
- ☐ les procédures d'exploitations sont élaborées ;
- ☐ le personnel est formé ;
- ☐ ils disposent d'une approbation de l'ANAC.

Les exploitants d'aéronefs, en accord avec le plan national de mise en œuvre de la PBN et selon le besoin opérationnel, devront établir progressivement les capacités et obtenir l'approbation opérationnelle PBN.

X.4 FORMATION

Il est établi que l'ANAC, les exploitants et les fournisseurs de services de la navigation aérienne, durant la mise en œuvre vont améliorer la formation et la diffusion de l'information pour le briefing sur le programme de mise en œuvre de la PBN.

Les formations seront fournies au personnel aussi bien de l'ANAC qu'au personnel des fournisseurs de services de la navigation aérienne, des exploitants d'aéronefs, des aéroports par les centres de formation agréés.

Le matériel de formation sera régulièrement mis à jour pour s'assurer que le personnel sera au fait de l'évolution technologique et des derniers progrès de la PBN.

X.5 COORDINATION ET HARMONISATION INTERNATIONALES

Dans la mesure où le système de transport aérien du Mali fait partie des composantes clés du système global, le Mali et les autres Etats de la sous région ont besoin d'une coordination poussée dans la mise en œuvre pour :

- ☐ communiquer avec les exploitants étrangers et association d'aviation pour les informer des progrès et exigences de la PBN dans l'espace aérien;
- ☐ faire connaître en temps réel l'évolution de la mise en œuvre et des exigences à l'étranger pour préparer les exploitants nationaux à la PBN ;
- ☐ faire une jonction avec les routes des Etats voisins ;
- ☐ coordonner avec les concepteurs d'aéronefs, l'évolution des performances des aéronefs et présenter les exigences de configuration et d'équipement de bord ;
- ☐ rendre compte à l'OACI de la mise en œuvre de la PBN dans l'espace aérien national et soumettre des propositions pour le développement international ;

19



- ☐ fournir l'assistance et les directives sur la mise en œuvre de la PBN à la demande des autres Etats ;
- ☐ mettre en œuvre conformément à la Mise à niveau par Bloc des Systèmes de l'Aviation (ASBU) tel que recommandé par le plan mondial de navigation de l'OACI.

X.6 PRINCIPE DE SECURITE DANS LA MISE EN ŒUVRE

A cause des limitations de l'infrastructure conventionnelle et des capacités de la flotte, la navigation conventionnelle va coexister avec l'exploitation de la PBN durant une certaine période.

L'ANAC autorisera l'exploitation PBN sur certains aéroports et éliminera progressivement les procédures conventionnelles. L'ANAC sait qu'il y a certains risques dans l'exploitation PBN, comme l'exploitation mixte des aéronefs avec ou sans capacité RNP, tracé et mise à jour ponctuelle des routes et des procédures de vol pour satisfaire les exigences opérationnelles, le cryptage des signaux de navigation et la disponibilité des satellites. Pour assurer la transition vers la PBN, l'Etat du Mali va considérer les principes de sécurité suivants dans la mise en œuvre :

- ☐ Durant la période de coexistence, les systèmes de navigation conventionnels seront retenus pour fournir les services aux aéronefs non équipés PBN ;
- ☐ Des évaluations de sécurité seront conduites de même que les inspections de sécurité et un plan de contingence pour assurer la continuité sûre de l'exploitation ;
- ☐ Une surveillance de l'exploitation sera réalisée, y compris la qualification de l'exploitation, les performances des aéronefs, les erreurs de navigation et des mesures correctives seront formulées ;
- ☐ L'harmonisation des procédures conventionnelles et des procédures PBN pour réduire le risque de conflit pendant la coexistence des opérations conventionnelles et PBN.



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Mali

PLAN NATIONAL DE MISE EN OEUVRE DE LA PBN

Page: 38 de 39
Edition: 01
Date: 11/09/2017

GLOSSAIRE

ADS-B	Surveillance dépendante automatique-Diffusion
ADS-C	Surveillance dépendante automatique-Contrat
AFI	Région Afrique Océan Indien de l'OACI
AIS	Service d'Information Aéronautique
ANAC	Agence Nationale de l'Aviation Civile
APIRG	Groupe Régional AFI de planification et de mise en œuvre
ASECNA	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar
ATM	Gestion du trafic aérien
ATC	Contrôle du trafic aérien
CDA	Descente continue à l'arrivée
CNS	Communications, Navigation, Surveillance
EFVS	Système de visibilité des vols renforce
GA	Aviation générale
GBAS	Système de renforcement basé au sol
GLS	Système d'atterrissage utilisant le GNSS
GPS	Système mondial de positionnement
ICAO	Organisation de l'aviation civile internationale
IFR	Règles de vol aux instruments
ILS	Système d'atterrissage aux instruments
IMC	Conditions de vol aux instruments
LNAV	Navigation latérale
LPV	Performance de l'alignement de piste avec guidage vertical
NAS	Système national de l'espace aérien
NAVAID	Aide à la Navigation



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Mali

PLAN NATIONAL DE MISE EN OEUVRE DE LA PBN

Page: 39 de 39
Edition: 01
Date: 11/09/2017

NM	Mille marin
PBN	Navigation fondée sur les performances
RCP	Qualité de Communication requise
RF	Radius-to-Fix
RFC	Request for Change
RNAV	Navigation de surface
RNP	Qualité de navigation requise
RNPSORSG	Groupe d'études sur la qualité de navigation requise et des critères spéciaux d'exploitation
RSP	Qualité de surveillance requise
SAR	Recherche et sauvetage
SID	Route normalisée de départ aux instruments
STAR	Route normalisée d'arrivée aux instruments
VLJ	Avion à réaction très léger
VNAV	Navigation Verticale
WAAS	Système de renforcement à couverture étendue