



AGENCE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE ET DE LA METEOROLOGIE

BP.8184 AEROPORT L.S. SENGHOR

Tel: (+221) 33 865 60 00 – 33 820.04.03

Email: anacim@anacim.sn

REGLEMENT AERONAUTIQUE DU SENEGAL N° 10

(RAS 10)

TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES

Volume I

Aides radio à la Navigation



AGENCE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE ET DE LA METEOROLOGIE

BP.8184 AEROPORT L.S. SENGHOR

Tel: (+221) 33 865 60 00 – 33 820.04.03

Email: anacim@anacim.sn

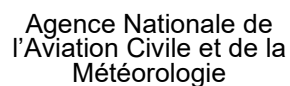
REGLEMENT AERONAUTIQUE DU SENEGAL N° 10

(RAS 10)

TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES

Volume I

Aides radio à la Navigation



RAS 10
Télécommunications aéronautiques
Volume I
Aides radio à la navigation

Amend/Rectifs

Page 1 de 1

Edition

2

Date _____

Octobre 2023

INSCRIPTION DES AMENDEMENTS ET DES RECTIFICATIFS

[illegible][illegible]

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Historique Edition Date Page 1 de 2 2 Octobre 2023
--	--	--

HISTORIQUE DES AMENDEMENTS

			<i>Dates :</i> — <i>adoption</i> — <i>entrée en vigueur</i> — <i>application</i>	
<i>Amendement</i>	<i>Origine (s)</i>	<i>Objet</i>		
Par Arrêté n°000261/MTTA/ANACS/DG/CJ du 19/01/2006 fixant les modalités d'application du décret portant Règlements de la circulation aérienne, le RAS 15, portant sur les Télécommunications aéronautiques, a été établi.				
Première édition RAS 15	AEROTECH	Rédaction initiale du RAS 15 en un seul document résumant les cinq (5) volumes de l'Annexe 10	-	01/09/2008 01/09/2008 01/09/2008
Deuxième édition RAS 15	CARAS OACI	Rédaction initiale du RAS 15, Volume I, y compris tous les amendements à l'Annexe 10 jusqu'au numéro 87.	-	30/09/2013 30/09/2013 30/09/2013
Par Arrêté n°03038/MTTA/ANACIM/DG du 29/02/2016 le RAS 15 a été dénommé RAS 10 et approuvé.				
		Rédaction initiale du RAS 10		
Première édition RAS 10	CARAS OACI	Introduction des amendements 88 et 89 de l'OACI à l'Annexe 10. Révision totale du texte et insertion des règles aéronautiques (RA) sur le GNSS.	-	09/03/2016 09/03/2016 25/04/2016
		Suppression des règles aéronautiques (RA) sur le DME/P.		
		Introduction de l'amendement 90 de l'OACI à l'Annexe 10, Volume I :		
Amendement 1	CARAS OACI	a) système mondial de navigation par satellite (GNSS) ; b) système d'atterrissage aux instruments (ILS) ; et c) rationalisation des systèmes de navigation conventionnels.	-	14/02/2017 14/02/2017 01/03/2017
		Mise en forme juridique des spécifications		
		Introduction de l'amendement 91 de l'OACI à l'Annexe 10, Volume I ;, du GLONASS et du GBAS		
Amendement 2	CARAS OACI	- § 2.1.4.2, amendement des Notes 1 et 2 - système d'atterrissage aux instruments (ILS) - système mondial de navigation par satellite (GNSS) - insertion des canaux VOR de dixièmes de mégahertz pairs dans le Tableau A Supplément B	-	17/08/2018 17/08/2018 08/11/2018

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Historique Edition Date Page 2 de 2 2 Octobre 2023
--	--	--

			<i>Dates :</i> — adoption — entrée en vigueur — application	
<i>Amendement</i>	<i>Origine (s)</i>	<i>Objet</i>		
		- Supplément C - Supplément D		
Amendement 3	ANACIM	Introduction des dispositions applicables au Sénégal de l'amendement 92 de l'OACI à l'Annexe 10, Volume I.	-	23/09/2020 01/10/2020 05/11/2020
Amendement 4	ANACIM	- Introduction au Chapitre 2, § 2.2 de spécifications fixant la périodicité des essais au sol et en vol des aides à la navigation aérienne ; - Alignement du § 3.1.3.6.1 du RAS 10, Volume I, sur le paragraphe correspondant de l'Annexe 10, Volume I ; - Alignement du § 3.1.3.7.2 du RAS 10, Volume I, sur le paragraphe correspondant de l'Annexe 10, Volume I.	-	06/04/2021 16/04/2021 04/11/2021
Amendement 5	OACI	Introduction de l'amendement 93 de l'OACI à l'Annexe 10, Volume I relatif au GNSS DFMC et au GBAS	-	04/10/2023 13/10/2023
	ANACIM	- Introduction du SBAS - Publication Edition 2 du Volume I	-	02/11/2023
Amendement 6	OACI	- Contrôle autonome avancé de l'intégrité par le récepteur (ARAIM), le système mondial de localisation (GPS), le système Galileo, le système de renforcement satellitaire (SBAS), le système de renforcement au sol (GBAS), le dispositif de mesure de distance (DME), ainsi que la planification de l'assignation des fréquences du système d'atterrissage aux instruments (ILS), du radiophare omnidirectionnel VHF (VOR), du DME et du GBAS..	-	07/10/2025 07/10/2025 27/11/2025

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Références Edition: Date	Page 1 de 1 2 Octobre 2023
--	--	---	---

LISTE DES REFERENCES

1. Règlement aéronautique du Sénégal n°10 (RAS 10), Volume I, première édition, janvier 2016 (Amendement 5) ;
2. Annexe 10, Volume I, huitième édition, juillet 2023, (Amendement 94).

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Table des matières Page 1 de 3 Edition: 2 Date Octobre 2023
--	--	---

TABLE DES MATIERES

Page

CHAPITRE 1 ^{er} . DEFINITIONS	1-1
CHAPITRE 2. DISPOSITIONS GENERALES RELATIVES AUX AIDES RADIO A LA NAVIGATION.....	2-1
2.1 Aides radio à la navigation normalisées	2-1
2.2 Essais en vol et au sol	2-2
2.3 Communication de renseignements sur l'état opérationnel des services de radionavigation.....	2-3
2.4 Alimentation électrique des aides radio à la navigation et des installations de télécommunications ..	2-4
2.5 Considérations relatives aux facteurs humains	2-4
CHAPITRE 3. SPECIFICATIONS DES AIDES RADIO A LA NAVIGATION	3-1
3.1 Spécifications du système ILS	3-1
3.1.1 Définitions	3-1
3.1.2 Spécifications fondamentales	3-4
3.1.3 Radiophare d'alignement de piste VHF et dispositif de contrôle correspondant	3-6
3.1.4 Caractéristiques d'immunité des récepteurs d'alignement de piste ILS à l'égard du brouillage ..	3-16
3.1.5 Radiophare d'alignement de descente UHF et dispositif de contrôle correspondant	3-17
3.1.6 Appariement des fréquences de radiophares d'alignement de piste et de radiophares	
d'alignement de descente.....	3-25
3.1.7 Remplacement des radiobornes VHF par le DME	3-26
3.2 Spécifications du système radar d'approche de précision [Réservé].....	3-26
3.3 Spécifications du radiophare omnidirectionnel VHF (VOR)	3-26
3.3.1 Généralités	3-26
3.3.2 Fréquence radio.....	3-27
3.3.3 Polarisation et degré de précision	3-27
3.3.4 Couverture	3-27
3.3.5 Modulations des signaux de navigation.....	3-27
3.3.6 Identification.....	3-28
3.3.7 Contrôle	3-29
3.3.8 Performances d'immunité des récepteurs VOR à l'égard du brouillage.....	3-29
3.4 Spécifications des radiophares non directionnels (NDB)	3-31
3.4.1 Définitions	3-31
3.4.2 Couverture	3-31

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Table des matières Page 2 de 3 Edition: 2 Date Octobre 2023
--	--	---

3.4.3	Limitation de la puissance rayonnée	3-32
3.4.4	Fréquences radio	3-32
3.4.5	Identification.....	3-32
3.4.6	Caractéristiques d'émission.....	3-33
3.4.7	Implantation des radiobalises LF/MF.....	3-34
3.4.8	Contrôle	3-34
3.5	Spécifications du dispositif UHF de mesure de distance (DME)	3-36
3.5.1	Définitions	3-36
3.5.2	<i>Généralités</i>	3-37
3.5.3	Caractéristiques du système	3-40
3.5.4	Caractéristiques techniques détaillées du transpondeur et du moniteur associé	3-43
3.5.5	Caractéristiques techniques de l'interrogateur	3-50
3.6	Spécifications des radiobornes VHF de navigation en route (75 MHz) [Réservé]	3-53
3.7	Spécifications du système mondial de navigation par satellite (GNSS).....	3-54
3.7.1	Définitions	3-54
3.7.2	Généralités	3-55
3.7.3	Spécifications relatives aux éléments du GNSS.....	3-57
3.7.3.1	Constellations de base	3-57
3.7.3.1.1	Service de localisation standard (SPS) du GPS (L1, L5).....	3-57
3.7.3.1.2	Canal de précision standard (CSA) du système GLONASS (L1/L3)	3-61
3.7.3.1.3	Service ouvert de Galileo (Galileo OS) (E1, E5)	3-68
3.7.3.1.4	Service ouvert du BDS (BDS OS) (B1I, B1C, B2a).....	3-74
3.7.3.2	(Réservé).....	3-79
3.7.3.3	Système de renforcement embarqué (ABAS).....	3-79
3.7.3.4	Système de renforcement satellitaire (SBAS)	3-79
3.7.3.5	Système de renforcement au sol (GBAS) et système régional de renforcement au sol (GRAS)	3-84
3.7.3.6	Récepteur GNSS embarqué	3-87
3.7.4	Protection contre le brouillage	3-87
3.7.5	Base de données	3-87
	Tableau 3.7.2.4-1 - Critères de performance relatifs aux signaux électromagnétiques	3-88
3.8	[Réservé]	3-91
3.9	Caractéristiques de système des systèmes récepteurs ADF de bord	3-91
3.9.1	Précision des indications de relèvement.....	3-91
3.10	[Réservé]	3-91

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 1 Page 1 de 3 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

SPECIFICATIONS NATIONALES DES AIDES RADIO A LA NAVIGATION

CHAPITRE 1^{er}. DEFINITIONS

Note 1.— Partout dans le présent RAS, « Règlement des radiocommunications » désigne le Règlement des radiocommunications publié par l'Union internationale des télécommunications (UIT).

Note 2.— Le Volume I du RAS 10 comprend les spécifications concernant le matériel de certains types d'aides à la navigation aérienne. L'Autorité d'aviation civile décidera, sur la base des recommandations des réunions régionales de navigation aérienne AFI et/ou CAR/SAM et des conclusions de l'APIRG, si telle ou telle installation est nécessaire.

Note 3.— AFI : Région Afrique Océan Indien ; CARSAM : Région Amérique Centrale et Amérique du Sud ; APIRG : Groupe Régional AFI de planification et de mise en œuvre.

Note 4 – La terminologie employée dans le présent RAS pour désigner les opérations d'approche aux instruments est fondée sur une ancienne version de la classification des opérations d'approche et d'atterrissage aux instruments définie dans le RAS 06. Le Tableau suivant donne la correspondance entre la terminologie du RAS 10 et celle du RAS 06.

Performances requises pour les opérations d'approche aux instruments		
Performances du système selon le RAS 10		Méthode du RAS 06 – Catégorie d'opération d'approche
Approche classique (NPA)		2D-Type A ⁽¹⁾
Approche avec guidage vertical (APV)		3D-Type A ⁽²⁾
Approche de précision (PA)	Catégorie I, DH égale ou supérieure à 75 m (250 ft)	3D-Type A ⁽²⁾
	Catégorie I, DH égale ou supérieure à 60 m (200 ft) et inférieure à 75 m (250 ft)	3D-Type B – CAT I ⁽³⁾
	Catégorie II	3D-Type B – CAT II
	Catégorie III	3D-Type B – CAT III
(1) Sans guidage vertical.		
(2) Avec guidage vertical barométrique ou SBAS		
(3) Avec guidage vertical ILS, MLS, GBAS ou SBAS.		

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 1 Page 2 de 3 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Dans le présent volume du RAS 10, les termes suivants ont la signification indiquée ci-après :

Altitude. Distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point, et le niveau moyen de la mer (MSL).

Altitude-pression. Pression atmosphérique exprimée sous forme de l'altitude correspondante en atmosphère type.

Altitude topographique. Distance verticale entre un point ou un niveau, situé à la surface de la terre ou rattaché à celle-ci, et le niveau moyen de la mer.

Hauteur. Distance verticale entre un niveau, un point ou un objet assimilé à un point, et un niveau de référence spécifié.

Largeur de bande d'acceptation effective. Plage de fréquences de part et d'autre de la fréquence assignée pour laquelle la réception est assurée compte tenu de toutes les tolérances de récepteur.

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

Note.— La navigation de surface englobe la navigation fondée sur les performances ainsi que d'autres opérations qui ne répondent pas à la définition de la navigation fondée sur les performances.

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

Note.— Les exigences en matière de performances sont exprimées dans des spécifications de navigation (spécification RNAV, spécification RNP) sous forme de conditions de précision, d'intégrité, de continuité, de disponibilité et de fonctionnalité à respecter pour le vol envisagé, dans le cadre d'un concept particulier d'espace aérien.

Point d'atterrissage. Point d'intersection de la piste et de la trajectoire de descente nominale.

Note.— Le point d'atterrissage, ainsi qu'il est défini ci-dessus, n'est qu'un point de référence et ne correspond pas nécessairement au point où l'aéronef touchera effectivement la piste.

Principes des facteurs humains. Principes qui s'appliquent à la conception, à la certification, à la formation, aux opérations et à la maintenance et qui visent à assurer la sécurité de l'interface entre l'être humain et les autres composantes des systèmes par une prise en compte appropriée des performances humaines.

Puissance moyenne (d'un émetteur radio). Puissance moyenne fournie à la ligne de transmission de l'antenne par un émetteur pendant un intervalle de temps suffisamment long par rapport à la période de la plus basse fréquence existant dans la modulation en fonctionnement normal.

Note.— On choisira normalement un intervalle de temps de 1/10 de seconde pendant lequel la puissance moyenne est la plus grande.

Radioborne en éventail. Type de radiophare émettant un faisceau d'ondes vertical en éventail.

Radioborne Z. Type de radiophare émettant un faisceau d'ondes vertical en forme de cône.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 1 Page 3 de 3 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Réjection effective de canal adjacent. Réjection obtenue à la fréquence de canal adjacent appropriée compte tenu de toutes les tolérances applicables de récepteur.

Service de radionavigation. Service fournissant des informations de guidage ou des données de position au moyen d'une ou de plusieurs aides radio à la navigation pour assurer l'efficacité et la sécurité de l'exploitation des aéronefs.

Service de radionavigation essentiel. Service de radionavigation dont la perturbation a des incidences importantes sur les opérations dans l'espace aérien ou à l'aérodrome touchés par la perturbation.

Spécification de navigation. 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. Il y a deux types de spécification de navigation :

Spécification RNAV (navigation de surface). Spécification de navigation fondée sur la navigation de surface qui ne prévoit pas une obligation de surveillance et d'alerte en ce qui concerne les performances et qui est désignée par le préfixe RNAV (p. ex. RNAV 5, RNAV 1).

Spécification RNP (qualité de navigation requise). Spécification de navigation fondée sur la navigation de surface qui prévoit une obligation de surveillance et d'alerte en ce qui concerne les performances et qui est désignée par le préfixe RNP (p. ex. RNP 4, RNP APCH).

Note 1.— Le Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN) (Doc 9613) de l'OACI, Volume II, contient des éléments indicatifs détaillés sur les spécifications de navigation.

Note 2.— Le terme RNP, défini précédemment comme étant l'« expression de la performance de navigation qui est nécessaire pour évoluer à l'intérieur d'un espace aérien défini », a été supprimé du présent RAS, le concept de RNP ayant été dépassé par le concept de PBN. Dans le présent RAS, il est désormais utilisé uniquement dans le contexte des spécifications de navigation qui prévoient une obligation de surveillance et d'alerte en ce qui concerne les performances. P. ex. la RNP 4 désigne des exigences applicables à un aéronef et un vol, notamment une performance de navigation latérale de 4 NM et une obligation de surveillance et d'alerte à bord en ce qui concerne les performances, exigences qui sont décrites en détail dans le Doc 9613 de l'OACI.

Volume de service protégé. Partie de la zone de couverture d'une installation où celle-ci assure un service particulier conformément aux spécifications pertinentes du RAS 10 et à l'intérieur de laquelle sa fréquence est protégée.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 2 Page 1 de 4 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

CHAPITRE 2. DISPOSITIONS GENERALES RELATIVES AUX AIDES RADIO A LA NAVIGATION

2.1 Aides radio à la navigation normalisées

2.1.1 Les aides radio à la navigation normalisées sont :

- a) l'ILS (système d'atterrissage aux instruments) conforme aux spécifications du Chapitre 3, § 3.1 du présent RAS ;
- b) le GNSS (système mondial de navigation par satellite) conforme aux spécifications du Chapitre 3, § 3.7 du présent RAS ;
- c) le VOR (radiophare omnidirectionnel VHF) conforme aux spécifications du Chapitre 3, § 3.3 du présent RAS ;
- d) le NDB (radiophare non directionnel) conforme aux spécifications du Chapitre 3, § 3.4 du présent RAS ;
- e) le DME/N (dispositif de mesure de distance) conforme aux spécifications du Chapitre 3, § 3.5 du présent RAS.

Note 1.— Comme le repérage visuel est essentiel pendant les dernières phases de l'approche et pendant l'atterrissage, l'installation d'une aide radio à la navigation ne supprime pas la nécessité d'aides visuelles d'approche et d'atterrissage par mauvaise visibilité.

Note 2.— Il est prévu que la mise en place et la mise en œuvre d'aides radio à la navigation pour l'approche et l'atterrissage de précision se fassent conformément à la stratégie qui figure dans le Supplément B. Il est prévu que la rationalisation des aides radio conventionnelles à la navigation et l'évolution vers la prise en charge de la navigation fondée sur les performances se dérouleront conformément à la stratégie qui figure dans le Supplément H.

Note 3.— Les catégories d'opérations d'approche et d'atterrissage de précision sont indiquées dans le RAS 06 (cf. Tableau de la Note 4 du Chapitre 1 ci-dessus).

Note 4.— Des indications sur les objectifs opérationnels associés aux différentes catégories de performances des installations ILS figurent dans le Supplément C , § 2.1 et 2.14.

2.1.2 Les différences concernant les aides radio à la navigation par rapport aux spécifications du Chapitre 3 du présent RAS doivent être signalées par les fournisseurs de services de navigation aérienne dans une publication d'information aéronautique (AIP).

2.1.3 [Réservé]

2.1.4 *Spécifications relatives au GNSS*

2.1.4.1 Il est permis de mettre fin à un service par satellite GNSS assuré par un de ses éléments (Chapitre 3, § 3.7.2 du présent RAS) moyennant un préavis d'au moins six ans de la part du prestataire du service.

2.1.4.2 Lorsque des opérations fondées sur le GNSS sont approuvées par l'Autorité d'aviation civile, les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent enregistrer les données GNSS relatives à ces opérations.

Note 1.— Les données enregistrées peuvent appuyer les enquêtes sur les accidents et les incidents. Elles peuvent également appuyer des analyses périodiques visant à vérifier les paramètres de performance du GNSS définis dans les spécifications du présent RAS.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 2 Page 2 de 4 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Note 2.— Des éléments indicatifs sur l'enregistrement des données du GNSS et sur l'évaluation de la performance du GNSS figurent dans le Supplément D, Sections 11 et 12.

2.1.4.3 Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent conserver les enregistrements pendant une période d'au moins 14 jours. Les enregistrements intéressant des enquêtes sur des accidents ou incidents doivent être conservés plus longtemps, jusqu'à ce qu'il soit évident qu'ils ne sont plus nécessaires.

2.1.5 Radar d'approche de précision [Réservé]

2.1.6 Lorsqu'une aide radio à la navigation est fournie pour l'approche et l'atterrissage de précision, elle doit être complétée, selon les besoins, par un ou plusieurs moyens de guidage qui, utilisés selon les procédures appropriées, assurent un guidage efficace jusqu'à la trajectoire de référence choisie et un couplage efficace (manuel ou automatique) avec celle-ci.

Note.— Les systèmes DME, GNSS, NDB et VOR ainsi que les systèmes de navigation embarqués ont été utilisés à cet effet.

2.2 Essais en vol et au sol

2.2.1 Les aides radio à la navigation de type conforme aux spécifications du Chapitre 3 doivent faire l'objet d'essais périodiques en vol et au sol par les fournisseurs de services de navigation aérienne.

Note.— Le Supplément C du présent Volume du RAS 10 et le Doc 8071 de l'OACI, Manuel sur la vérification des aides radio à la navigation donnent des indications sur les essais en vol et au sol des installations spécifiées dans le présent RAS.

2.2.2 Les intervalles entre inspections en vol des aides radio à la navigation doivent être établis comme suit :

Installations	Périodicité de l'essai en vol	Tolérance
VOR	12 mois	± 3 mois
VOR/DME	12 mois	± 3 mois
ILS (LOC, GLIDE, DME)	6 mois	± 3 mois
DME	12 mois	± 3 mois
NDB	12 mois	± 3 mois

2.2.3 Les intervalles entre maintenances périodiques au sol des aides radio à la navigation doivent être établis comme suit :

Installations	Périodicité de l'essai au sol	Tolérance
VOR	03 mois	± 1 mois
VOR/DME	03 mois	± 1 mois
ILS (LOC, GLIDE, DME)	03 mois	± 1 mois
DME	03 mois	± 1 mois
NDB	06 mois	± 2 mois

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 2 Page 3 de 4 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

2.2.4 Des vérifications de mise en service doivent être effectuées avant la mise en service officielle d'un équipement de radionavigation. Une nouvelle mise en service peut être requise à la suite de modifications pouvant avoir un effet sur les performances d'une aide radio à la navigation (ex. : modifications ou réparations du système d'antenne).

2.2.5 Le fournisseur de service de navigation aérienne qui souhaite prolonger les intervalles de ses essais périodiques doit envoyer une demande à l'Autorité d'aviation civile. Cette demande doit contenir des critères prouvant :

- a) la stabilité de l'équipement sur une longue période ; par exemple, une stabilité démontrée par quatre inspections en vol régulières sans réglages d'émetteur ;
- b) une bonne corrélation entre les résultats d'essais simultanés au sol et en vol ;
- c) un dossier de résultats de vérifications indépendantes des dispositifs de contrôle ;
- d) un dossier de lectures des dispositifs de contrôle de l'équipement faites à des intervalles réguliers ne dépassant pas 50% de l'intervalle prolongé entre inspections en vol ;

Note.— Un intervalle plus court entre lectures des dispositifs de contrôle est suggéré pour les stations ILS destinées aux opérations de catégories II.

- e) la preuve que la maintenance est de grande qualité et que le résultat de la vérification enregistré et les lectures des dispositifs de contrôle pour les paramètres critiques indiquent que l'équipement répond en permanence aux exigences de performance ;
- f) la preuve que l'environnement d'exploitation de l'installation ne risque pas de subir des changements tels que, par exemple, la construction d'édifices ;
- g) une diminution recommandée des tolérances appliquées aux résultats de l'inspection en vol à 75 % des exigences d'acceptation habituelles, pour les paramètres critiques. Voici quelques exemples de paramètres critiques :

- 1. radioalignement de piste et sensibilité d'écart ;
- 2. angle de descente et sensibilité d'écart ;
- 3. alignement et structure des radiales d'approche VOR.

2.2.5.1 L'ANSP doit revenir aux intervalles nominaux entre les inspections s'il n'est plus possible de satisfaire aux critères énoncés au § 2.2.5.

Note. – Le Manuel des procédures sur la vérification des aides radio à la navigation (Document PV-RAS 10) donnent des indications détaillées sur les critères servant au prolongement des intervalles entre les vérifications.

2.3 Communication de renseignements sur l'état opérationnel des services de radionavigation

2.3.1 Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent faire en sorte que les tours de contrôle d'aérodrome et les organismes assurant le contrôle d'approche reçoivent en temps opportun, compte tenu du ou des services utilisés, des renseignements sur l'état opérationnel des services de radionavigation indispensables à l'approche, à l'atterrissage et au décollage sur l'aérodrome ou les aérodromes dont ils ont la charge.

Note.— Des éléments indicatifs sur l'application de cette norme pour les opérations basées sur la PBN s'appuyant sur le GNSS figurent dans le Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN) (Doc 9613) de l'OACI.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 2 Page 4 de 4 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

2.4 Alimentation électrique des aides radio à la navigation et des installations de télécommunications

2.4.1 Les aides radio à la navigation et les éléments au sol des systèmes de télécommunications des types spécifiés dans le RAS 10 doivent être dotés par les fournisseurs de services de navigation aérienne d'une alimentation électrique convenable et de moyens d'assurer la continuité du service compatibles avec l'emploi du ou des services assurés.

Note.— Le Supplément C, Section 8, contient des éléments indicatifs sur la commutation d'alimentation électrique.

2.5 Considérations relatives aux facteurs humains

2.5.1 Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que la conception et la certification des aides radios à la navigation respectent les principes des facteurs humains.

Note.— On trouve des éléments indicatifs sur les principes des facteurs humains dans le Manuel d'instruction sur les facteurs humains (Doc 9683) et dans la Circulaire 249 (Facteurs humains. Etude n° 11 — Les facteurs humains dans les systèmes CNS/ATM) de l'OACI.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 1 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	---

CHAPITRE 3. SPECIFICATIONS DES AIDES RADIO A LA NAVIGATION

Note.— Le RAS 14, Volume I, Chapitre 8, contient des spécifications relatives à l'implantation et à la structure du matériel et des installations sur les aires opérationnelles et destinées à réduire au minimum le danger que ce matériel et ces installations pourraient présenter pour les aéronefs.

3.1 Spécifications du système ILS

3.1.1 Définitions

Alignement de descente ILS. Parmi les lieux des points, dans le plan vertical passant par l'axe de la piste, où la DDM est nulle, celui qui est le plus proche du plan horizontal.

Alignement de piste. Parmi les lieux des points, dans tout plan horizontal, où la DDM est nulle, celui qui est le plus proche de l'axe de la piste.

Angle de l'alignement de descente ILS. Angle entre l'horizontale et une ligne droite représentant l'alignement de descente ILS moyen.

Continuité du service ILS. Qualité liée à la rareté des interruptions du signal rayonné. Le niveau de continuité du service du radiophare d'alignement de piste ou du radiophare d'alignement de descente s'exprime par la probabilité que le rayonnement des signaux de guidage ne soit pas interrompu.

Demi-secteur d'alignement de descente ILS. Secteur, dans un plan vertical, contenant l'alignement de descente ILS limité par les lieux des points les plus proches de l'alignement de descente où la DDM est égale à 0,0875.

Demi-secteur d'alignement de piste. Secteur, dans tout plan horizontal, contenant l'alignement de piste, limité par les lieux des points les plus proches de l'alignement de piste où la DDM est égale à 0,0775.

Différence de modulation (DDM). Différence entre le taux de modulation du signal le plus fort et le taux de modulation du signal le plus faible.

Installations ILS de catégorie de performances I. Tout système ILS qui assure le guidage depuis la limite de couverture de l'ILS jusqu'au point où l'alignement de piste coupe l'alignement de descente ILS à une hauteur égale ou inférieure à 30 m (100 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil.

Note.— La limite inférieure est fixée à 30 m (100 ft) en dessous de la hauteur de décision (DH) minimale de catégorie I.

Installations ILS de catégorie de performances II. Tout système ILS qui assure le guidage depuis la limite de couverture de l'ILS jusqu'au point où l'alignement de piste coupe l'alignement de descente ILS à une hauteur égale ou inférieure à 15 m (50 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil.

Note.— La limite inférieure est fixée à 15 m (50 ft) en dessous de la hauteur de décision (DH) minimale de catégorie II.

Installations ILS de catégorie de performances III. Tout système ILS qui assure, au besoin avec l'aide d'un dispositif auxiliaire, le guidage depuis la limite de couverture de l'installation jusqu'à la surface de la piste et le long de cette surface.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 2 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	---

Intégrité de l'ILS. Qualité liée à la confiance que l'on peut avoir dans l'exactitude des renseignements fournis par l'installation. Le niveau d'intégrité du radiophare d'alignement de piste ou du radiophare d'alignement de descente s'exprime par la probabilité de ne pas rayonner de signaux de guidage erronés.

Point A de l'ILS. Point situé sur l'alignement de descente ILS dont la distance au seuil mesurée le long du prolongement de l'axe de piste, dans la direction d'approche, est de 7,5 km (4 NM).

Point B de l'ILS. Point situé sur l'alignement de descente ILS dont la distance au seuil mesurée le long du prolongement de l'axe de piste, dans la direction d'approche, est de 1 050 m (3 500 ft).

Point C de l'ILS. Point par lequel le prolongement vers le bas de la partie rectiligne de l'alignement nominal de descente ILS passe à une hauteur de 30 m (100 ft) au-dessus du plan horizontal contenant le seuil.

Point D de l'ILS. Point situé à 4 m (12 ft) au-dessus de l'axe de la piste et à 900 m (3 000 ft) du seuil dans la direction du radiophare d'alignement de piste.

Point E de l'ILS. Point situé à 4 m (12 ft) au-dessus de l'axe de la piste et à 600 m (2 000 ft) de l'extrémité d'arrêt de la piste dans la direction du seuil.

Note.— Voir la Figure C-1 du Supplément C.

Point de repère ILS (Point T). Point situé à une hauteur déterminée à la verticale de l'intersection de l'axe de la piste et du seuil, par lequel passe le prolongement rectiligne, vers le bas, de l'alignement de descente ILS.

Secteur d'alignement de descente ILS. Secteur, dans le plan vertical contenant l'alignement de descente ILS, limité par les lieux des points les plus proches de l'alignement de descente où la DDM est égale à 0,175.

Note.— Le secteur d'alignement de descente ILS est situé dans le plan vertical passant par l'axe de piste et il est divisé par l'alignement de descente émis en deux parties appelées respectivement secteur supérieur et secteur inférieur selon qu'il s'agit du secteur situé au-dessus ou au-dessous de l'alignement de descente.

Secteur d'alignement de piste. Secteur, dans un plan horizontal contenant l'alignement de piste, limité par les lieux des points les plus proches de l'alignement de piste où la DDM est égale à 0,155.

Secteur d'alignement de piste arrière. Secteur d'alignement de piste situé du côté du radiophare d'alignement de piste opposé à la piste.

Secteur d'alignement de piste avant. Secteur d'alignement de piste situé du même côté du radiophare d'alignement de piste que la piste.

Sensibilité d'écart angulaire. Rapport de la DDM mesurée à l'écart angulaire correspondant à partir de la ligne de référence appropriée.

Sensibilité d'écart (radioalignement de piste). Rapport de la DDM mesurée à l'écart latéral correspondant à partir de la ligne de référence appropriée.

Système d'alignement de descente à deux fréquences. Système d'alignement de descente ILS qui assure la couverture au moyen de deux diagrammes de rayonnement indépendants correspondant à des fréquences porteuses distinctes dans les limites du canal particulier de l'alignement de descente.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 3 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	---

Système d'alignement de piste à deux fréquences. Système d'alignement de piste qui assure la couverture au moyen de deux diagrammes de rayonnement indépendants correspondant à des fréquences porteuses distinctes dans les limites du canal VHF particulier de l'alignement de piste.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 4 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	---

3.1.2 Spécifications fondamentales

3.1.2.1 Le système ILS doit comprendre les éléments fondamentaux ci-après :

- a) radiophare d'alignement de piste VHF, dispositif de contrôle correspondant, système de commande et de signalisation à distance ;
- b) radiophare d'alignement de descente UHF, dispositif de contrôle correspondant, système de commande et de signalisation à distance ;
- c) moyen permettant des vérifications de l'alignement de descente.

Note.— Les Procédures pour les services de navigation aérienne — Exploitation technique des aéronefs (PANS-OPS) (Doc 8168 de l'OACI) contiennent des orientations pour la réalisation des vérifications de l'alignement de descente.

3.1.2.1.1 Une information de distance jusqu'au seuil destinée à permettre des vérifications de l'alignement de descente doit être fournie par un dispositif de mesure de distance (DME) avec les dispositifs de contrôle correspondants et le système de commande et de signalisation à distance.

3.1.2.1.2 Le DME utilisé comme moyen permettant des vérifications de l'alignement de descente, doit être conforme aux spécifications figurant au § 3.1.7.1.

Note 1.— Des éléments indicatifs sur l'emploi du DME et/ou d'autres aides radio à la navigation normalisées en remplacement de radiobornes figurent dans le Supplément C, § 2.11.

Note 2.— Des spécifications sur la publication des distances équivalentes à la position des radiobornes lorsque le DME est utilisé pour remplacer l'élément radioborne de l'ILS figurent au § 3.1.7.1.

3.1.2.1.3 Les installations ILS de catégories de performances I et II doivent fournir à l'endroit de commande désigné et à l'organisme des services de la circulation aérienne chargé du contrôle de l'aéronef au cours de l'approche finale les renseignements sur l'état de fonctionnement de l'ILS dans un délai qui tient compte des exigences de l'environnement opérationnel.

Note 1.— Les indications prescrites par cette spécification ont pour but de faciliter les fonctions de gestion du trafic aérien et les délais applicables sont définis en conséquence (conformément au § 2.3.1).

3.1.2.2 Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que le système ILS est construit et réglé de façon qu'à une distance spécifiée du seuil, des indications identiques des instruments de bord correspondent à des déplacements identiques par rapport à l'alignement de piste ou à l'alignement de descente ILS, suivant le cas, quelle que soit l'installation au sol utilisée.

3.1.2.3 Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que le radiophare d'alignement de piste et le radiophare d'alignement de descente visés au § 3.1.2.1, alinéas a) et b), qui font partie d'une installation ILS de catégorie de performances I sont au moins conformes aux spécifications des § 3.1.3 et 3.1.5 respectivement, sauf celles indiquées expressément comme étant applicables aux installations ILS de catégorie de performances II.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 5 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	---

3.1.2.4 Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que le radiophare d'alignement de piste et le radiophare d'alignement de descente visés au § 3.1.2.1, alinéas a) et b), qui font partie d'une installation ILS de catégorie de performances II sont conformes aux spécifications applicables à ces éléments dans le cas d'une installation ILS de catégorie I, complétées ou modifiées par les spécifications des § 3.1.3 et 3.1.5 indiquées expressément comme étant applicables aux installations ILS de catégorie de performances II.

3.1.2.5 [Réservé]

3.1.2.6 Afin d'assurer un niveau de sécurité convenable, les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que l'ILS est conçu et entretenu de façon à obtenir un degré élevé de probabilité de fonctionnement dans les limites des caractéristiques de fonctionnement spécifiées, degré qui soit approprié à la catégorie de performances d'exploitation envisagée.

3.1.2.6.1 Pour les radiophares d'alignement de piste et les radiophares d'alignement de descente d'installations ILS de catégories de performances II, le niveau d'intégrité et de continuité de service doit être au moins de niveau 3, tel que défini aux § 3.1.3.12.4 (radiophare d'alignement de piste) et 3.1.5.8.4 (radiophare d'alignement de descente).

Note.— Les spécifications relatives à l'installation ILS de catégories de performances II visent à assurer le plus haut degré d'intégrité, de fiabilité et de stabilité de fonctionnement du système dans les conditions d'environnement les plus défavorables susceptibles d'être rencontrées. Le Supplément F contient des éléments indicatifs permettant de réaliser cet objectif.

3.1.2.7 [Réservé]

3.1.2.8 Aux emplacements où une installation ILS et une installation GBAS desservent les extrémités opposées d'une même piste, quand la direction d'approche utilisée n'est pas celle desservie par l'ILS, le radiophare d'alignement de piste ne doit pas rayonner de signaux lorsque sont effectuées des opérations GBAS par faible visibilité qui nécessitent le GAST D, sauf s'il peut être démontré que le signal du radiophare d'alignement satisfait aux spécifications énoncées dans l'Appendice B, § 3.6.8.2.2.5 et 3.6.8.2.2.6, qui définissent les rapports entre le signal utile et le signal non désiré et la puissance maximale dans un canal adjacent que peut tolérer le récepteur VDB du GBAS.

Note.— Si le radiophare d'alignement de piste rayonne des signaux, il y a risque de brouillage des signaux VDB du GBAS dans la région où les aéronefs survolent le radiophare d'alignement. Un dispositif de verrouillage soit matériel soit logiciel ou une procédure palliative peuvent être mis en place pour garantir que le radiophare d'alignement ne rayonne pas de signaux. Des éléments indicatifs supplémentaires figurent dans le Supplément C, § 2.1.8.1, et dans le Supplément D, § 7.2.3.3.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 6 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	---

3.1.3 Radiophare d'alignement de piste VHF et dispositif de contrôle correspondant

Introduction.— Les spécifications de la présente section s'appliquent aussi bien aux radiophares d'alignement de piste ILS qui assurent un guidage effectif sur 360° d'azimut qu'à ceux qui n'assurent un tel guidage que sur une partie spécifiée de la couverture avant (voir le § 3.1.3.7.4). Lorsqu'un radiophare d'alignement de piste ILS assurant un guidage effectif sur un secteur limité seulement est installé, les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent installer des aides à la navigation en des endroits convenables et établir des procédures appropriées pour empêcher que toute indication équivoque donnée par le système ILS en dehors du secteur ne présente de l'importance du point de vue de l'exploitation.

3.1.3.1 Généralités

3.1.3.1.1 Le réseau d'antennes du radiophare d'alignement de piste doit produire un diagramme de rayonnement double, dû à une modulation en amplitude de 90 Hz et à une modulation en amplitude de 150 Hz. Le diagramme de rayonnement doit créer un secteur d'alignement de piste tel que l'une des deux modulations prédomine d'un côté de l'alignement et l'autre du côté opposé.

3.1.3.1.2 Pour un observateur se trouvant à l'entrée de la piste et faisant face au radiophare, le taux de modulation de la porteuse à 150 Hz doit prédominer à sa droite et le taux de modulation de la porteuse à 90 Hz doit prédominer à sa gauche.

3.1.3.1.3 Tous les angles horizontaux utilisés pour définir les diagrammes de rayonnement du radiophare doivent avoir comme sommet le centre du réseau d'antennes du radiophare qui émet les signaux utilisés dans le secteur d'alignement de piste avant.

3.1.3.2 Fréquence radio

3.1.3.2.1 Le radiophare d'alignement de piste doit fonctionner dans la bande 108 – 111,975 MHz. Les assignations de fréquences doivent se faire dans l'ordre selon le tableau du § 3.1.6.1. Lorsqu'une seule fréquence porteuse est utilisée, la tolérance de fréquence ne doit pas dépasser $\pm 0,005$ %. Lorsque deux fréquences porteuses sont utilisées, la tolérance de fréquence ne doit pas dépasser 0,002 % et la bande nominale occupée par les porteuses doit être symétrique par rapport à la fréquence assignée. Toutes les tolérances étant appliquées, l'espacement de fréquences entre les porteuses doit être au moins égal à 5 kHz et au plus égal à 14 kHz.

3.1.3.2.2 L'émission du radiophare d'alignement de piste doit être polarisée horizontalement. La composante du rayonnement polarisée verticalement ne doit pas dépasser, sur l'alignement de piste, celle qui correspond à une erreur de DDM de 0,016 dans le cas d'un aéronef placé sur l'alignement de piste et incliné latéralement de 20° par rapport à l'horizontale.

3.1.3.2.2.1 Pour les radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances II, la composante du rayonnement polarisée verticalement ne doit pas dépasser, sur l'alignement de piste, celle qui correspond à une erreur de DDM de 0,008 dans le cas d'un aéronef placé sur l'alignement de piste et incliné latéralement de 20° par rapport à l'horizontale.

3.1.3.3 Couverture

Note.— Le § 2.1 et les Figures C-7A, C-7B, C-8A et C-8B du Supplément C donnent des éléments indicatifs sur la couverture du radiophare d'alignement de piste.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 7 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	---

3.1.3.3.1 Le radiophare d'alignement de piste doit émettre des signaux suffisants pour qu'une installation de bord typique d'un aéronef se dirigeant vers le radiophare puisse fonctionner de manière satisfaisante à l'intérieur des zones de couverture de l'alignement de piste et de l'alignement de descente. La zone de couverture de l'alignement de piste doit s'étendre du centre du système d'antennes d'alignement de piste jusqu'à :

46,3 km (25 NM) entre $\pm 10^\circ$ mesurés à partir de l'alignement de piste avant ;

31,5 km (17 NM) entre 10° et 35° mesurés à partir de l'alignement de piste avant ;

18,5 km (10 NM) en dehors de $\pm 35^\circ$ mesurés à partir de l'alignement de piste avant, si la couverture est assurée ;

toutefois, lorsque les caractères topographiques l'imposent ou que les besoins de l'exploitation le permettent, ces limites peuvent être ramenées à 33,3 km (18 NM) à l'intérieur du secteur de $\pm 10^\circ$ et à 18,5 km (10 NM) à l'intérieur du reste de la couverture lorsque d'autres moyens de navigation assurent une couverture suffisante à l'intérieur de l'aire d'approche intermédiaire. Les signaux du radiophare d'alignement de piste doivent pouvoir être reçus, aux distances spécifiées, à une hauteur égale ou supérieure à la plus grande des deux hauteurs suivantes : 600 m (2 000 ft) au-dessus de l'altitude du seuil ou 300 m (1 000 ft) au-dessus de l'obstacle le plus élevé à l'intérieur des aires d'approche intermédiaire et finale. Toutefois, lorsqu'il est nécessaire de protéger les performances de l'ILS, et si les conditions d'exploitation le permettent, la limite inférieure de couverture aux angles de plus de 15° mesurés à partir de l'alignement de piste avant doit être augmentée linéairement de sa hauteur à 15° jusqu'à une hauteur pouvant atteindre 1 350 m (4 500 ft) au-dessus de l'altitude du seuil à 35° , mesurés à partir de l'alignement de piste avant. Ces signaux doivent pouvoir être reçus aux distances spécifiées, jusqu'à une surface partant de l'antenne de l'alignement de piste et inclinée de 7° au-dessus de l'horizontale.

Note.— Lorsque des obstacles intermédiaires font saillie au-dessus de la surface inférieure, il est entendu qu'il n'est pas nécessaire d'assurer le guidage au-dessous de la limite inférieure de visibilité directe.

3.1.3.3.2 En tous les points du volume de couverture spécifié au § 3.1.3.3.1, sauf dans les cas spécifiés aux § 3.1.3.3.2.1 et 3.1.3.3.2.2, l'intensité de champ ne doit pas être inférieure à 40 $\mu\text{V/m}$ (-114 dBW/m^2).

Note.— Cette intensité de champ minimale est nécessaire pour permettre une utilisation opérationnelle satisfaisante des installations de radioalignement de piste ILS.

3.1.3.3.2.1 Dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances I, le champ minimal sur l'alignement de descente ILS et à l'intérieur du secteur d'alignement de piste, à partir de 18,5 km (10 NM) et jusqu'à 30 m (100 ft) de hauteur au-dessus du plan horizontal passant par le seuil, ne doit pas être inférieur à 90 $\mu\text{V/m}$ (-107 dBW/m^2) pour un aéronef se dirigeant vers le radiophare.

3.1.3.3.2.2 Dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances II, l'intensité de champ minimale sur l'alignement de descente ILS et à l'intérieur du secteur d'alignement de piste, doit au moins être égale à 100 $\mu\text{V/m}$ (-106 dBW/m^2) à une distance de 18,5 km (10 NM) et doit augmenter pour atteindre une valeur au moins égale à 200 $\mu\text{V/m}$ (-100 dBW/m^2) à une hauteur de 15 m (50 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil pour un aéronef se dirigeant vers le radiophare.

Note.1— Les intensités de champ indiquées au § 3.1.3.3.2.2 sont nécessaires pour assurer le rapport signal/bruit exigé pour obtenir une meilleure intégrité.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 8 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	---

3.1.3.3.3 L'intensité des signaux au-dessus de 7° devrait être ramenée à une valeur aussi faible que possible.

Note 1— Les dispositions des § 3.1.3.3.1 et 3.1.3.3.2.1, 3.1.3.3.2.2 sont fondées sur l'hypothèse que l'aéronef se dirige vers le radiophare.

Note 2.— Le § 2.2.2 du Supplément C fournit des éléments indicatifs sur les paramètres des récepteurs de bord importants du point de vue de la couverture des radiophares d'alignement de piste.

3.1.3.3.4 Lorsque la couverture est réalisée par un radiophare d'alignement de piste utilisant deux fréquences porteuses, l'une produisant un diagramme de rayonnement dans le secteur d'alignement avant et l'autre produisant un diagramme de rayonnement en dehors de ce secteur, le rapport des niveaux des signaux des deux porteuses dans l'espace, à l'intérieur du secteur d'alignement avant, jusqu'aux limites de couverture spécifiées au § 3.1.3.3.1, doit être au moins égal à 10 dB.

Note.— La note au § 3.1.3.11.2 et le § 2.7 du Supplément C donnent des éléments indicatifs sur les radiophares d'alignement de piste réalisant une couverture au moyen de deux fréquences porteuses.

3.1.3.4 Structure de l'alignement de piste

3.1.3.4.1 Dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances I, l'amplitude des coudes de l'alignement de piste ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées ci-dessous :

Zone	Amplitude (DDM) (Probabilité de 95%)
De la limite extérieure de la couverture jusqu'au point A de l'ILS	0,031
Du point A de l'ILS au point B de l'ILS	0,031 au point A de l'ILS et diminuant de façon linéaire jusqu'à 0,015 au point B de l'ILS
Du point B de l'ILS au point C de l'ILS	0,015

3.1.3.4.2 Dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances II, l'amplitude des coudes de l'alignement de piste ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées ci-après :

Zone	Amplitude (DDM) (Probabilité de 95%)
De la limite extérieure de la couverture jusqu'au point A de l'ILS	0,031
Du point A de l'ILS au point B de l'ILS	0,031 au point A de l'ILS et diminuant de façon linéaire jusqu'à 0,005 au point B de l'ILS
Du point B de l'ILS jusqu'au point de repère de l'ILS	0,005

Note 1.— Les amplitudes dont il est question aux § 3.1.3.4.1 et 3.1.3.4.2 sont celles des DDM dues aux coudes telles qu'elles sont sur l'alignement de piste moyen lorsque le radiophare est réglé correctement.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 9 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	---

Note 2.— Les § 2.1.3, 2.1.5, 2.1.6 et 2.1.9 du Supplément C donnent des éléments indicatifs sur la structure de l'alignement de piste.

3.1.3.5 *Modulation de la porteuse*

3.1.3.5.1 Le taux nominal de modulation de la porteuse, le long de l'alignement de piste, par chacune des modulations à 90 Hz et à 150 Hz, doit être de 20 %.

3.1.3.5.2 Le taux de modulation de la porteuse par chacune des modulations à 90 Hz et à 150 Hz doit être compris entre les limites de 18 et 22 %.

3.1.3.5.3 Les tolérances suivantes doivent être admises pour les fréquences de modulation :

- a) les fréquences de modulation doivent être de 90 Hz et de 150 Hz $\pm 2,5\%$;
- b) les fréquences de modulation doivent être de 90 Hz et de 150 Hz, $\pm 1,5\%$ pour les installations de catégorie de performances II ;
- c) [Réservé, Cat III]
- d) l'ensemble des harmoniques de chacune des modulations à 90 Hz et à 150 Hz ne doit pas être supérieur à 10 %.

3.1.3.5.3.1 [Réservé]

3.1.3.5.3.2 [Réservé, Cat III]

3.1.3.5.3.3 Les fréquences de modulation doivent être liées en phase de sorte qu'à l'intérieur du demi-secteur d'alignement de piste, les signaux démodulés à 90 Hz et 150 Hz passent par zéro dans la même direction, dans le cas des radiophares d'alignement de piste de catégorie de performances I et II, à 20° près, par rapport à la composante à 150 Hz, à chaque demi-période du signal combiné à 90 Hz et 150 Hz.

Note 1.— Cette définition de la relation de phase n'implique pas que la mesure de la phase doive être faite à l'intérieur du demi-secteur d'alignement de piste.

Note 2.— La Figure C-6 du Supplément C fournit des éléments indicatifs en ce qui concerne cette mesure.

3.1.3.5.3.4 Dans le cas des radiophares d'alignement de piste à deux fréquences, les dispositions du § 3.1.3.5.3.3 doivent s'appliquer à chacune des porteuses.

En outre, la fréquence de modulation à 90 Hz de l'une des porteuses doit être liée en phase à la fréquence de modulation à 90 Hz de l'autre porteuse de sorte que les signaux démodulés passent par zéro, dans la même direction, dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances I et II, à 20° près, par rapport à la composante à 90 Hz.

De la même manière, les modulations à 150 Hz des deux porteuses doivent être liées en phase de sorte que les signaux démodulés passent par zéro, dans la même direction, dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances I et II, à 20° près, par rapport à la composante à 150 Hz.

3.1.3.5.3.5 [Réservé]

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 10 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.1.3.5.3.6 La somme des taux de modulation de la porteuse radioélectrique due aux fréquences 90 Hz et 150 Hz ne doit pas dépasser 60 % ou ne doit pas être inférieure à 30 % dans les limites de couverture prescrites.

Note 1.— Si la somme des taux de modulation est supérieure à 60 % pour les radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances I, on peut ajuster la sensibilité d'écart nominale comme il est prévu au § 3.1.3.7.1 pour réaliser la limite de modulation ci-dessus.

Note 2.— Pour les systèmes à deux fréquences, la spécification relative à la somme maximale des taux de modulation ne s'applique pas aux angles d'azimut ou à proximité des angles d'azimut où les niveaux du signal de la porteuse d'alignement et de couverture ont la même amplitude (c'est-à-dire à des angles d'azimut où les deux systèmes émetteurs apportent une contribution importante au total du taux de modulation).

Note 3.— La spécification pour la somme minimale des taux de modulation est basée sur le fait que le niveau établi de l'alarme de mauvais fonctionnement peut atteindre 30 % comme il est indiqué au § 2.3.3, Supplément C.

3.1.3.5.3.7 [Réservé]

3.1.3.5.4 La modulation de fréquence et de phase non désirée sur les porteuses radioélectriques du radiophare d'alignement de piste ILS qui peut affecter les valeurs DDM affichées dans les récepteurs des radiophares d'alignement de piste peut être réduite au minimum dans la mesure du possible.

Note.— Le Supplément C, § 2.15, contient des éléments indicatifs appropriés.

3.1.3.6 Précision d'alignement de piste

3.1.3.6.1 L'alignement de piste moyen doit être réglé et maintenu entre des limites correspondant aux écarts suivants par rapport à l'axe de la piste, au point de repère ILS :

- radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances I : $\pm 10,5$ m (35 ft) ou l'équivalent linéaire de 0,015 DDM (14,52 μ A), s'il est inférieur ;
- radiophares d'alignement de piste des installations de la catégorie de performances II : $\pm 7,5$ m (25 ft) (10,5 μ A).

3.1.3.6.2 [Réservé]

Note 1.— Il est prévu que les installations de catégorie de performances II seront réglées et maintenues de manière telle que les limites spécifiées au § 3.1.3.6.1 ne seront que très rarement atteintes. Il est prévu, en outre, que l'ensemble du système ILS au sol sera conçu et exploité avec une intégrité suffisante pour que ce but soit atteint.

Note 2.— Il est prévu que les nouvelles installations de catégorie II satisferont aux dispositions du § 3.1.3.6.1.

Note 3.— Le Supplément C contient au § 2.1.3 des éléments indicatifs sur la mesure de la position du radioalignement de piste, et au § 2.1.9 des éléments indicatifs sur la protection du radioalignement de piste.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 11 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023

3.1.3.7 Sensibilité d'écart

3.1.3.7.1 La sensibilité d'écart nominale à l'intérieur du demi-secteur d'alignement de piste doit être l'équivalent de 0,00145 DDM/m (0,00044 DDM/ft) (1,403 μ A/m) au point de repère ILS, mais pour les radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances I, la sensibilité d'écart doit être réglée de manière à être aussi proche que possible de cette valeur lorsque la sensibilité nominale d'écart prescrite ne peut être respectée. L'angle maximal du secteur d'alignement de piste ne doit pas être supérieur à 6°.

3.1.3.7.2 La sensibilité d'écart latérale doit être réglée et maintenue par les fournisseurs de services de navigation aérienne dans les limites de plus ou moins 17 % de la valeur nominale pour les installations ILS de catégories de performances I et II;

3.1.3.7.3 [Réservé]

Note 1.— Les chiffres donnés aux § 3.1.3.7.1 et 3.1.3.7.2 sont fondés sur une largeur nominale de secteur de 210 m (700 ft) au point de repère ILS.

Note 2.— Le Supplément C, § 2.7, contient des éléments indicatifs sur l'alignement et la sensibilité d'écart des radiophares d'alignement de piste qui utilisent deux fréquences porteuses.

Note 3.— Le Supplément C, § 2.9, contient des éléments indicatifs sur la mesure de la sensibilité d'écart du radiophare d'alignement de piste.

3.1.3.7.4 L'augmentation de la DDM en fonction de l'écart angulaire par rapport à l'alignement de piste avant (où la DDM est nulle) doit être sensiblement linéaire jusqu'à une ouverture angulaire, de part et d'autre de l'alignement de piste avant, où la DDM est de 0,180 (174,19 μ A). À partir de cet angle et jusqu'à $\pm 10^\circ$, la DDM doit être au moins égale à 0,180. À partir de $\pm 10^\circ$ et jusqu'à $\pm 35^\circ$, la DDM doit être au moins égale à 0,155 (150 μ A). Si la couverture doit être assurée en dehors du secteur de $\pm 35^\circ$, la DDM doit être au moins égale à 0,155 dans la zone de couverture.

Note 1.— La linéarité de la variation de la DDM en fonction de l'écart angulaire est particulièrement importante au voisinage de l'alignement de piste.

Note 2.— La DDM donnée ci-dessus dans le secteur de 10° à 35° doit être considérée comme un besoin minimal en dessous duquel l'ILS ne peut pas être utilisé comme aide d'atterrissage. Lorsqu'elle est possible, une DDM d'une valeur supérieure, par exemple 0,180, présente l'avantage d'aider les aéronefs très rapides à exécuter leur interception sous un grand angle à des distances souhaitables du point de vue de l'exploitation à condition que les limites du § 3.1.3.5.3.6 sur le pourcentage de modulation soient respectées.

Note 3.— Chaque fois que c'est possible, le niveau d'interception du radiophare d'alignement de piste des systèmes automatiques de commande de vol doit être fixé à un niveau égal ou inférieur à 0,175 DDM (169,35 μ A) afin d'éviter les faux alignements de piste.

3.1.3.8 Radiotéléphonie [Réservé]

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 12 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.1.3.9 *Identification*

3.1.3.9.1 Le radiophare d'alignement de piste doit émettre simultanément un signal d'identification, propre à la piste et à la direction d'approche, sur la fréquence porteuse ou les fréquences porteuses utilisées pour la fonction d'alignement de piste. La transmission du signal d'identification ne doit en aucune façon gêner l'accomplissement de la fonction de base de l'alignement de piste.

3.1.3.9.2 Le signal d'identification doit être produit par la modulation en classe A2A de la fréquence porteuse ou des fréquences porteuses au moyen d'une tonalité de 1 020 Hz $\pm$ 50 Hz. Le taux de modulation doit être compris entre 5 et 15 %. Les émissions du signal d'identification doivent être polarisées horizontalement. Si deux porteuses sont modulées par des signaux d'identification, les phases relatives des modulations doivent être telles qu'il n'y aura pas de zones de silence dans les limites de la couverture du radioalignement de piste.

3.1.3.9.3 Le signal d'identification doit être émis en code morse international et doit être composé de deux ou de trois lettres. Il peut être précédé du signal du code morse international correspondant à la lettre I (majuscule i) suivi d'une courte pause, lorsqu'il est nécessaire de distinguer l'installation ILS d'autres installations de navigation se trouvant dans le voisinage immédiat.

3.1.3.9.4 Le signal d'identification doit être émis à l'aide de points et de traits à une vitesse correspondant à environ sept mots à la minute et sera répété, à des intervalles à peu près égaux, au moins six fois par minute tant que le radiophare d'alignement de piste est disponible pour l'exploitation. Lorsque le radiophare d'alignement de piste n'est pas disponible pour l'exploitation, par exemple après la suppression des éléments de navigation, ou au cours des opérations d'entretien ou d'émissions de réglage, le signal d'identification doit être interrompu. La durée des points doit être de 0,1 à 0,160 s. La durée des traits doit normalement être égale à trois fois celle des points. L'intervalle entre points et/ou traits doit être égal à la durée d'un point $\pm$ 10 %. L'intervalle entre lettres ne doit pas être inférieur à la durée de trois points.

3.1.3.10 *Implantation*

Note.— Le Supplément C fournit au § 2.1.9 des éléments indicatifs sur l'implantation des antennes du radiophare d'alignement de piste par rapport à la piste et aux voies de circulation.

3.1.3.10.1 Dans les installations de catégorie de performances II, le réseau d'antennes du radiophare d'alignement de piste doit être installé sur le prolongement de l'axe de la piste, et le radiophare doit être réglé de façon que l'alignement de piste se trouve dans le plan vertical passant par l'axe de la piste desservie. La hauteur et l'emplacement de l'antenne doivent être compatibles avec les règles relatives au dégagement des obstacles.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 13 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.1.3.10.2 Dans les installations de catégorie de performances I, le réseau d'antennes du radiophare d'alignement de piste doit être installé et réglé comme il est indiqué au § 3.1.3.10.1, à moins que les caractéristiques du site n'obligent à décaler l'antenne par rapport à l'axe de la piste.

3.1.3.10.2.1 Le système d'alignement de piste décalé doit être installé et réglé conformément aux dispositions relatives à l'ILS décalé spécifiées dans les *Procédures pour les services de navigation aérienne — Exploitation technique des aéronefs* (PANS-OPS) (Doc 8168 de l'OACI), Volume II, et les spécifications sur le radiophare d'alignement de piste doivent être rapportées au point de seuil fictif correspondant.

3.1.3.11 *Contrôle*

3.1.3.11.1 Le dispositif de contrôle automatique doit donner un avertissement aux points de contrôle désignés et doit provoquer l'une des opérations ci-après, dans l'espace de temps spécifié au § 3.1.3.11.3.1, si l'une quelconque des conditions indiquées au § 3.1.3.11.2 persiste :

- a) cessation du rayonnement ;
- b) suppression des éléments de navigation et d'identification sur la porteuse.

3.1.3.11.2 Les conditions exigeant le déclenchement d'interventions de contrôle doivent être les suivantes :

- a) dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances I, décalage de l'alignement de piste moyen, par rapport à l'axe de la piste, au point de repère ILS, dépassant 10,5 m (35 ft) ou l'équivalent linéaire de 0,015 DDM (14,52 μ A), s'il est inférieur ;
- b) dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances II, un décalage de l'alignement de piste moyen, par rapport à l'axe de la piste, de plus de 7,5 m (25 ft) (10,5 μ A) au point de repère ILS ;
- c) [Réservé, Cat III]
- d) dans le cas des radiophares d'alignement de piste dont les fonctions fondamentales sont assurées au moyen d'un système à une seule fréquence, une baisse de la puissance émise jusqu'à un niveau tel que l'une quelconque des conditions spécifiées aux § 3.1.3.3, 3.1.3.4 ou 3.1.3.5 n'est plus remplie ou jusqu'à un niveau inférieur à 50 % du niveau normal (selon ce qui est atteint en premier) ;
- e) dans le cas des radiophares d'alignement de piste dont les fonctions fondamentales sont assurées au moyen d'un système à deux fréquences, une baisse de la puissance émise pour l'une ou l'autre porteuse à moins de 80 % de la puissance normale ; toutefois, une baisse pouvant aller jusqu'à une valeur comprise entre 80 et 50 % de la normale, peut être admise à condition que le radiophare continue de remplir les conditions spécifiées aux § 3.1.3.3, 3.1.3.4 et 3.1.3.5 ;

Note.— Il importe de reconnaître qu'une situation dangereuse peut être créée à la suite d'un changement de fréquence ayant pour effet l'annulation de la différence de fréquence spécifiée au § 3.1.3.2.1. Ce problème est encore plus important pour l'exploitation dans le cas des installations de catégorie de performances II. Il est possible de résoudre ce problème selon les besoins au moyen de mesures spéciales de contrôle ou de circuits de haute fiabilité.

- f) variation de la sensibilité d'écart de plus de 17 % par rapport à la valeur nominale définie pour le radiophare en question.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 14 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Note.— Pour le choix de la valeur de la réduction de puissance à utiliser aux fins de contrôle dont il est question au § 3.1.3.11.2, alinéa d), il convient d'accorder une attention particulière à la structure des lobes verticaux et horizontaux (lobes verticaux dus à des hauteurs d'antenne différentes) de l'ensemble du système rayonnant lorsque deux porteuses sont utilisées. De grandes variations dans le rapport des puissances entre les porteuses peuvent se traduire par des zones à faible marge de protection et de faux alignements dans les zones latérales jusqu'aux limites de la couverture verticale spécifiées au § 3.1.3.3.1.

- g) dans le cas des radiophares d'alignement de piste dont les fonctions de base sont assurées par un système à deux fréquences, lorsque la DDM tombe à moins de 0,155 dans les limites de couverture prescrites au-delà de $\pm 10^\circ$ de l'alignement de piste avant.

3.1.3.11.3 La période totale de rayonnement, y compris la ou les périodes de rayonnement nul, en dehors des limites de performances spécifiées aux alinéas a), b), c), d), e) et f) du § 3.1.3.11.2 doit être aussi brève que possible, compte tenu de la nécessité d'éviter des interruptions du service de navigation assuré par le radiophare d'alignement de piste.

3.1.3.11.3.1 La période totale dont il est question au § 3.1.3.11.3 ne doit en aucun cas dépasser :

10 s dans le cas des radiophares des installations de catégorie de performances I ;

5 s dans le cas des radiophares des installations de catégorie de performances II.

Note 1.— Les durées totales prescrites constituent des limites qui ne doivent jamais être dépassées et visent à protéger l'aéronef, au cours des phases finales de l'approche, contre des périodes prolongées ou répétées de guidage d'alignement de piste en dehors des limites de contrôle. Pour cette raison, elles comprennent non seulement la période initiale de fonctionnement en dehors des tolérances, mais aussi le total d'une période ou de toutes les périodes de rayonnement en dehors des tolérances, y compris la ou les périodes de rayonnement nul et le temps nécessaire à la suppression des éléments de navigation et d'identification sur la porteuse, qui pourraient se produire pendant un essai de rétablissement du service, par exemple, au cours du fonctionnement ultérieur du dispositif de contrôle et du ou des transferts consécutifs à d'autres radiophares d'alignement de piste ou à leurs éléments.

Note 2.— Du point de vue opérationnel, ces dispositions ont pour but d'assurer qu'aucun signal de guidage ne soit rayonné en dehors des limites de contrôle après l'expiration des périodes indiquées et qu'aucun autre essai de rétablissement du service ne soit tenté avant que ne se soit écoulée une période de l'ordre de 20 s.

3.1.3.11.3.2 [Réservé]

3.1.3.11.4 Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que, dans la conception et le fonctionnement du dispositif de contrôle, il est tenu compte de la nécessité de supprimer le guidage de navigation et l'identification et de déclencher un dispositif avertisseur aux endroits de commande à distance désignés en cas de panne du dispositif de contrôle.

Note.— Le Supplément C, § 2.1.7, contient des éléments indicatifs sur la conception et le fonctionnement des dispositifs de contrôle.

3.1.3.12 Niveaux et besoins d'intégrité et de continuité du service

3.1.3.12.1 Un niveau d'intégrité et de continuité de service doit être attribué aux radiophares d'alignement de piste comme il est indiqué aux § 3.1.3.12.2 à 3.1.3.12.5.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 15 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Note.— Les niveaux servent à fournir l'information nécessaire à la détermination de la catégorie d'exploitation et des minimums connexes, qui dépendent de la catégorie de performances de l'installation, du niveau d'intégrité et de continuité de service (distinct) et d'un certain nombre de facteurs opérationnels (qualification de l'aéronef et de l'équipage, conditions météorologiques et caractéristiques de la piste, par exemple). Dans le cas d'un radiophare d'alignement de piste qui ne présente pas le niveau requis d'intégrité et de continuité de service, une certaine utilisation opérationnelle est encore possible, comme il est indiqué dans le Manuel d'exploitation tous temps (Doc 9365) de l'OACI, Appendice C, Classification et déclassement des installations ILS. De même, dans le cas d'un radiophare d'alignement de piste qui dépasse le niveau minimal d'intégrité et de continuité de service, des opérations plus exigeantes sont peut-être possibles.

3.1.3.12.2 Le niveau 1 doit être attribué à un radiophare d'alignement de piste si :

- 1) l'intégrité du radiophare d'alignement de piste ou la continuité de service, ou les deux, ne sont pas démontrées ; ou
- 2) l'intégrité du radiophare d'alignement de piste et la continuité de service sont toutes deux démontrées, mais au moins l'une des deux ne satisfait pas aux exigences du niveau 2.

3.1.3.12.2.1 La probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage ne doit pas être inférieure à $1 - 1,0 \times 10^{-7}$ pour tout atterrissage dans le cas des radiophares d'alignement de piste de niveau 1.

3.1.3.12.2.2 La probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné doit être supérieure à $1 - 4 \times 10^{-6}$ dans toute période de 15 secondes dans le cas des radiophares d'alignement de piste de niveau 1 (équivalant à 1 000 heures de moyenne des temps entre interruptions du service).

Note.— Un radiophare d'alignement de piste conforme aux § 3.1.3.12.2.1 et § 3.1.3.12.2.2 est aussi conforme à la spécification du § 3.1.3.12.3 (performance de niveau 2) et doit par conséquent être identifié comme étant de niveau 2.

3.1.3.12.2.3.— Si la valeur d'intégrité d'un radiophare d'alignement de piste de niveau 1 ne peut pas être atteinte ou ne peut pas être calculée facilement, il faudra procéder à une analyse détaillée pour s'assurer de la sûreté intrinsèque du moniteur.

3.1.3.12.3 Le niveau 2 doit être attribué à un radiophare d'alignement de piste si :

- la probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage n'est pas inférieure à $1 - 1,0 \times 10^{-7}$ pour tout atterrissage ; et si
- la probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné dépasse $1 - 4 \times 10^{-6}$ dans toute période de 15 secondes (équivalant à 1 000 heures de moyenne des temps entre interruptions du service).

3.1.3.12.4 Le niveau 3 doit être attribué à un radiophare d'alignement de piste si :

- la probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage n'est pas inférieure à $1 - 0,5 \times 10^{-9}$ pour tout atterrissage ; et si
- la probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné dépasse $1 - 2 \times 10^{-6}$ dans toute période de 15 secondes (équivalant à 2 000 heures de moyenne des temps entre interruptions du service).

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Edition Date Page 16 de 93 2 Octobre 2023
--	---	---

3.1.3.12.5 Le niveau 4 doit être attribué à un radiophare d'alignement de piste si :

- la probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage n'est pas inférieure à $1 - 0,5 \times 10^{-9}$ pour tout atterrissage ; et si
- la probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné dépasse $1 - 2 \times 10^{-6}$ dans toute période de 30 secondes (équivalant à 4 000 heures de moyenne des temps entre interruptions du service).

Note.— Le Supplément C, § 2.8 contient des éléments indicatifs sur des façons de réaliser l'intégrité et la continuité du service.

3.1.4 Caractéristiques d'immunité des récepteurs d'alignement de piste ILS à l'égard du brouillage

3.1.4.1 Les exploitants d'aéronef doivent certifier que le système récepteur du radiophare d'alignement de piste ILS assure une immunité suffisante à l'égard du brouillage causé par les produits d'intermodulation du troisième ordre émanant de deux signaux FM VHF dont les niveaux correspondent aux équations suivantes :

$$2N_1 + N_2 + 72 \leq 0$$

pour les signaux de radiodiffusion FM VHF dans la gamme de fréquences 107,7 – 108,0 MHz, et

$$2N_1 + N_2 + 3\left(24 - 20 \log \frac{\Delta f}{0,4}\right) \leq 0$$

pour les signaux de radiodiffusion FM VHF sur les fréquences inférieures à 107,7 MHz, dans lesquelles les fréquences des deux signaux de radiodiffusion FM VHF donnent naissance, dans le récepteur, à un produit d'intermodulation du troisième ordre sur la fréquence désirée du radiophare d'alignement de piste ILS.

N_1 et N_2 sont les niveaux (dBm) des deux signaux FM VHF à l'entrée du récepteur d'alignement de piste ILS. Aucun de ces niveaux ne doit excéder les critères de désensibilisation spécifiés au § 3.1.4.2.

$\Delta f = 108,1 - f_1$, f_1 étant la fréquence de N_1 , signal FM VHF le plus proche de 108,1 MHz.

3.1.4.2 Les exploitants d'aéronef doivent certifier que le système récepteur du radiophare d'alignement de piste ILS ne sera pas désensibilisé par les signaux de radiodiffusion FM VHF dont les niveaux correspondent au tableau suivant :

Fréquence (MHz)	Niveau maximal du signal brouilleur à l'entrée du récepteur (dBm)
88 -102	+15
104	+10
106	+5
107,9	-10

Note 1.— La relation est linéaire entre les points adjacents désignés par les fréquences ci-dessus.

Note 2.— Le Supplément C, § 2.2.2, contient des éléments indicatifs relatifs aux critères d'immunité à utiliser pour les caractéristiques mentionnées aux § 3.1.4.1 et 3.1.4.2.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 17 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.1.5 Radiophare d'alignement de descente UHF et dispositif de contrôle correspondant

Note.— θ désigne ici la valeur nominale de l'angle de l'alignement de descente.

3.1.5.1 Généralités

3.1.5.1.1 Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que le réseau d'antennes du radiophare d'alignement de descente UHF produit un diagramme de rayonnement double, dû à une modulation en amplitude de 90 Hz et à une modulation en amplitude de 150 Hz. Le diagramme de rayonnement doit être disposé de façon à créer un alignement de descente rectiligne dans le plan vertical passant par l'axe de la piste, la modulation à 150 Hz de la porteuse prédominant au-dessous de l'alignement de descente et la modulation à 90 Hz prédominant au-dessus de l'alignement de descente au moins jusqu'à un angle égal à $1,75 \theta$.

3.1.5.1.2 La valeur nominale de l'angle de l'alignement de descente ILS doit être de 3° .

3.1.5.1.2.1 Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que l'angle de l'alignement de descente est réglé et maintenu dans les limites de $0,075 \theta$ à partir de θ pour les alignements de descente des installations ILS de catégories de performances I et II.

Note 1.— Le Supplément C, § 2.4, contient des éléments indicatifs sur le réglage et le maintien de l'angle de l'alignement de descente.

Note 2.— Le Supplément C, § 2.4 et Figure C-5, fournissent des éléments indicatifs sur la courbure, l'alignement et l'implantation de l'alignement de descente ILS en ce qui concerne le choix de la hauteur du point de repère ILS.

Note 3.— Le Supplément C fournit au § 2.1.9 des éléments indicatifs concernant la protection de la structure de l'alignement de descente ILS.

3.1.5.1.3 Le prolongement rectiligne, vers le bas, de l'alignement de descente ILS doit passer par le point de repère ILS à une hauteur assurant un guidage sûr au-dessus des obstacles ainsi que l'utilisation sûre et efficace de la piste desservie.

3.1.5.1.4 La hauteur du point de repère ILS doit être de 15 m (50 ft) pour les installations ILS de catégories de performances I et II. Une tolérance de +3 m (10 ft) est autorisée.

Note 1.— Pour déterminer les hauteurs précitées du point de repère ILS, on s'est fondé sur une distance verticale maximale de 5,8 m (19 ft) entre la trajectoire de l'antenne d'alignement de descente de l'aéronef et la trajectoire du bas des roues, à hauteur du seuil. Dans le cas des aéronefs pour lesquels ce critère est insuffisant, il peut être nécessaire de prendre des dispositions afin de maintenir une marge de franchissement suffisante à hauteur du seuil ou d'adapter les minimums d'exploitation autorisés.

Note 2.— Des éléments indicatifs appropriés figurent au Supplément C, § 2.4.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 18 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.1.5.2 *Fréquence radio*

3.1.5.2.1 Le radiophare d'alignement de descente doit fonctionner dans la bande 328,6 – 335,4 MHz. La fréquence radio du radiophare d'alignement de descente doit être appariée avec celle du radiophare d'alignement de piste selon le tableau du § 3.1.6.1. Si une seule porteuse est utilisée, la tolérance de fréquence ne doit pas dépasser $\pm 0,005$ %. Si des systèmes d'alignement de descente à deux porteuses sont utilisés, la tolérance de fréquence ne doit pas dépasser $\pm 0,002$ % et la bande nominale occupée par les porteuses doit être symétrique par rapport à la fréquence assignée. Toutes les tolérances étant appliquées, l'espacement de fréquence entre les porteuses doit être de 4 kHz au moins et de 32 kHz au maximum.

3.1.5.2.2 L'émission du radiophare d'alignement de descente doit être polarisée horizontalement.

3.1.5.3 *Couverture*

3.1.5.3.1 Le radiophare d'alignement de descente doit émettre des signaux tels qu'une installation de bord typique d'un aéronef se dirigeant vers le radiophare puisse fonctionner de manière satisfaisante dans des secteurs de 8° en azimut, de part et d'autre de l'alignement de descente ILS, jusqu'à une distance d'au moins 18,5 km (10 NM) et entre des angles de site au-dessus de l'horizontale de $1,75^\circ$ vers le haut et de $0,45^\circ$ vers le bas, ou jusqu'au site le plus bas, jusqu'à concurrence de $0,30^\circ$, qui est nécessaire pour protéger la procédure promulguée pour l'interception de l'alignement de descente.

3.1.5.3.2 Afin d'assurer la couverture spécifiée au § 3.1.5.3.1, l'intensité de champ minimale dans ce secteur de couverture doit être de $400 \mu\text{V/m}$ (-95 dBW/m^2) pour un aéronef se dirigeant vers le radiophare. Pour les radiophares d'alignement de descente des installations de catégorie de performances I, la hauteur minimale jusqu'à laquelle cette intensité de champ doit être fournie doit être de 30 m (100 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil. Pour les radiophares d'alignement de descente des installations de catégorie de performances II, la hauteur minimale jusqu'à laquelle cette intensité de champ doit être fournie doit être de 15 m (50 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil.

Note 1.— Le Supplément C, § 2.2, contient des éléments indicatifs sur les paramètres importants des récepteurs de bord.

Note 2.— Le Supplément C, § 2.4, contient des éléments indicatifs sur la réduction de la couverture au-delà de 8° de part et d'autre de l'axe de l'alignement de descente ILS.

3.1.5.4 *Structure de l'alignement de descente ILS*

3.1.5.4.1 Dans le cas des installations ILS de catégorie de performances I, l'amplitude des coudes de l'alignement de descente ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées ci-dessous :

Zone	Amplitude (DDM) (Probabilité de 95%)
De la limite extérieure de couverture jusqu'au point C de l'ILS	0,035

3.1.5.4.2 Dans le cas des installations ILS de catégorie de performances II, l'amplitude des coudes de l'alignement de descente ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées ci-dessous :

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 19 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Zone	Amplitude (DDM) (Probabilité de 95%)
De la limite extérieure de couverture jusqu'au point A de l'ILS	0,035
Du point A de l'ILS au point B de l'ILS	0,035 au point A de l'ILS et diminuant, de la façon linéaire, jusqu'à 0,023 au point B de l'ILS
Du point B de l'ILS jusqu'au point de repère de l'ILS	0,023

Note 1.— Les amplitudes dont il est question aux § 3.1.5.4.1 et 3.1.5.4.2 sont celles des DDM dues aux coudes telles qu'elles sont sur l'alignement de descente ILS moyen lorsque le radiophare est réglé correctement.

Note 2.— Dans les parties de l'approche où la courbure de l'alignement de descente ILS est appréciable, les amplitudes des coudes sont calculées par rapport à la trajectoire curviligne moyenne et non par rapport à la ligne droite prolongée vers le bas.

Note 3.— Le Supplément C, § 2.1.4, contient des éléments indicatifs sur la structure de l'alignement de descente ILS. Au § 2.1.9, il fournit des éléments indicatifs concernant la protection de cette structure.

3.1.5.5 Modulation de la porteuse

3.1.5.5.1 Le taux nominal de modulation de la porteuse, pour chacune des modulations à 90 Hz et à 150 Hz sur l'alignement de descente ILS, doit être de 40 %. Le taux de modulation doit rester compris dans les limites de 37,5 % et de 42,5 %.

3.1.5.5.2 Les tolérances suivantes doivent être observées pour les fréquences de modulation :

- a) les fréquences de modulation doivent être de 90 Hz et 150 Hz, $\pm 1,5$ % ;
- b) l'ensemble des harmoniques de chacune des modulations à 90 Hz et 150 Hz ne doit pas être supérieur à 10 %.

3.1.5.5.3 Les modulations doivent être liées en phase de sorte que l'intérieur du demi-secteur d'alignement de descente ILS, les signaux démodulés de 90 Hz et 150 Hz passent par zéro, dans la même direction à 20° près, par rapport à la composante à 150 Hz, à chaque demi-période du signal combiné à 90 Hz et 150 Hz.

Note 1.— Cette définition de la relation de phase n'implique pas que la mesure de la phase doive être faite à l'intérieur du demi-secteur d'alignement de descente ILS.

Note 2.— La Figure C-6 du Supplément C donne des éléments indicatifs au sujet de ces dispositions.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 20 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.1.5.5.3.1 Dans le cas des radiophares d'alignement de descente à deux fréquences, les dispositions du § 3.1.5.5.3 doivent s'appliquer à chacune des porteuses.

En outre, la fréquence de modulation à 90 Hz de l'une des porteuses doit être liée en phase à la fréquence de modulation à 90 Hz de l'autre porteuse de sorte que les signaux démodulés passent par zéro, dans la même direction dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS des installations de catégories de performances I et II à 20° près, par rapport à la composante à 90 Hz.

De la même manière, les modulations à 150 Hz des deux porteuses doivent être liées en phase de sorte que les signaux démodulés passent par zéro, dans la même direction dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS des installations de catégories de performances I et II à 20° près, par rapport à la composante à 150 Hz.

3.1.5.5.3.2 [Réservé]

3.1.5.5.4 La modulation de fréquence et de phase non désirée sur les porteuses radioélectriques de l'alignement de descente ILS qui peut affecter les valeurs DDM affichées dans les récepteurs d'alignement de descente doit être réduite au minimum dans la mesure du possible.

Note.— Le Supplément C, § 2.15, contient des éléments indicatifs appropriés.

3.1.5.6 *Sensibilité d'écart*

3.1.5.6.1 Dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances I, la sensibilité nominale d'écart angulaire doit correspondre à une DDM de 0,0875 pour des écarts angulaires compris entre 0,07 θ et 0,14 θ au-dessus et au-dessous de l'alignement de descente.

Note.— Les dispositions ci-dessus ne visent pas à empêcher l'utilisation de radiophares d'alignement de descente dont les secteurs supérieur et inférieur sont du fait de leur principe asymétriques.

3.1.5.6.2 [Réservé]

3.1.5.6.3 Dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances II, la sensibilité d'écart angulaire doit être aussi symétrique que possible. La sensibilité nominale d'écart angulaire doit correspondre à une DDM de 0,0875 pour un écart angulaire de :

- a) 0,12 θ au-dessous de l'alignement de descente, avec une tolérance de $\pm 0,02 \theta$;
- b) 0,12 θ au-dessus de l'alignement de descente, avec une tolérance de $+0,02 \theta$ et $-0,05 \theta$.

3.1.5.6.4 [Réservé]

3.1.5.6.5 La DDM au-dessous de l'alignement de descente ILS doit augmenter régulièrement au fur et à mesure que diminue l'angle de site jusqu'à ce qu'elle atteigne une valeur de 0,22. Cette valeur doit être réalisée avec un angle de site d'au moins 0,30 θ au-dessus de l'horizontale. Toutefois, si cette valeur est atteinte avec un angle de site dépassant 0,45 θ la valeur de la DDM ne doit pas descendre au-dessous de 0,22, au moins jusqu'à un angle de site de 0,45 θ ou jusqu'au site le plus bas, jusqu'à concurrence de 0,30 θ, qui doit être nécessaire pour protéger la procédure promulguée pour l'interception de l'alignement de descente.

Note.— Les limites de réglage du radioalignement de descente sont représentées schématiquement sur la Figure C-11 du Supplément C.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 21 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.1.5.6.6 La sensibilité d'écart angulaire du radiophare d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances I doit être réglée et maintenue par les fournisseurs de services de navigation aérienne à la valeur nominale choisie ± 25 %.

3.1.5.6.7 La sensibilité d'écart angulaire du radiophare d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances II doit être réglée et maintenue par les fournisseurs de services de navigation aérienne à la valeur nominale choisie ± 20 %.

3.1.5.7 *Contrôle*

3.1.5.7.1 Le dispositif de contrôle automatique doit transmettre un avertissement au point de contrôle à distance et doit interrompre les émissions dans les délais spécifiés au § 3.1.5.7.3.1 si l'une quelconque des conditions suivantes persiste :

- a) dérive de l'angle moyen de l'alignement de descente ILS supérieure à une valeur comprise entre $-0,075 \theta$ et $+0,10 \theta$ par rapport à θ ;
- b) dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS dont les fonctions fondamentales sont assurées au moyen d'un système à une seule fréquence, une baisse de la puissance émise à moins de 50 % de la normale, à condition que le radiophare continue de remplir les conditions spécifiées aux § 3.1.5.3, 3.1.5.4 et 3.1.5.5 ;
- c) dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS dont les fonctions fondamentales sont assurées au moyen d'un système à deux fréquences, une baisse de la puissance émise pour l'une ou l'autre porteuse à moins de 80 % de la normale ; toutefois, une baisse pouvant aller jusqu'à une valeur comprise entre 80 et 50 % de la normale peut être admise, à condition que le radiophare continue de remplir les conditions spécifiées aux § 3.1.5.3, 3.1.5.4 et 3.1.5.5 ;

Note.— Il importe de reconnaître qu'une situation dangereuse peut être créée à la suite d'un changement de fréquence ayant pour effet l'annulation de la différence de fréquence spécifiée au § 3.1.5.2.1. Ce problème est encore plus important pour l'exploitation dans le cas des installations de catégories de performances II. Il est possible de résoudre ce problème selon les besoins au moyen de mesures spéciales de contrôle ou de circuits de haute fiabilité.

- d) dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances I, une variation de l'angle compris entre l'alignement de descente et la ligne située au-dessous de l'alignement de descente (où prédomine la modulation à 150 Hz) le long de laquelle la DDM est égale à 0,0875, supérieure à la plus grande des deux valeurs suivantes :
 - 1) $\pm 0,0375 \theta$; ou
 - 2) un angle équivalent à une variation de la sensibilité d'écart de 25 % par rapport à la valeur nominale ;
- e) dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS de catégories de performances II, une variation de la sensibilité d'écart angulaire atteignant une valeur éloignée de plus de 25 % de la valeur nominale ;
- f) diminution de l'angle de la ligne située au-dessous de l'alignement de descente ILS le long de laquelle la DDM est égale à 0,0875 jusqu'à une valeur inférieure à $0,7475 \theta$ par rapport à l'horizontale ;
- g) réduction de la DDM à moins de 0,175 à l'intérieur de la couverture spécifiée au-dessous du secteur d'alignement de descente.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 22 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Note 1.— La valeur de 0,7475 θ par rapport à l'horizontale est destinée à assurer une marge de franchissement d'obstacles suffisante. Cette valeur a été calculée à partir d'autres paramètres associés aux spécifications du radioalignement de descente et du détecteur. Comme il ne s'agit pas d'obtenir une précision de mesure à quatre décimales près, on pourra utiliser à cet égard la valeur de 0,75 θ comme limite du détecteur.

Note 2.— Les alinéas f) et g) n'ont pas pour objet d'imposer la nécessité d'un dispositif de contrôle distinct pour assurer une protection contre les variations des limites inférieures du demi-secteur qui l'amèneraient à moins de 0,7475 θ de l'horizontale.

Note 3.— Pour les radiophares d'alignement de descente dont la sensibilité nominale d'écart angulaire choisie correspond à un angle au-dessous de l'alignement de descente ILS situé aux limites ou près des limites maximales spécifiées au § 3.1.5.6, il peut être nécessaire d'ajuster les limites de fonctionnement du dispositif de contrôle pour assurer une protection entre les écarts de demi-secteur au-dessous de 0,7475 θ par rapport à l'horizontale.

Note 4.— Des éléments indicatifs relatifs au contrôle exigé aux termes de l'alinéa g) figurent au Supplément C, § 2.4.11.

3.1.5.7.2 [Réservé]

3.1.5.7.3 La période totale de rayonnement, y compris la ou les périodes de rayonnement nul, en dehors des limites de performances spécifiées au § 3.1.5.7.1 doit être aussi brève que possible, compte tenu de la nécessité d'éviter toute interruption du fonctionnement du radiophare d'alignement de descente ILS.

3.1.5.7.3.1 La période totale dont il est question au § 3.1.5.7.3 ne doit en aucun cas dépasser :

6 s dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS des installations de catégorie de performance I ;

2 s dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS des installations de catégorie de performance II.

Note 1.— Les périodes totales spécifiées sont des limites à ne jamais dépasser et sont destinées à protéger les aéronefs dans les phases finales de l'approche, contre des périodes prolongées ou répétées de guidage d'alignement de descente ILS en dehors des limites de contrôle. Pour cette raison, elles comprennent non seulement la période initiale de fonctionnement en dehors des tolérances, mais aussi le total d'une période ou de toutes les périodes de rayonnement en dehors des tolérances, y compris la ou les périodes de rayonnement nul, qui pourraient se produire pendant un essai de rétablissement du service, par exemple, au cours du fonctionnement ultérieur du dispositif de contrôle et du ou des transfert(s) consécutif(s) à un autre (à d'autres) radiophare(s) d'alignement de descente ou à ses (leurs) éléments.

Note 2.— Du point de vue opérationnel, ces dispositions ont pour but d'assurer qu'aucun signal de guidage ne soit rayonné en dehors des limites de contrôle après l'expiration des périodes indiquées et qu'aucun autre essai de rétablissement du service ne soit tenté avant que ne se soit écoulée une période de l'ordre de 20 s.

3.1.5.7.4 Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que la conception et l'utilisation du dispositif de contrôle tient compte de la spécification selon laquelle le rayonnement doit cesser et un avertissement être fourni aux points de contrôle désignés en cas de panne du dispositif de contrôle lui-même.

Note.— Le Supplément C, § 2.1.7, contient des éléments indicatifs au sujet de la conception et du fonctionnement des dispositifs de contrôle.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 23 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.1.5.8 Niveaux et besoins d'intégrité et de continuité du service

3.1.5.8.1 Un niveau d'intégrité et de continuité du service doit être attribué aux radiophares d'alignement de descente comme il est indiqué aux § 3.1.5.8.2 à 3.1.5.8.5.

Note.— Les niveaux servent à fournir l'information nécessaire à la détermination de la catégorie d'exploitation et des minimums connexes, qui dépendent de la catégorie de performances de l'installation, du niveau d'intégrité et de continuité du service (distinct) et d'un certain nombre de facteurs opérationnels (qualification de l'aéronef et de l'équipage, conditions météorologiques et caractéristiques de la piste, par exemple). Dans le cas d'un radiophare d'alignement de descente qui ne présente pas le niveau requis d'intégrité et de continuité du service, une certaine utilisation opérationnelle est encore possible, comme il est indiqué dans le Manuel d'exploitation tous temps (Doc 9365) de l'OACI, Appendice C, Classification et déclassé des installations ILS. De même, dans le cas d'un radiophare d'alignement de descente qui dépasse le niveau minimal d'intégrité et de continuité du service, des opérations plus exigeantes sont peut-être possibles.

3.1.5.8.2 Le niveau 1 doit être attribué à un radiophare d'alignement de descente si :

- 1) l'intégrité du radiophare d'alignement de descente ou la continuité de service, ou les deux, ne sont pas démontrées ; ou
- 2) l'intégrité du radiophare d'alignement de descente et la continuité de service sont toutes deux démontrées, mais au moins l'une des deux ne satisfait pas aux exigences du niveau 2.

3.1.5.8.2.1 La probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage ne doit pas être inférieure à $1 - 1,0 \times 10^{-7}$ pour tout atterrissage pour les radiophares d'alignement de descente de niveau 1.

3.1.5.8.2.2 La probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné doit être supérieure $1 - 4 \times 10^{-6}$ dans toute période de 15 secondes dans le cas des radiophares d'alignement de descente de niveau 1 (équivalant à 1 000 heures de moyenne des temps entre interruptions du service).

Note.— Un radiophare d'alignement de descente conforme aux § 3.1.5.8.2.1 et 3.1.5.8.2.2 est aussi conforme à la spécification du § 3.1.5.8.3 (performance de niveau 2) et doit, par conséquent, être identifié comme étant de niveau 2.

3.1.5.8.2.3.— Si la valeur d'intégrité d'un radiophare d'alignement de descente de niveau 1 ne peut pas être atteinte ou ne peut pas être calculée facilement, il faudra procéder à une analyse détaillée pour s'assurer de la sûreté intrinsèque du moniteur.

3.1.5.8.3 Le niveau 2 doit être attribué à un radiophare d'alignement de descente si :

- la probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage n'est pas inférieure à $1 - 1,0 \times 10^{-7}$ pour tout atterrissage ; et si
- la probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné dépasse $1 - 4 \times 10^{-6}$ dans toute période de 15 secondes (équivalant à 1 000 heures de moyenne des temps entre interruptions du service).

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 24 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.1.5.8.4 Le niveau 3 ou 4 doit être attribué à un radiophare d'alignement de descente si :

- la probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage n'est pas inférieure à $1 - 0,5 \times 10^{-9}$ pour tout atterrissage ; et si
- la probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné dépasse $1 - 2 \times 10^{-6}$ dans toute période de 15 secondes (équivalant à 2 000 heures de moyenne des temps entre interruptions du service).

Note 1.— Les exigences concernant les radiophares d'alignement de descente sont les mêmes pour les niveaux 3 et 4. L'indication des niveaux d'intégrité et de continuité du service des radiophares d'alignement de descente devrait correspondre à celle des radiophares d'alignement de piste (c.-à-d. le niveau 4 est attribué au radiophare d'alignement de descente si le radiophare d'alignement de piste répond aux exigences du niveau 4).

Note.2 — Le Supplément C § 2.8 contient des éléments indicatifs sur des façons de réaliser l'intégrité et la continuité du service.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 25 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.1.6 Appariement des fréquences de radiophares d'alignement de piste et de radiophares d'alignement de descente

3.1.6.1 Les fréquences d'émission des radiophares d'alignement de piste et des radiophares d'alignement de descente des systèmes d'atterrissage aux instruments doivent être choisies par paires, dans l'ordre de priorité indiquée, dans la liste suivante conformément aux dispositions du RAS 10, Volume V, Chapitre 4, § 4.2 par les fournisseurs de services de navigation aérienne et coordonnées avec l'Autorité d'aviation civile :

<i>Ordre de priorité</i>	<i>Radiophare d'alignement de piste (MHz)</i>	<i>Radiophare d'alignement de descente (MHz)</i>
1	110,3	335,0
2	109,9	333,8
3	109,5	332,6
4	110,1	334,4
5	109,7	333,2
6	109,3	332,0
7	109,1	331,4
8	110,9	330,8
9	110,7	330,2
10	110,5	329,6
11	108,1	334,7
12	108,3	334,1
13	108,5	329,9
14	108,7	330,5
15	108,9	329,3
16	111,1	331,7
17	111,3	332,3
18	111,5	332,9
19	111,7	333,5
20	111,9	331,1

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 26 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.1.7 Remplacement des radiobornes VHF par le DME

Note .– Au Sénégal, les radiobornes VHF ne sont plus mises en œuvre. Elles ont été remplacées par le DME.

3.1.7.1 Les distances équivalentes aux positions des radiobornes indiquées par le DME, lorsque cette installation est utilisée pour remplacer l'élément radioborne de l'ILS, doivent être publiées par les fournisseurs de services de navigation aérienne conformément aux dispositions du RAS 15 :

- a) radioborne intermédiaire : 1 050 m (3 500 ft) $\pm$ 150 m (500 ft) du seuil de la piste ;
- b) radioborne extérieure : 7,2 km (3,9 NM) du seuil.

Note.– Des éléments indicatifs sur l'emploi du DME pour remplacer l'élément radioborne de l'ILS figurent au Supplément C, § 2.11.

3.1.7.1.1 Dans ce type d'utilisation, le DME doit fournir des indications de distance équivalentes du point de vue opérationnel à celles que donneraient des radiobornes.

3.1.7.1.2 Lorsque le DME est utilisé pour remplacer la radioborne intermédiaire, sa fréquence doit être couplée avec le radiophare d'alignement de piste ILS et son implantation doit être fixée par les fournisseurs de services de navigation aérienne de manière à réduire au minimum l'erreur de l'indication de distance.

3.1.7.1.3 Le DME prévu au § 3.1.7.1 doit être conforme à la spécification du § 3.5.

3.2 Spécifications du système radar d'approche de précision [Réservé]

3.3 Spécifications du radiophare omnidirectionnel VHF (VOR)

3.3.1 Généralités

3.3.1.1 Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que le VOR est construit et réglé de façon que des indications identiques des instruments de bord correspondent, à 1° près, à des écarts angulaires égaux (relèvements) par rapport au nord magnétique, mesurés à partir de l'emplacement du VOR, dans le sens des aiguilles d'une montre.

3.3.1.2 Le VOR doit émettre une fréquence porteuse à laquelle sont appliquées deux modulations distinctes à 30 Hz. L'une de ces modulations doit être telle que sa phase soit indépendante de l'azimut du point d'observation (phase de référence). L'autre modulation doit être telle que sa phase, au point d'observation, soit décalée par rapport à la phase de référence d'un angle égal au relèvement du point d'observation par rapport au VOR (phase variable).

3.3.1.3 Les modulations correspondant à la phase de référence et à la phase variable doivent être en phase sur le méridien de référence magnétique passant par la station.

Note.— Les modulations correspondant à la phase de référence et à la phase variable sont en phase lorsque les maximums de la somme des énergies émises, correspondant à la porteuse et à la bande latérale de modulation de la phase variable, et les maximums des fréquences instantanées de la modulation de la phase de référence se produisent simultanément.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 27 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.3.2 Fréquence radio

3.3.2.1 Le VOR doit fonctionner dans la bande 111,975 – 117,975 MHz. La plus basse fréquence assignable doit être 112,000 MHz. La plus haute fréquence assignable doit être 117,900 MHz. Les canaux doivent être espacés de 100 en 100 kHz à partir de la plus haute fréquence assignable. La tolérance de fréquence de la porteuse doit être de $\pm 0,005$ %. La fréquence assignée au VOR doit être choisie dans le Tableau A de ce chapitre par les fournisseurs de services de navigation aérienne et coordonnée avec l'Autorité d'aviation civile.

3.3.3 Polarisation et degré de précision

3.3.3.1 Les émissions du VOR doivent être polarisées horizontalement ; la composante polarisée verticalement doit être aussi faible que possible.

Note.— Il n'est pas possible actuellement de spécifier quantitativement la valeur maximale admissible de la composante polarisée verticalement du rayonnement du VOR. (Des renseignements sont donnés dans le Document PV-RAS 10 — sur les possibilités de déterminer, par des essais en vol, l'influence de la polarisation verticale sur la précision des relèvements.)

3.3.3.2 La contribution de la station sol à l'erreur des relèvements fournis par la composante du champ du VOR polarisée horizontalement ne doit pas dépasser $\pm 2^\circ$ pour tous les angles de site compris entre 0 et 40° , ceux-ci étant mesurés à partir du centre du réseau d'antennes du VOR.

Note.— Des éléments indicatifs sur la précision du système VOR figurent au § 3.7 du Supplément C.

3.3.4 Couverture

3.3.4.1 Les VOR doivent émettre des signaux d'une intensité suffisante pour qu'une installation type d'aéronef puisse fonctionner de façon satisfaisante jusqu'aux niveaux et distances qui sont nécessaires pour des raisons opérationnelles, et pour un angle de site allant jusqu'à 40° .

3.3.4.2 L'intensité de champ ou la densité de puissance dans l'espace des signaux VOR nécessaires pour qu'une installation type d'aéronef puisse fonctionner de façon satisfaisante à l'altitude utile minimale et à la distance utile maximale spécifiée doit être de $90 \mu\text{V/m}$, ou -107 dBW/m^2 .

Note.— Les puissances isotropes rayonnées équivalentes (p.i.r.e.) types permettant d'assurer les portées spécifiées figurent dans le Supplément C, § 3.1. La p.i.r.e. est définie au § 3.5.1 ci-dessous.

3.3.5 Modulations des signaux de navigation

3.3.5.1 La porteuse, observée en n'importe quel point de l'espace, doit être modulée en amplitude par deux signaux de la façon suivante :

- a) par une sous-porteuse de 9 960 Hz, d'amplitude constante, modulée en fréquence à 30 Hz :
 - 1) dans le cas du VOR classique, la composante à 30 Hz de cette sous-porteuse modulée en fréquence est fixe quel que soit l'azimut et constitue la phase de référence, et elle doit avoir un indice de déviation de 16 ± 1 (soit de 15 à 17) ;
 - 2) dans le cas du VOR Doppler, la phase de la composante à 30 Hz varie en fonction de l'azimut et constitue la phase variable, et elle doit avoir un indice de déviation de 16 ± 1 (soit de 15 à 17) lorsqu'elle est observée à un angle de site inférieur ou égal à 5° , et un indice de déviation minimal de 11 lorsqu'elle est observée à un angle de site

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 28 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

supérieur à 5° et inférieur ou égal à 40° ;

b) par une composante modulée en amplitude à 30 Hz :

- 1) dans le cas du VOR classique, cette composante est produite par un diagramme de rayonnement tournant, la phase du signal correspondant variant en fonction de l'azimut et constituant la phase variable ;
- 2) dans le cas du VOR Doppler, cette composante, d'amplitude constante et de phase constante par rapport à l'azimut, est émise suivant un procédé omnidirectionnel et constitue la phase de référence.

3.3.5.2 Le taux de modulation nominal de la porteuse par le signal à 30 Hz ou la sous-porteuse à 9 960 Hz doit varier entre les limites de 28 et 32 %.

Note.— Cette spécification s'applique au signal émis observé en l'absence de multitrajets.

3.3.5.3 Le taux de modulation de la porteuse par le signal à 30 Hz, pour tout angle de site inférieur ou égal à 5°, doit être compris entre les limites de 25 et 35 %. Le taux de modulation de la porteuse par le signal à 9 960 Hz, pour tout angle de site inférieur ou égal à 5°, doit être compris entre les limites de 20 et 55 %.

Note.— Lorsque la modulation est mesurée durant un essai en vol en présence de forts multitrajets dynamiques, il faut s'attendre à des variations des pourcentages de modulation reçus. Des variations à court terme au-delà de ces valeurs peuvent être acceptables. Le Document PV-RAS 10 contient des renseignements supplémentaires sur l'application des tolérances de la modulation à bord.

3.3.5.4 Les fréquences de modulation correspondant à la phase variable et à la phase de référence doivent être égales à 30 Hz $\pm$ 1 %.

3.3.5.5 La fréquence moyenne de modulation de la sous-porteuse doit être égale à 9 960 Hz $\pm$ 1 %.

3.3.5.6 Le taux de modulation en amplitude de la sous-porteuse de 9 960 Hz ne doit pas dépasser:

- a) dans le cas du VOR classique, 5 %.
- b) dans le cas du VOR Doppler, 40 %, mesuré en un point situé à 300 m (1 000 ft) au moins du VOR.

3.3.6 Identification

3.3.6.1 [Réservé]

3.3.6.2 [Réservé]

3.3.6.3 [Réservé]

3.3.6.4 Le VOR doit émettre un signal d'identification sur la fréquence porteuse utilisée pour les signaux de navigation. Les émissions du signal d'identification doivent être polarisées horizontalement.

3.3.6.5 Le signal d'identification doit être transmis en code morse international et doit être composé de deux ou de trois lettres. Il doit être émis à une vitesse correspondant à environ sept mots à la minute. Le signal doit être répété au moins trois fois toutes les 30 s, les signaux étant également espacés au cours de chacune de ces périodes de 30 s. La fréquence de modulation doit être égale à 1 020 Hz $\pm$ 50 Hz.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 29 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Note.— Lorsqu'un VOR et un DME sont associés conformément au § 3.5.2.5, les dispositions du § 3.5.3.6.4 relatives à l'identification s'appliquent à l'identification du VOR.

3.3.6.6 Le taux de modulation de la porteuse par le signal codé d'identification doit être proche de 10 %, sans toutefois dépasser cette valeur. Toutefois, lorsqu'il n'y a pas de canal de communication, il est permis d'augmenter le taux de modulation par le signal codé d'identification jusqu'à une valeur ne dépassant pas 20 %.

3.3.6.7 [Réservé]

3.3.6.8 La fonction réception du VOR doit permettre l'identification certaine du signal utile dans les conditions de signal rencontrées et avec les paramètres de modulation spécifiés aux § 3.3.6.5 et 3.3.6.6.

3.3.7 Contrôle

3.3.7.1 Une installation appropriée, placée dans le champ du radiophare, doit fournir les signaux nécessaires au fonctionnement d'un dispositif de contrôle automatique. Le dispositif de contrôle automatique doit transmettre un avertissement à un point de contrôle désigné par les fournisseurs de services de navigation aérienne et interrompre les modulations des signaux d'identification et de navigation ou interrompre le rayonnement lorsque les irrégularités suivantes se produisent, séparément ou simultanément :

- a) décalage des relèvements transmis par le VOR, supérieur à 1° à l'endroit où est installé le dispositif de contrôle ;
- b) réduction de plus de 15 %, au dispositif de contrôle, du niveau de tension des composantes de modulation du signal haute fréquence, qu'il s'agisse de la sous-porteuse, du signal de modulation en amplitude à 30 Hz ou des deux à la fois.

3.3.7.2 Les pannes du dispositif de contrôle lui-même doit entraîner la transmission d'un avertissement à un point de contrôle désigné par les fournisseurs de services de navigation aérienne :et

- a) soit la suppression des modulations donnant l'identification et les signaux de navigation ;
- b) soit l'interruption du rayonnement.

Note.— Des éléments indicatifs sur le VOR sont donnés dans le Supplément C, Section 3, et au Supplément E.

3.3.8 Performances d'immunité des récepteurs VOR à l'égard du brouillage

3.3.8.1 Les exploitants d'aéronef doivent certifier que le système récepteur VOR assure une immunité suffisante à l'égard du brouillage causé par les produits d'intermodulation du troisième ordre émanant de deux signaux de radiodiffusion FM VHF dont les niveaux correspondent aux équations suivantes :

$$2N_1 + N_2 + 72 \leq 0$$

pour les signaux de radiodiffusion FM VHF dans la gamme de fréquences 107,7 – 108,0 MHz, et

$$2N_1 + N_2 + 3\left(24 - 20 \log \frac{\Delta f}{0,4}\right) \leq 0$$

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 30 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

pour les signaux de radiodiffusion FM VHF sur les fréquences inférieures à 107,7 MHz, dans lesquelles les fréquences des deux signaux de radiodiffusion FM VHF donnent naissance, dans le récepteur, à un produit d'intermodulation du troisième ordre sur la fréquence VOR désirée.

N₁ et N₂ sont les niveaux (dBm) des deux signaux de radiodiffusion FM VHF à l'entrée du récepteur VOR. Aucun de ces deux niveaux ne doit excéder les critères de désensibilisation spécifiés au § 3.3.8.2.

$\Delta f = 108,1 - f_1$, f_1 étant la fréquence de N₁, signal FM VHF le plus proche de 108,1 MHz.

3.3.8.2 Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que le système récepteur VOR n'est pas désensibilisé par les signaux de radiodiffusion FM VHF dont les niveaux correspondent au tableau suivant :

<i>Fréquence (MHz)</i>	<i>Niveau maximal du signal brouilleur à l'entrée du récepteur</i>
88 – 102	+15 dBm
104	+10 dBm
106	+5 dBm
107,9	-10 dBm

Note 1.— La relation est linéaire entre les points adjacents désignés par les fréquences ci-dessus.

Note 2.— Le Supplément C, § 3.6.5, contient des éléments indicatifs relatifs aux critères d'immunité à utiliser pour les caractéristiques mentionnées aux § 3.3.8.1 et 3.3.8.2.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 31 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.4 Spécifications des radiophares non directionnels (NDB)

3.4.1 Définitions

Note.— Le Supplément C, Section 6, contient des directives sur la signification et l'application de la couverture nominale et de la couverture effective ainsi que sur la couverture des NDB.

Couverture effective. Zone entourant un NDB et dans laquelle on peut obtenir des relèvements avec une précision suffisante pour l'utilisation envisagée.

Couverture nominale. Zone entourant un NDB dans laquelle l'intensité du champ vertical du radiophare, due aux ondes directes, est supérieure à la valeur minimale spécifiée pour la région géographique dans laquelle le radiophare est situé.

Note.— Le but de cette définition est de fournir une méthode de classification des radiophares d'après la couverture qu'on peut normalement en espérer, en l'absence d'ondes directes, d'anomalies de propagation ou de brouillage provoqué par d'autres installations radioélectriques LF/MF, compte tenu cependant des parasites atmosphériques

Radiobalise LF/MF. Radiophare non directionnel LF/MF utilisé comme aide à l'approche finale.

Note.— Le rayon moyen de la couverture nominale d'une radiobalise est généralement compris entre 18,5 et 46,3 km (10 et 25 NM).

Rayon moyen de la couverture nominale. Rayon du cercle ayant la même superficie que la zone de couverture nominale.

3.4.2 Couverture

3.4.2.1 La valeur minimale de l'intensité de champ dans la zone de couverture nominale d'un NDB doit être de 70 $\mu\text{V/m}$.

Note 1.— Des directives sur l'intensité de champ nécessaire en particulier dans la zone comprise entre 30°N et 30°S figurent au Supplément C, § 6.1. Les spécifications correspondantes de l'UIT sont données à la Partie B, Chapitre VIII, article 35, Section IV, du Règlement des radiocommunications.

Note 2.— Il importe de mesurer l'intensité du champ à des emplacements et à des moments choisis de façon à éviter d'obtenir des résultats anormaux pour la localité intéressée ; les résultats les plus intéressants du point de vue de l'exploitation sont ceux qui se rapportent à des emplacements situés sur des routes aériennes dans la zone qui entoure le radiophare.

3.4.2.2 Les notifications ou renseignements publiés par les fournisseurs de services de navigation aérienne concernant les NDB doivent être fondés sur le rayon moyen de la couverture nominale.

Note 1.— Les radiophares dont la zone de couverture nominale peut subir des variations journalières et saisonnières importantes seront classés en tenant compte de ces variations.

Note 2.— Les radiophares dont le rayon moyen de la couverture nominale est compris entre 46,3 et 278 km (25 et 150 NM) peuvent être désignés par le multiple de 46,3 km (25 NM) le plus proche du rayon moyen de la couverture nominale, et les radiophares de couverture nominale supérieure à 278 km (150 NM) par le plus proche multiple de 92,7 km (50 NM).

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 32 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.4.2.3 Lorsque la portée nominale d'un radiophare non directionnel varie sensiblement dans divers secteurs importants du point de vue de l'exploitation, la classification de ce radiophare doit indiquer le rayon moyen de chaque secteur de la zone de couverture et les angles qui limitent ces secteurs.

La désignation du radiophare doit donc comprendre le rayon de couverture dans chaque secteur, suivi des angles qui limitent ces secteurs, mesurés à partir du nord magnétique dans le sens des aiguilles d'une montre.

Lorsqu'il est nécessaire de classer ainsi un NDB, le nombre des secteurs doit être réduit au minimum ; il est préférable de se limiter à deux secteurs.

Note.— Le rayon moyen d'un secteur donné de la zone de couverture nominale est égal au rayon du secteur circulaire ayant la même superficie que ce secteur de la zone de couverture. Exemple :

150/210° – 30°
100/30° – 210°

3.4.3 Limitation de la puissance rayonnée

La puissance rayonnée par un NDB ne doit pas dépasser de plus de 2 dB la puissance nécessaire pour obtenir la couverture nominale fixée ; toutefois, la puissance rayonnée par un NDB peut être augmentée, si les augmentations de puissance sont coordonnées sur le plan régional ou s'il n'en résulte pas de brouillage nuisible pour d'autres installations radioélectriques.

3.4.4 Fréquences radio

3.4.4.1 Les fréquences radio assignées aux NDB doivent être choisies par les fournisseurs de services de navigation aérienne et coordonnées avec l'Autorité d'aviation civile parmi les fréquences disponibles dans la partie du spectre comprise entre 190 kHz et 1 750 kHz.

Note.— Des spécifications sur les bandes de fréquences assignables aux NDB figurent au Chapitre 3, §3.2.2, du RAS 10, Volume V.

3.4.4.2 La tolérance de fréquence des NDB doit être de 0,01 %. Toutefois, cette tolérance doit être de 0,005 % pour les radiophares de plus de 200 W de puissance fonctionnant sur des fréquences égales ou supérieures à 1 606,5 kHz.

3.4.4.3 Lorsque deux radiobalises LF/MF sont utilisées comme complément du système ILS, l'intervalle de fréquence entre leurs porteuses respectives ne doit pas être inférieur à 15 kHz, afin d'assurer le bon fonctionnement du radiocompas, et, de préférence, pas supérieur à 25 kHz, de façon à permettre le changement rapide de fréquence lorsque l'aéronef n'est pourvu que d'un seul radiocompas.

3.4.5 Identification

3.4.5.1 Tout NDB doit être identifié distinctement par un groupe de deux ou de trois lettres du code morse international, transmis à une vitesse correspondant à environ 7 mots à la minute.

3.4.5.2 Le signal complet d'identification doit être transmis au moins trois fois toutes les 30 s, les signaux étant également espacés au cours de chacune de ces périodes de 30 s, sauf lorsque l'identification du radiophare est effectuée par manipulation par tout ou rien de la porteuse. Dans ce dernier cas, le signal d'identification doit être transmis à intervalles d'une minute environ ; mais on pourra utiliser un intervalle plus court pour les NDB où les besoins de l'exploitation le justifient.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 33 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.4.5.3 Les NDB dont le rayon moyen de la couverture nominale est inférieur ou égal à 92,7 km (50 NM), et qui sont principalement utilisés comme aides d'approche et d'attente au voisinage d'un aérodrome, doivent transmettre le signal d'identification au moins trois fois toutes les 30 s, les signaux étant également espacés au cours de chacune de ces périodes de 30 s.

3.4.5.4 La fréquence de modulation utilisée pour l'identification doit être de 1 020 Hz $\pm$ 50 Hz.

Note.— Les valeurs à utiliser sont déterminées sur le plan régional compte tenu des considérations figurant au § 6.5 du Supplément C.

3.4.6 Caractéristiques d'émission

Note.— Les spécifications ci-après ne sont pas destinées à empêcher l'emploi pour les NDB, de modulations ou de types de modulation qui peuvent être utilisés en plus des modulations spécifiées pour l'identification, notamment l'identification et la modulation en phonie simultanée, pourvu que ces modulations additionnelles n'affectent pas sensiblement le bon fonctionnement du NDB utilisé avec les radiogoniomètres de bord en usage et qu'il n'en résulte pas de brouillage nuisible pour la réception des autres NDB.

3.4.6.1 Sauf dispositions contraires du § 3.4.6.1.1, tout NDB doit émettre une onde porteuse ininterrompue et doit être identifié par manipulation par tout ou rien d'une fréquence audible de modulation d'amplitude (NON/A2A).

3.4.6.1.1 Les NDB autres que ceux qui servent, en totalité ou en partie, d'aides à l'attente, à l'approche et à l'atterrissage ou ceux dont le rayon moyen de la couverture nominale est inférieur à 92,7 km (50 NM), peuvent être identifiés par une manipulation par tout ou rien de l'onde porteuse non modulée (NON/A1A) s'ils se trouvent dans une zone où la densité des radiophares est élevée et/ou dans laquelle la couverture nominale requise ne peut être réalisée pratiquement en raison :

- a) du brouillage occasionné par les stations radio ;
- b) d'un niveau élevé de parasites atmosphériques ;
- c) des conditions locales.

Note.— Dans le choix des classes d'émission il faudra tenir compte de la confusion qui risquerait de se produire si un aéronef précédemment accordé sur une installation exploitée en NON/A2A se réglait sur une installation exploitée en NON/A1A sans faire passer son radiocompas du fonctionnement sur ondes entretenues modulées au fonctionnement sur ondes entretenues non modulées.

3.4.6.2 Pour tout NDB identifié par manipulation par tout ou rien d'une modulation à fréquence audible (1 020 Hz), le taux de modulation doit rester aussi voisin que possible de 95 %.

3.4.6.3 Tout NDB identifié par manipulation par tout ou rien d'une modulation à fréquence audible (1 020 Hz) doit présenter, pendant l'émission du signal d'identification des caractéristiques d'émission telles que l'identification soit assurée de façon satisfaisante à la limite de la zone de couverture nominale.

Note 1.— La spécification qui précède exigera de moduler à un taux aussi élevé que possible et de maintenir la puissance rayonnée de la porteuse à un niveau suffisant pendant l'émission du signal d'identification.

Note 2.— Lorsque la bande passante du radiogoniomètre s'étend sur 3 kHz de part et d'autre de la fréquence porteuse, la spécification ci-dessus sera, en général, satisfaite pour un rapport signal/bruit de 6 dB à la limite de la zone de couverture nominale.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 34 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Note 3.— Certaines considérations relatives au taux de modulation sont exposées au § 6.4 du Supplément C.

3.4.6.4 La puissance de la porteuse d'un NDB émettant en classe NON/A2A ne doit pas baisser pendant l'émission du signal d'identification ; une baisse n'excédant pas 1,5 dB pourra toutefois être admise dans le cas des NDB dont le rayon moyen de la couverture nominale est supérieur à 92,7 km (50 NM).

3.4.6.5 L'amplitude totale des modulations parasites à fréquence audible doit être inférieure à 5 % de l'amplitude de la porteuse.

Note.— Le bon fonctionnement des radiogoniomètres automatiques (ADF) de bord peut être sérieusement compromis si l'émission du radiophare comporte une modulation à fréquence audible égale à la fréquence de commutation du cadre ou à la deuxième harmonique de cette fréquence, ou voisine de l'une de ces deux fréquences. La fréquence de commutation du cadre pour le matériel couramment utilisé est comprise entre 30 Hz et 120 Hz.

3.4.6.6 La largeur de bande des émissions et le niveau des rayonnements non essentiels doivent être maintenus à la valeur la plus basse permise par l'état de la technique et la nature du service à assurer.

Note.— L'article S3 du Règlement des radiocommunications de l'UIT contient les dispositions générales sur les caractéristiques techniques des appareils et des émissions. Les Appendices APS1, APS2 et APS3 du Règlement des radiocommunications contiennent des dispositions précises sur les largeurs de bande, les tolérances de fréquence et les rayonnements non essentiels permis.

3.4.7 Implantation des radiobalises LF/MF

3.4.7.1 Lorsque des radiobalises LF/MF sont utilisées comme complément de l'ILS, elles doivent être installées par les fournisseurs de services de navigation aérienne aux emplacements de la radioborne extérieure et de la radioborne intermédiaire.

Si l'ILS n'est complété que par une seule radiobalise LF/MF, cette dernière doit être installée à l'emplacement de la radioborne extérieure.

Lorsque des radiobalises LF/MF sont utilisées comme aides à l'approche finale en l'absence d'un ILS, leurs emplacements doivent être équivalents à ceux qui seraient adoptés si un ILS était installé, compte tenu des dispositions appropriées des PANS-OPS (Doc 8168) de l'OACI relatives à la marge de franchissement des obstacles.

3.4.7.2 Lorsque des radiobalises LF/MF sont installées aux emplacements de la radioborne intermédiaire et de la radioborne extérieure, elles doivent être situées, si possible, du même côté du prolongement de l'axe de la piste de manière à créer, entre les deux radiobalises, une trajectoire sensiblement parallèle à l'axe de la piste.

3.4.8 Contrôle

3.4.8.1 A chaque NDB doit être associé un dispositif de contrôle approprié permettant de détecter en un endroit convenable, choisi par les fournisseurs de services de navigation aérienne, l'une quelconque des situations suivantes :

- diminution de la puissance rayonnée de la porteuse, lorsque cette diminution dépasse 50 % de la puissance requise pour assurer la couverture nominale ;
- interruption de la transmission du signal d'identification ;
- mauvais fonctionnement ou panne du dispositif de contrôle.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 35 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.4.8.2 Lorsqu'un NDB est alimenté par une source d'énergie dont la fréquence est voisine des fréquences affichées par les radiogoniomètres automatiques de bord, et lorsque de par la conception du NDB la fréquence de la source d'énergie risque d'apparaître sous forme d'une modulation sur l'émission, les moyens de contrôle doivent être en mesure de détecter sur la porteuse le pourcentage de modulation provenant de la source d'énergie supérieur à 5 %.

3.4.8.3 Pendant le fonctionnement d'une radiobalise LF/MF, le dispositif de contrôle doit assurer en permanence la vérification du bon fonctionnement de la radiobalise, ainsi qu'il est prescrit au § 3.4.8.1, alinéas a), b) et c).

3.4.8.4 Pendant le fonctionnement d'un NDB, le dispositif de contrôle doit assurer en permanence la vérification du bon fonctionnement du radiophare, ainsi qu'il est prescrit au § 3.4.8.1, alinéas a), b) et c).

Note.— Des directives sur la vérification des NDB figurent dans le Document PV-RAS 10.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 36 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.5 Spécifications du dispositif UHF de mesure de distance (DME)

3.5.1 Définitions

Amplitude de crête de l'impulsion. Tension maximale de l'enveloppe de l'impulsion (A dans la Figure 3-1).

Bruit sur les commandes (CMN). Partie de l'erreur de signal de guidage qui provoque des déplacements des gouvernes et commandes d'assiette latérale et longitudinale et qui est susceptible d'influer sur l'assiette de l'aéronef en vol couplé, mais qui n'écarter pas l'aéronef de l'alignement de piste et/ou de l'alignement de descente souhaités.

Code d'impulsions. Moyen de distinguer les modes W, X, Y et Z et les modes FA et IA.

DME/N. Dispositif de mesure de distance répondant principalement aux exigences opérationnelles de la navigation en route ou en TMA ; la lettre N signifie : spectre étroit.

DME/P. Élément de mesure de distance du MLS ; la lettre P signifie : mesure précise de la distance. Il a les mêmes caractéristiques de spectre que le DME/N.

Durée de l'impulsion. Intervalle de temps entre le point d'amplitude 0,50 du bord avant de l'enveloppe de l'impulsion et le point de même amplitude de bord arrière (points b et f dans la Figure 3-1).

Erreur de suivi (PFE). Partie de l'erreur de signal de guidage susceptible d'écarter l'aéronef de l'alignement de piste et/ou de l'alignement de descente souhaité.

Mode approche finale (FA). Condition de fonctionnement du DME/P destinée aux vols dans la zone d'approche finale et dans la zone de piste.

Mode approche initiale (IA). Condition de fonctionnement du DME/P destinée aux vols hors de la zone d'approche finale et dans laquelle le DME/P et le DME/N sont interopérables.

Mode (W, X, Y et Z) . Méthode de codage des émissions DME par espacement des impulsions d'une même paire qui permet d'utiliser chaque fréquence plus d'une fois.

Origine virtuelle. Point où la droite reliant le point d'amplitude 0,30 au point d'amplitude 0,05 sur le bord avant de l'impulsion, coupe l'axe d'amplitude nulle (voir la Figure 3-2).

Poursuite. Condition dans laquelle l'interrogateur DME s'est accroché aux réponses à ses propres interrogations et fournit de façon continue des mesures de distance.

Puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.). Produit de la puissance fournie à l'antenne par le gain de l'antenne dans une direction donnée par rapport à une antenne isotrope (gain absolu ou isotrope).

Recherche. Condition dans laquelle l'interrogateur DME tente de capter et d'accrocher la réponse à ses propres interrogations émise par le transpondeur choisi.

Régime d'émission. Nombre moyen de paires d'impulsions émises par seconde par le transpondeur.

Rendement du système. Rapport du nombre des réponses valides traitées par l'interrogateur au nombre total de ses propres interrogations.

Rendement en réponses. Rapport du nombre des réponses émises par le transpondeur au nombre total des interrogations valides reçues.

Temps de descente de l'impulsion. Intervalle de temps entre le point d'amplitude 0,90 et le point d'amplitude 0,10 sur le bord arrière de l'enveloppe de l'impulsion (points e et g dans la Figure 3-1).

Temps de montée de l'impulsion. Intervalle de temps entre le point d'amplitude 0,10 et le point d'amplitude 0,90 sur le bord avant de l'enveloppe de l'impulsion (points a et c dans la Figure 3-1).

Temps de montée partielle. Intervalle de temps entre les points d'amplitude 0,05 et 0,30 sur le bord avant de l'enveloppe de l'impulsion (points h et i dans les Figures 3-1 et 3-2).

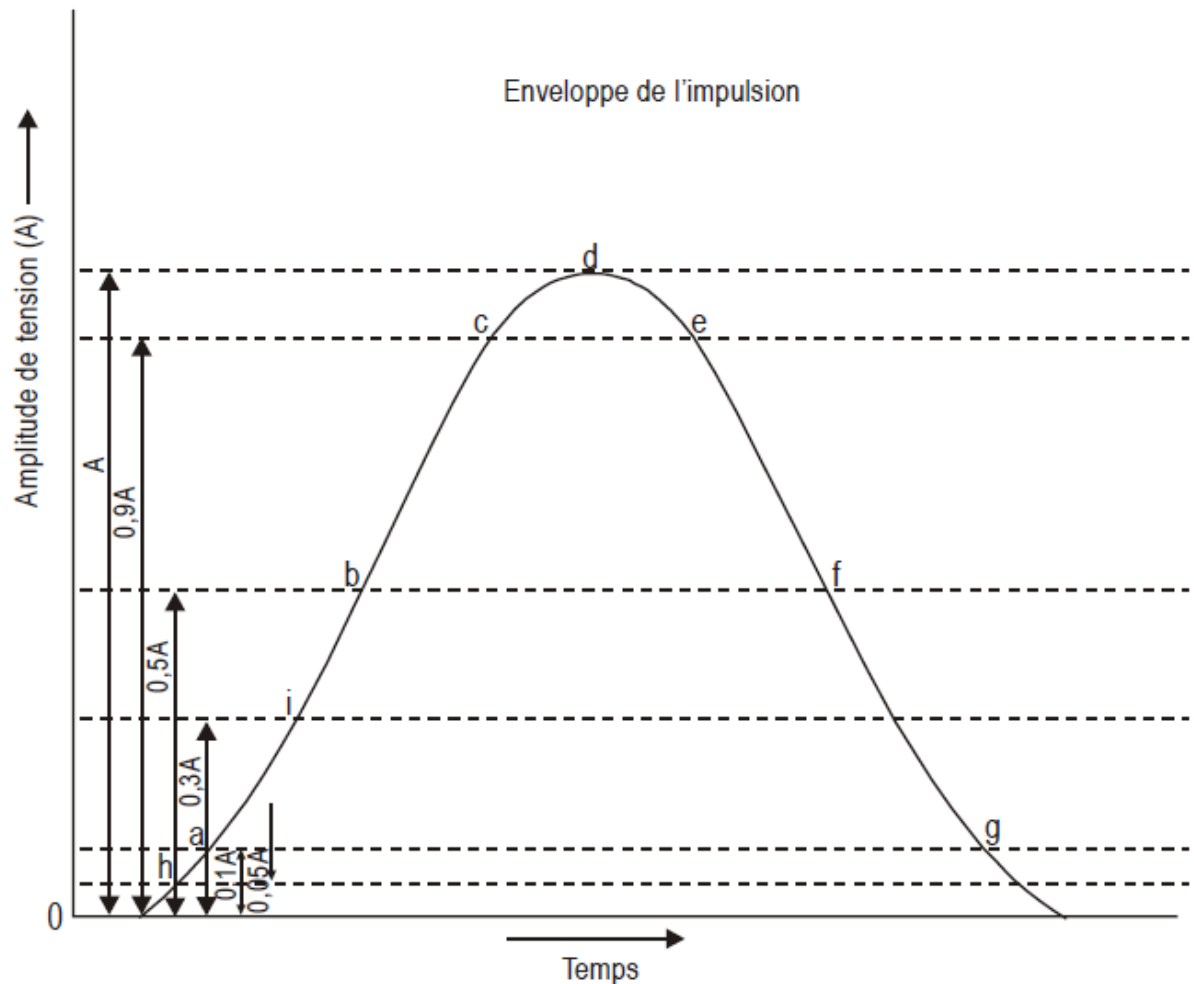


Figure 3-1



Agence Nationale de
l'Aviation Civile et de la
Météorologie

RAS 10
TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES
Volume I
Aides radio à la navigation

Chapitre 3
Edition
Date

Page 39 de 93
2
Octobre 2023

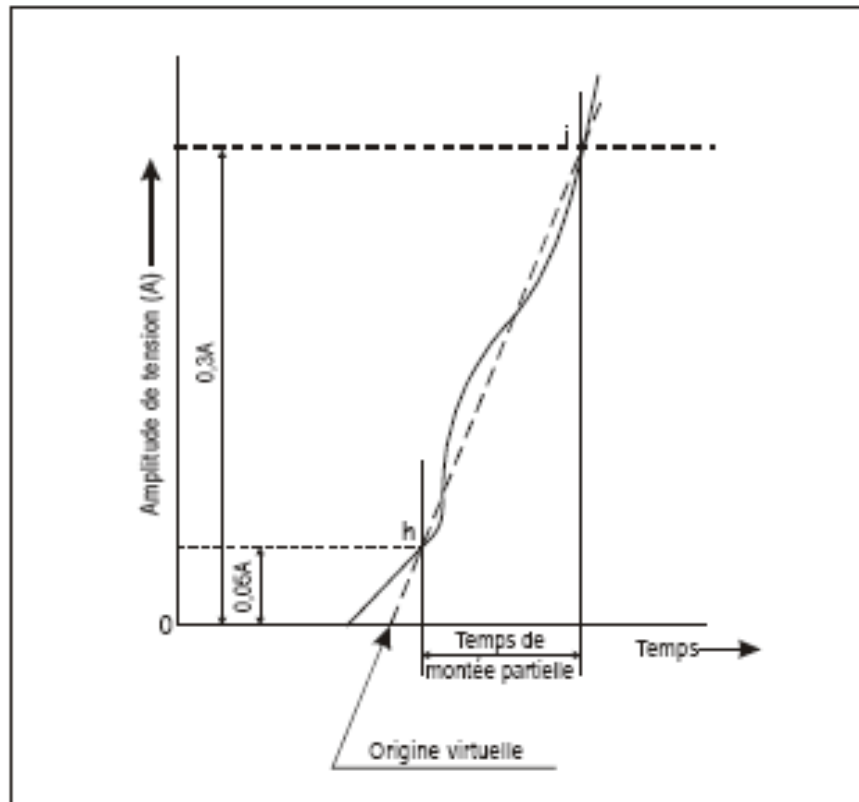


Figure 3-2

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 40 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.5.2.6.2 Association du DME avec l'ILS

Note.— Le Supplément C, § 2.11, contient des indications sur l'association du DME avec l'ILS.

3.5.3 Caractéristiques du système

3.5.3.1 Performances

3.5.3.1.1 *Portée.* Le système doit permettre de mesurer la distance oblique d'un aéronef à un transpondeur déterminé jusqu'à la limite de couverture imposée par les besoins opérationnels pour le transpondeur en question.

3.5.3.1.2 Couverture

3.5.3.1.2.1 Le DME/N doit émettre des signaux d'une intensité suffisante pour qu'une installation type d'aéronef puisse fonctionner de façon satisfaisante jusqu'aux niveaux et distances qui sont nécessaires pour des raisons opérationnelles, et pour un angle de site allant jusqu'à au moins 40°.

Note.— Des orientations à l'appui de la navigation fondée sur les performances, telle qu'elle est décrite dans le Manuel de la navigation fondée sur les performances (PBN) (Doc 9613 de l'OACI), figurent dans le Supplément C, § 7.2.1.3.

3.5.3.1.2.2 Lorsque le DME/N est associé avec un VOR, sa couverture doit être, autant que possible, au moins égale à celle du VOR.

3.5.3.1.2.3 Lorsque le DME/N est associé avec un ILS, sa couverture doit être au moins égale à celle du secteur de couverture de l'alignement de piste ILS entre $\pm 10^\circ$, comme indiqué au chapitre 3, § 3.1.3.3.1.

Note.— Des orientations relatives à un DME/N associé avec un ILS figurent dans le Supplément C, § 7.1.6.3.

3.5.3.1.3 Précision

3.5.3.1.3.1 Précision du système. Les spécifications de précision spécifiées aux § 3.5.4.5 et 3.5.5.4 doivent être respectées avec une probabilité de 95 %.

3.5.3.2 *Fréquences radioélectriques et polarisation.* Le système doit fonctionner en polarisation verticale dans la bande de fréquences 960 – 1 215 MHz. Les fréquences d'interrogation et de réponse doivent être assignées de manière à assurer un espacement de 1 MHz entre les canaux.

3.5.3.3 Canaux

3.5.3.3.1 Les canaux d'interrogation-réponse du DME doivent être constitués de l'association d'une fréquence d'interrogation, d'une fréquence de réponse et du codage des impulsions sur ces fréquences appariées.

3.5.3.3.2 Codage par impulsions [Réservé]

3.5.3.3.3 Les canaux d'interrogation-réponse du DME doivent être choisis parmi les 80 canaux prévus au Tableau A (à la fin de ce chapitre) qui précise les numéros de canal, les fréquences et les codes d'impulsions.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 41 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.5.3.3.4 *Appariement des canaux.* Lorsqu'un transpondeur DME est destiné à fonctionner en association avec une simple installation de navigation VHF dans la bande 108 – 117,95 MHz, le canal d'interrogation-réponse DME doit être associé avec le canal VHF selon les indications du Tableau A. Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent coordonner leur choix d'association DME/aide VHF avec l'Autorité d'aviation civile.

3.5.3.4 *Fréquence de répétition des impulsions d'interrogation*

Note.— Si l'interrogateur fonctionne sur plus d'un canal pendant une seconde, les spécifications ci-dessous s'appliquent à la somme des interrogations sur tous les canaux.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 42 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.5.3.4.1 *DME/N.* La fréquence moyenne de répétition des impulsions de l'interrogateur ne doit pas dépasser 30 paires d'impulsions par seconde, en supposant que la poursuite dure au moins 95 % du temps.

3.5.3.4.2 *DME/N.* Si l'on juge bon de diminuer la période de recherche, la fréquence de répétition des impulsions peut être augmentée pendant la recherche mais ne doit pas dépasser 150 paires d'impulsions par seconde.

3.5.3.4.3 *DME/N.* Lorsque 15 000 paires d'impulsions auront été émises sans qu'on ait obtenu l'indication de la distance, la fréquence de répétition des impulsions doit être limitée à 60 paires d'impulsions par seconde en attendant que le canal d'interrogation-réponse soit changé ou que la recherche donne des résultats.

3.5.3.4.4 *DME/N.* Lorsque la poursuite n'est pas établie au bout de 30 s, la fréquence de répétition des impulsions ne doit pas dépasser ensuite 30 paires d'impulsions par seconde.

Note .— Il est entendu que tous les changements de fréquence de répétition des impulsions seront accomplis par des moyens automatiques.

3.5.3.5 *Capacité du système*

3.5.3.5.1 La capacité des transpondeurs d'une région doit être suffisante pour le trafic de pointe dans la région ou 100 aéronefs si cette dernière valeur est plus faible.

3.5.3.5.2 Lorsque le trafic de pointe dans une région particulière dépasse 100 aéronefs, le transpondeur doit être capable de traiter cette circulation.

Note.— Des éléments indicatifs sur le nombre d'aéronefs à traiter figurent dans le Supplément C, § 7.5.1.

3.5.3.6 *Identification du transpondeur*

3.5.3.6.1 Tous les transpondeurs doivent émettre un signal d'identification suivant l'une des deux méthodes ci-après, conformément aux dispositions du § 3.5.3.6.5 :

- a) identification indépendante, constituée par des impulsions d'identification en code (code morse international) et pouvant être utilisée pour tous les transpondeurs ;
- b) signal « associé », pouvant être utilisé par les transpondeurs spécifiquement associés avec une installation de navigation VHF émettant elle-même un signal d'identification.

3.5.3.6.2 Pour ces deux méthodes d'identification, il doit être fait usage de signaux qui consistent en l'émission pendant une période appropriée d'une série de paires d'impulsions émises à la cadence de répétition de 1 350 paires d'impulsions par seconde et qui remplacent temporairement toutes les impulsions de réponse qui seraient alors émises, sauf dispositions du § 3.5.3.6.2.2. Ces impulsions doivent avoir des caractéristiques analogues à celles des autres impulsions du signal de réponse.

3.5.3.6.2.1 *DME/N.* Les impulsions de réponse doivent être émises entre les temps de travail.

3.5.3.6.2.2 *DME/N.* Si l'on veut conserver un cycle de fonctionnement constant, le transpondeur peut émettre, 100 μ s $\pm$ 10 μ s après chaque paire d'impulsions d'identification, une paire d'impulsions d'égalisation ayant les mêmes caractéristiques que les paires d'impulsions d'identification.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 43 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.5.3.6.3 Le signal d'identification indépendante doit présenter les caractéristiques suivantes :

- a) il doit consister en l'émission de l'indicatif du transpondeur sous forme de points et de traits (code morse international) d'impulsions d'identification au moins toutes les 40 s, à la vitesse d'au moins 6 mots par minute ;
- b) les caractéristiques du codage d'identification et la vitesse d'émission des lettres, pour le transpondeur DME, doivent être conformes aux dispositions ci-après, de manière que le temps de travail total maximal ne dépasse pas 5 s par groupe codé d'identification. La durée des points doit être de 0,1 à 0,160 s, et normalement la durée des traits doit être égale à trois fois celle des points. L'intervalle entre points et/ou traits doit être égal à la durée d'un point $\pm 10\%$. L'intervalle de temps entre lettres ou chiffres ne doit pas être inférieur à la durée de trois points. La durée totale d'émission d'un groupe codé d'identification ne doit pas dépasser 10 s.

Note.— La tonalité d'identification est émise à la cadence de répétition de 1 350 paires d'impulsions par seconde. L'équipement embarqué peut utiliser directement cette fréquence comme signal audible destiné au pilote ou produire d'autres fréquences, au choix du constructeur de l'interrogateur (voir le § 3.5.3.6.2).

3.5.3.6.4 Le signal « associé » doit présenter les caractéristiques suivantes :

- a) lorsque le DME est associé avec une installation VHF, l'identification doit être émise sous forme de points et de traits (code morse international) comme il est prescrit au § 3.5.3.6.3 et doit être synchronisée avec le signal d'identification de l'installation VHF ;
- b) chaque intervalle de 40 s doit être divisé au moins en quatre périodes d'égale longueur, l'identification du transpondeur étant émise pendant une seule période et l'identification de l'installation VHF associée pendant les autres périodes.

3.5.3.6.5 *Utilisation des systèmes d'identification*

3.5.3.6.5.1 Le système d'identification indépendante doit être utilisé partout où un transpondeur n'est pas spécifiquement associé avec une installation de navigation VHF.

3.5.3.6.5.2 Partout où un transpondeur est spécifiquement associé avec une installation de navigation VHF, l'identification doit se faire au moyen du signal « associé ».

3.5.4 Caractéristiques techniques détaillées du transpondeur et du moniteur associé

3.5.4.1 *Emetteur*

3.5.4.1.1 *Fréquence de fonctionnement.* Le transpondeur doit émettre sur la fréquence de réponse du canal DME assigné (voir le § 3.5.3.3.3).

3.5.4.1.2 *Stabilité de fréquence.* La fréquence radioélectrique de fonctionnement ne doit pas s'écarter de plus de 0,002 % de la fréquence assignée.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 44 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.5.4.1.3 *Forme des impulsions et spectre.* Toutes les impulsions rayonnées doivent être conformes aux dispositions suivantes :

- a) Le temps de montée de l'impulsion ne doit pas dépasser 3 μ s.
- b) La durée de l'impulsion doit être de 3,5 μ s $\pm$ 0,5 μ s.
- c) Le temps de descente de l'impulsion doit avoir une valeur nominale de 2,5 μ s mais ne doit pas dépasser 3,5 μ s.
- d) L'amplitude instantanée de l'impulsion ne doit à aucun moment tomber à moins de 95 % de l'amplitude de tension maximale de l'impulsion, entre le point du bord avant d'amplitude égale à 95 % de l'amplitude maximale et le point de bord arrière d'amplitude égale à 95 % de l'amplitude maximale.
- e) *DME/N.* Le spectre du signal modulé par impulsions doit être tel que, durant l'impulsion, la p.i.r.e. dans une bande de 0,5 MHz centrée sur des fréquences supérieure de 0,8 MHz ou inférieure de 0,8 MHz à la fréquence nominale ne doit pas dépasser dans chaque cas 200 mW et la p.i.r.e. dans une bande de 0,5 MHz centrée sur des fréquences supérieure de 2 MHz ou inférieure de 2 MHz à la fréquence nominale ne doit pas dépasser dans chaque cas 2 mW. La p.i.r.e. contenue dans toute bande de 0,5 MHz doit diminuer de façon monotone à mesure que la fréquence centrale de la bande s'éloigne de la fréquence nominale de canal.
- f) En vue de l'emploi correct des techniques des seuils, l'amplitude instantanée de tout transitoire de nature à déclencher une impulsion, qui se produit dans le temps avant l'origine virtuelle, doit être inférieure à 1 % de l'amplitude de crête de l'impulsion. Le processus de déclenchement ne doit pas être amorcé plus d'une microseconde avant l'origine virtuelle.

Note 1.— « Durant l'impulsion » signifie pendant l'intervalle total entre le début et la fin de l'émission de l'impulsion. Pour des raisons d'ordre pratique, cet intervalle pourra être mesuré entre les points d'amplitude 0,05 des bords avant et arrière de l'enveloppe de l'impulsion.

Note 2.— La puissance dans les bandes de fréquences spécifiées au § 3.5.4.1.3, alinéa e), est la puissance moyenne durant l'impulsion. La puissance moyenne dans une bande de fréquences donnée est le quotient de l'énergie contenue dans cette bande de fréquences par le temps d'émission de l'impulsion selon la Note 1.

3.5.4.1.4 *Espacement entre impulsions*

3.5.4.1.4.1 L'espacement entre les impulsions d'une même paire doit être conforme aux spécifications du tableau du § 3.5.4.4.1.

3.5.4.1.4.2 *DME/N.* La tolérance d'espacement entre impulsions doit être de $\pm 0,10$ μ s.

3.5.4.1.4.3 [Réservé]

3.5.4.1.4.4 *DME/P* [Réservé]

3.5.4.1.4.5 L'espacement entre impulsions doit être mesuré entre les points de demi-tension sur le bord avant des deux impulsions.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 45 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.5.4.1.5 *Puissance de crête*

3.5.4.1.5.1 La p.i.r.e de crête ne doit pas être inférieure à celle qui est nécessaire pour garantir une densité de puissance de crête de l'impulsion de -89 dBW/m^2 dans toutes les conditions météorologiques opérationnelles en tout point de la couverture spécifiée au § 3.5.3.1.2.

Note.— Le Supplément C, § 7.2.1 et 7.3.8 contient des éléments indicatifs sur la p.i.r.e.

3.5.4.1.5.2 La puissance de crête des impulsions élémentaires d'une paire quelconque d'impulsions ne doit pas varier de plus de 1 dB.

3.5.4.1.5.3 La capacité de répondre de l'émetteur doit être telle que le transpondeur puisse fonctionner sans arrêt au régime d'émission de 2 700 paires d'impulsions ± 90 paires d'impulsions par seconde (dans le cas où le service doit être assuré à 100 aéronefs).

Note.— Le Supplément C, § 7.1.5 contient des indications sur le rapport entre le nombre d'aéronefs et le régime d'émission.

3.5.4.1.5.4 L'émetteur doit fonctionner à un régime d'émission d'au moins 700 paires d'impulsions par seconde, paires d'impulsions aléatoires et paires d'impulsions de réponse de distance comprises, sauf pendant l'identification. Le régime minimal d'émission doit être aussi proche que possible de 700 paires d'impulsions par seconde.

Note.— Les transpondeurs DME ayant un régime d'émission au repos de près de 700 paires d'impulsions par seconde réduiront au minimum les effets du brouillage par impulsions, notamment celui causé à d'autres services aéronautiques tels que le GNSS.

3.5.4.1.6 *Rayonnement non essentiel DME/N.* Pendant les intervalles entre les émissions d'impulsions individuelles, la puissance non essentielle reçue et mesurée dans un récepteur ayant les mêmes caractéristiques qu'un récepteur de transpondeur et accordé sur une fréquence quelconque d'interrogation ou de réponse DME doit être inférieure de plus de 80 dB à la puissance de crête d'impulsion reçue et mesurée dans le même récepteur accordé sur la fréquence de réponse utilisée pendant l'émission des impulsions voulues. Cette disposition s'applique à toutes les émissions non essentielles, y compris le brouillage dû au modulateur et les perturbations électriques.

3.5.4.1.6.1 [Réservé] (Norme OACI prise en compte au § 3.5.4.1.6)

3.5.4.1.6.2 *DME/P* [Réservé]

3.5.4.1.6.3 *Rayonnement non essentiel hors bande.* À toutes les fréquences, de 10 à 1 800 MHz, à l'exclusion de la bande de fréquences 960 – 1 215 MHz, le rayonnement non essentiel de l'émetteur du transpondeur DME ne doit pas dépasser -40 dBm dans toute tranche de 1 kHz de bande passante du récepteur.

3.5.4.1.6.4 La p.i.r.e de toute harmonique en onde entretenue de la fréquence porteuse sur un canal de fonctionnement DME quelconque ne doit pas dépasser -10 dBm .

3.5.4.2 *Récepteur*

3.5.4.2.1 *Fréquence de fonctionnement.* La fréquence centrale du récepteur doit être la fréquence d'interrogation du canal d'interrogation-réponse DME assigné (voir le § 3.5.3.3.3).

3.5.4.2.2 *Stabilité de fréquence.* La fréquence centrale du récepteur ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 0,002 \%$ de la fréquence assignée.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 46 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.5.4.2.3 *Sensibilité du transpondeur*

3.5.4.2.3.1 En l'absence de toutes les paires d'impulsions d'interrogation, sauf celles qui sont nécessaires à la mesure de la sensibilité, les paires d'impulsions d'interrogation dont la fréquence nominale et l'espacement sont corrects doivent déclencher le transpondeur si la densité de puissance de crête à l'antenne du transpondeur est d'au moins:

- a) -103 dBW/m^2 pour le DME/N avec une zone de couverture supérieure à 56 km (30 NM) ;
- b) -93 dBW/m^2 pour le DME/N avec une zone de couverture ne dépassant pas 56 km (30 NM) ;

3.5.4.2.3.2 Avec les densités minimales de puissance spécifiées au § 3.5.4.2.3.1, le transpondeur doit répondre avec un rendement d'au moins 70 % pour le DME/N.

3.5.4.2.3.3 *Gamme dynamique du DME/N.* Les performances du transpondeur doivent être les mêmes lorsque la densité de puissance du signal d'interrogation capté par son antenne varie entre le minimum spécifié au § 3.5.4.2.3.1 et un maximum de -22 dBW/m^2 lorsqu'il est installé avec l'ILS et -35 dBW/m^2 lorsqu'il est installé pour d'autres applications.

3.5.4.2.3.4 *Gamme dynamique du DME/P* [Réservé]

3.5.4.2.3.5 Le seuil de sensibilité du transpondeur ne doit pas varier de plus de 1 dB lorsque la charge du transpondeur varie entre 0 et 90 % du régime maximal d'émission.

3.5.4.2.3.6 *DME/N.* Lorsque l'espacement entre les impulsions d'une paire d'impulsions d'interrogation varie au maximum de $\pm 1 \mu\text{s}$ par rapport à la valeur nominale, la sensibilité du récepteur ne doit pas être réduite de plus de 1 dB.

3.5.4.2.4 *Limitation de la charge*

3.5.4.2.4.1 *DME/N.* Lorsque la charge du transpondeur dépasse 90 % du régime maximal d'émission, la sensibilité du récepteur peut être automatiquement réduite de manière à limiter les réponses du transpondeur et à ne pas dépasser le régime maximal admissible d'émission (on doit pouvoir réduire la sensibilité d'au moins 50 dB).

3.5.4.2.5 *Bruit.* Lorsque des interrogations ayant la densité de puissance spécifiée au § 3.5.4.2.3.1 amènent le transpondeur à émettre à 90 % de son régime maximal, le nombre des paires d'impulsions répondant à un bruit ne doit pas dépasser 5 % de ce régime maximal.

3.5.4.2.6 *Bande passante*

3.5.4.2.6.1 La bande passante minimale admissible du récepteur doit être telle que le seuil de sensibilité du transpondeur ne baisse pas de plus de 3 dB lorsque la dérive totale du récepteur est ajoutée à une dérive de $\pm 100 \text{ kHz}$ de la fréquence d'interrogation à l'arrivée.

3.5.4.2.6.2 *DME/N.*— La bande passante du récepteur doit être suffisante pour que les dispositions du § 3.5.3.1.3 soient respectées en présence des signaux d'entrée spécifiés au § 3.5.5.1.3.

3.5.4.2.6.3 *DME/P — Mode IA* [Réservé]

3.5.4.2.6.4 *DME/P — Mode FA* [Réservé]

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 47 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.5.4.2.6.5 Les signaux dont la fréquence diffère de plus de 900 kHz de la fréquence nominale du canal utile et dont la densité de puissance peut atteindre les valeurs spécifiées au § 3.5.4.2.3.3 pour le DME/N ne doivent pas déclencher le transpondeur. Les signaux arrivant à la fréquence intermédiaire doivent être atténués d'au moins 80 dB. Toutes les autres réponses non essentielles ou tous les autres signaux non essentiels dans la bande 960 – 1 215 MHz et toutes les fréquences-images doivent être atténués d'au moins 75 dB.

3.5.4.2.7 *Temps de rétablissement.* Dans les 8 µs qui suivent la réception d'un signal situé entre 0 dB et 60 dB au-dessus du niveau minimal de sensibilité, le niveau minimal de sensibilité du transpondeur à un signal utile doit être égal, à 3 dB près, à la valeur obtenue en l'absence de signaux. La présente spécification doit être respectée lorsque les circuits de suppression d'écho, s'il y en a, sont mis hors service. Ce délai de 8 µs doit être mesuré entre les points de demi-tension des bords avant des deux signaux, dont la forme doit satisfaire aux dispositions du § 3.5.5.1.3.

3.5.4.2.8 *Rayonnement non essentiel.* Le rayonnement émanant d'une partie quelconque du récepteur ou des circuits associés doit satisfaire aux dispositions du § 3.5.4.1.6.

3.5.4.2.9 *Suppression des ondes entretenues et des échos.* La suppression des ondes entretenues et des échos doit être suffisante pour l'emplacement du transpondeur.

Note.— Dans cette spécification, on entend par écho tout signal non désiré dû aux multitrajets (réflexions, etc.).

3.5.4.2.10 *Protection contre le brouillage.* La protection contre le brouillage hors de la bande de fréquences DME doit être suffisante pour l'emplacement du transpondeur.

3.5.4.3 *Décodage*

3.5.4.3.1 Le transpondeur doit comprendre un circuit décodeur tel que le transpondeur ne puisse être déclenché que par des paires d'impulsions reçues caractérisées par une durée d'impulsion et des espacements entre impulsions propres aux signaux d'interrogateur décrits aux § 3.5.5.1.3 et 3.5.5.1.4.

3.5.4.3.2 Les performances du circuit décodeur ne doivent pas être influencées par des signaux arrivant avant les impulsions formant une paire d'espacement normal, entre ces impulsions élémentaires ou après elles.

3.5.4.3.3 *DME/N – Réjection par le décodeur.* Une paire d'impulsions d'interrogation dont l'espacement diffère de ± 2 µs ou davantage de la valeur nominale et dont le niveau de signal s'élève jusqu'à la valeur spécifiée au § 3.5.4.2.3.3 doit être rejetée afin que le régime d'émission ne dépasse pas la valeur obtenue en l'absence de ces interrogations.

3.5.4.4 *Retard systématique*

3.5.4.4.1 Lorsqu'un DME est associé seulement avec une installation VHF, le retard systématique doit être l'intervalle entre le point de demi-tension du flanc avant de la première impulsion élémentaire de la paire d'impulsions d'interrogation et le point de demi-tension du flanc avant de la première impulsion élémentaire de la paire d'impulsions de réponse (cf. § 3.5.4.4.3.1). Ce retard doit être conforme aux indications du tableau suivant lorsque l'on souhaite que les interrogateurs embarqués indiquent la distance à l'emplacement du transpondeur.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Edition Date Page 48 de 93 2 Octobre 2023
--	--	--

Code de canal DME		Espacement entre impulsions d'une même paire (µs)		Retard systématique (µs)
		Interrogation	Réponse	Séquençement sur 1 ^{re} impulsion
X	DME/N	12	12	50

3.5.4.4.2 [Réservé]

3.5.4.4.3 [Réservé]

3.5.4.4.3.1 *DME/N*. Le retard systématique doit être l'intervalle entre le point de demi-tension du bord avant de la première impulsion de la paire d'impulsions d'interrogation et le point de demi-tension du bord avant de la première impulsion de la paire d'impulsions de réponse.

3.5.4.4.4 Le transpondeur doit être situé aussi près que possible du point où la distance indiquée doit être nulle.

Note 1.— Il est souhaitable de réduire autant que possible le rayon de la sphère à la surface de laquelle la distance indiquée est nulle afin de limiter la zone d'ambiguïté.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 49 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.5.4.5.1.2 *DME/N*. La contribution de la combinaison des erreurs du transpondeur, des erreurs de coordonnées du transpondeur, des effets de propagation et des effets du brouillage aléatoire par impulsions à l'erreur globale du système ne doit pas dépasser ± 185 m (0,1 NM).

Note.— *La limite de contribution des erreurs comprend les erreurs de toute provenance sauf les erreurs de l'équipement embarqué et part du principe que l'équipement embarqué mesure les délais sur la base de la première impulsion constitutive d'une paire d'impulsions.*

3.5.4.5.2 *DME/N*. La partie de l'erreur globale du système attribuable à un transpondeur associé avec une aide d'atterrissage ne doit pas dépasser $\pm 0,5$ μ s (75 m [250 ft]).

3.5.4.6 *Rendement*

3.5.4.6.1 Le rendement en réponses du transpondeur doit être d'au moins 70 % pour le DME/N pour toute valeur de la charge inférieure ou égale à la charge indiquée au § 3.5.3.5 et au niveau minimal de sensibilité spécifié aux § 3.5.4.2.3.1 et 3.5.4.2.3.5.

Note.— *Lors de l'évaluation de la valeur du rendement en réponses du transpondeur, il faut tenir compte du temps mort du DME ainsi que de la charge résultant de la fonction de contrôle.*

3.5.4.6.2 *Temps mort du transpondeur*. Le transpondeur doit être mis hors service pendant une période n'excédant pas normalement 60 μ s après qu'une interrogation valide a été décodée. Dans des cas extrêmes, lorsque le lieu d'implantation du transpondeur est tel que les réflexions indésirables posent des problèmes, on pourra allonger le temps mort, mais seulement de la quantité minimale nécessaire pour permettre la suppression des échos dans le cas du DME/N.

3.5.4.7 *Moniteurs et commande*

3.5.4.7.1 Dans chaque station, des moyens doivent être mis en œuvre pour contrôler et commander automatiquement le transpondeur en service.

3.5.4.7.2 *Fonctionnement du moniteur du DME*

3.5.4.7.2.1 Lorsqu'une des conditions spécifiées au § 3.5.4.7.2.2 se produit, le moniteur doit déclencher le processus suivant :

- a) une indication appropriée doit être donnée à un point de commande ;
- b) le transpondeur en service doit automatiquement être arrêté ;
- c) le transpondeur de secours, s'il existe, doit automatiquement être mis en service.

3.5.4.7.2.2 Le moniteur doit déclencher le processus spécifié au § 3.5.4.7.2.1 dans les conditions suivantes :

- a) le retard systématique du transpondeur s'écarte de 1 μ s (150 m [500 ft]) ou davantage de la valeur fixée ;
- b) dans le cas d'un DME associé avec une aide d'atterrissage, le retard systématique du transpondeur s'écarte de 0,5 μ s (75 m [250 ft]) ou davantage de la valeur fixée.

3.5.4.7.2.3 Le moniteur doit déclencher le processus spécifié au § 3.5.4.7.2.1 si l'espacement entre la première et la seconde impulsion des paires émises par le transpondeur s'écarte de 1 μ s ou davantage de la valeur nominale spécifiée au tableau faisant suite au § 3.5.4.4.1.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 50 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.5.4.7.2.4 Le moniteur doit donner à un point de commande une indication appropriée si l'une des conditions ci-après se produit :

- a) chute de 3 dB ou davantage de la puissance émise par le transpondeur ;
- b) chute de 6 dB ou davantage de la sensibilité minimale du récepteur du transpondeur (sous réserve que cette chute ne soit pas due aux circuits de commande automatique de gain du récepteur) ;
- c) variation des fréquences du récepteur et de l'émetteur du transpondeur débordant le domaine d'action des circuits considérés (si les fréquences de fonctionnement ne sont pas directement commandées par quartz).

3.5.4.7.2.5 Des dispositions doivent être prises afin que chacune des conditions et anomalies de fonctionnement énumérées aux § 3.5.4.7.2.2, 3.5.4.7.2.3 et 3.5.4.7.2.4 puisse persister pendant quelques instants avant que n'intervienne le moniteur correspondant. Le délai à prévoir pour éviter d'interrompre le service pour des causes transitoires doit être aussi bref que possible et ne doit pas dépasser 10 s.

3.5.4.7.2.6 Le transpondeur ne doit pas être déclenché plus de 120 fois par seconde aux fins de contrôle ou de commande automatique des fréquences.

3.5.4.7.3 *Fonctionnement du moniteur du DME/P* [Réservé]

3.5.4.7.4 *Défaillance de moniteur de DME/N.* La défaillance d'une partie quelconque du moniteur lui-même doit automatiquement produire le même effet qu'une anomalie de fonctionnement de l'élément contrôlé.

3.5.5 Caractéristiques techniques de l'interrogateur

Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que les interrogateurs sont conformes aux spécifications ci-après.

Note.— Les spécifications des alinéas ci-après ne portent que sur les caractéristiques de l'interrogateur qu'il faut définir pour que l'interrogateur :

- a) *ne compromette pas le bon fonctionnement du DME, par exemple en soumettant le transpondeur à une charge anormalement élevée ;*
- b) *puisse donner des indications de distance précises.*

3.5.5.1 *Emetteur*

3.5.5.1.1 *Fréquence de fonctionnement.* L'interrogateur doit émettre sur la fréquence d'interrogation du canal DME assigné (voir le § 3.5.3.3.3).

Note.— Cette spécification n'empêche pas d'utiliser des interrogateurs embarqués ayant un nombre de canaux d'interrogation-réponse inférieur au nombre total.

3.5.5.1.2 *Stabilité de fréquence.* La fréquence radioélectrique de fonctionnement ne doit pas s'écarter de plus de 100 kHz de la fréquence assignée.

3.5.5.1.3 *Forme des impulsions et spectre.* Toutes les impulsions rayonnées doivent posséder les caractéristiques suivantes :

- a) Le temps de montée de l'impulsion ne doit pas dépasser 3 μ s.
- b) La durée de l'impulsion doit être de $3,5 \pm 0,5$ μ s.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 51 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

- c) Le temps de descente de l'impulsion doit avoir une valeur nominale de 2,5 μ s mais ne doit pas dépasser 3,5 μ s.
- d) L'amplitude instantanée de l'impulsion ne doit à aucun moment tomber à moins de 95 % de l'amplitude de tension maximale de l'impulsion, entre le point du bord avant d'amplitude égale à 95 % de l'amplitude maximale et le point du bord arrière d'amplitude égale à 95 % de l'amplitude maximale.
- e) Le spectre du signal modulé par impulsions doit être tel qu'au moins 90 % de l'énergie dans chaque impulsion soient compris dans une bande de 0,5 MHz symétrique par rapport à la fréquence nominale de canal.
- f) En vue de l'emploi correct des techniques des seuils, l'amplitude instantanée de tout transitoire de nature à déclencher une impulsion, qui se produit dans le temps avant l'origine virtuelle, doit être inférieure à 1 % de l'amplitude de crête de l'impulsion. Le processus de déclenchement ne doit pas être amorcé plus d'une microseconde avant l'origine virtuelle.

Note 1.— Les limites inférieures de temps de montée de l'impulsion [voir le § 3.5.5.1.3, alinéa a)] et de temps de descente de l'impulsion [voir le § 3.5.5.1.3, alinéa c)] sont déterminées par les spécifications du spectre figurant au § 3.5.5.1.3, alinéa e).

Note 2.— Alors que le § 3.5.5.1.3, alinéa e), prescrit un spectre susceptible d'être obtenu dans la pratique, il est souhaitable de s'efforcer d'obtenir les caractéristiques suivantes de la tenue du spectre. Le spectre du signal modulé par impulsions est tel que la puissance contenue dans une bande de 0,5 MHz centrée sur des fréquences supérieures de 0,8 MHz et inférieures de 0,8 MHz à la fréquence nominale de canal soit dans chaque cas inférieure d'au moins 23 dB à la puissance contenue dans une bande de 0,5 MHz centrée sur la fréquence nominale de canal. La puissance contenue dans une bande de 0,5 MHz centrée sur des fréquences supérieures de 2 MHz et inférieures de 2 MHz à la fréquence nominale de canal est dans chaque cas inférieure d'au moins 38 dB à la puissance contenue dans une bande de 0,5 MHz centrée sur la fréquence nominale de canal. Tout lobe supplémentaire du spectre a une amplitude inférieure à celle du lobe adjacent plus proche de la fréquence nominale de canal.

3.5.5.1.4 *Espacement entre impulsions*

3.5.5.1.4.1 L'espacement entre les impulsions d'une même paire doit être conforme aux indications du tableau présenté au § 3.5.4.4.1.

3.5.5.1.4.2 *DME/N.* La tolérance d'espacement entre impulsions doit être de $\pm 0,25 \mu$ s.

3.5.5.1.4.3 [Réservé]

3.5.5.1.4.4 *DME/P* [Réservé]

3.5.5.1.4.5 L'espacement entre impulsions doit être mesuré entre les points de demi-tension du bord avant des deux impulsions.

3.5.5.1.5 *Fréquence de répétition des impulsions*

3.5.5.1.5.1 La fréquence de répétition des impulsions doit être conforme aux spécifications du § 3.5.3.4.

3.5.5.1.5.2 L'intervalle entre paires successives d'impulsions d'interrogation doit varier suffisamment pour empêcher tout accrochage indésirable.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 52 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.5.5.1.6 *Rayonnement non essentiel.* Pendant les intervalles entre les émissions d'impulsions individuelles, la puissance non essentielle de crête d'impulsion reçue et mesurée dans un récepteur ayant les mêmes caractéristiques qu'un récepteur de transpondeur DME et accordé sur une fréquence quelconque d'interrogation ou de réponse DME doit être inférieure d'au moins 80 dB à la puissance de crête d'impulsion reçue et mesurée dans le même récepteur accordé sur la fréquence d'interrogation utilisée pendant l'émission des impulsions voulues. La présente disposition doit s'appliquer à toutes les émissions d'impulsions non essentielles. La puissance en onde entretenue non essentielle rayonnée par l'interrogateur sur toute fréquence d'interrogation ou de réponse DME ne doit pas dépasser 20 μ W (−47 dBW).

Note.— Bien qu'il soit recommandé de limiter le rayonnement non essentiel en onde entretenue entre les impulsions à des niveaux n'excédant pas 80 dB au-dessous de la puissance de crête d'impulsion reçue, les exploitants d'aéronef sont mis en garde contre le fait que, lorsqu'un transpondeur de radar secondaire de surveillance est utilisé à bord du même aéronef, il peut être nécessaire de limiter les ondes entretenues directes et rayonnées à 0,02 μ W dans la bande de fréquences 1 015 – 1 045 MHz. Lorsque ce niveau ne peut être respecté, on peut obtenir le degré de protection voulu en plaçant judicieusement l'une par rapport à l'autre les antennes SSR et DME de bord. Il convient de noter que seules les fréquences 108,1 et 108,3 MHz sont utilisées dans le plan d'appariement des fréquences VHF/DME.

3.5.5.2 *Retard systématique*

3.5.5.2.1 Le retard systématique doit être conforme aux indications du tableau présenté au § 3.5.4.4.1.

3.5.5.2.2 *DME/N.* Le retard systématique doit être l'intervalle entre le temps du point de demi-tension du bord avant de la première impulsion élémentaire d'interrogation et l'instant où les circuits de distance se mettent dans l'état correspondant à une indication de distance nulle.

3.5.5.3 *Récepteur*

3.5.5.3.1 *Fréquence utilisée.* La fréquence centrale du récepteur doit être la fréquence de transpondeur du canal d'interrogation- réponse DME assigné (voir le § 3.5.3.3.3).

3.5.5.3.2 *Sensibilité du récepteur*

3.5.5.3.2.1 *DME/N.* L'équipement embarqué doit être suffisamment sensible pour acquérir et fournir l'indication de distance avec la précision spécifiée au § 3.5.5.4 pour la densité de puissance du signal spécifiée au § 3.5.4.1.5.2.

Note.— Bien que la spécification du § 3.5.5.3.2.1 s'applique aux interrogateurs DME/N, la sensibilité du récepteur est supérieure à celle qui est nécessaire pour fonctionner avec la densité de puissance des transpondeurs DME/N indiquée au § 3.5.4.1.5.1 en vue de l'interopérabilité avec le mode 1A des transpondeurs DME/P.

3.5.5.3.2.2 *DME/P* [Réservé]

3.5.5.3.2.3 *DME/N.* Les performances de l'interrogateur doivent être les mêmes lorsque la densité de puissance du signal de transpondeur capté par l'antenne de l'interrogateur varie entre les valeurs minimales indiquées au § 3.5.4.1.5 et un maximum de −18 dBW/m².

3.5.5.3.3 *Bande passante*

3.5.5.3.3.1 *DME/N.* La bande passante du récepteur doit être suffisante pour que les dispositions du § 3.5.3.1.3 soient respectées en présence des signaux d'entrée spécifiés au § 3.5.4.1.3.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 53 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.5.5.3.4 Réjection de brouillage

3.5.5.3.4.1 Lorsque le rapport signal utile/signal non désiré de DME sur canal commun est d'au moins 8 dB aux bornes d'entrée du récepteur embarqué, l'interrogateur doit fournir la distance et une identification non équivoque d'après le signal le plus fort.

Note.— On désigne par « signaux sur canal commun » les signaux de réponse de même fréquence et de même espacement entre paires d'impulsions.

3.5.5.3.4.2 *DME/N* Les signaux DME écartés de plus de 900 kHz de la fréquence nominale du canal utile et dont l'amplitude s'élève jusqu'à 42 dB au-dessus du seuil de sensibilité doivent être rejetés.

3.5.5.3.5 Décodage

3.5.5.3.5.1 L'interrogateur doit comprendre un circuit décodeur tel que le récepteur ne puisse être déclenché que par la réception de paires d'impulsions dont la durée d'impulsion et les espacements entre impulsions sont propres aux signaux de transpondeur décrits au § 3.5.4.1.4.

3.5.5.3.5.2 *DME/N – Réjection par le décodeur.* Une paire d'impulsions de réponse dont l'espacement diffère de $\pm 2 \mu\text{s}$ ou davantage de la valeur nominale et dont le niveau de signal s'élève jusqu'à 42 dB au-dessus de la sensibilité du récepteur doit être rejetée.

3.5.5.4 Précision

3.5.5.4.1 *DME/N.* La partie de l'erreur globale du système attribuable à l'interrogateur ne doit pas dépasser la plus grande des deux valeurs suivantes : $\pm 315 \text{ m}$ ($\pm 0,17 \text{ NM}$) ou 0,25 % de la distance indiquée.

3.6 Spécifications des radiobornes VHF de navigation en route (75 MHz)

[Réservé]

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 54 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.7 Spécifications du système mondial de navigation par satellite (GNSS)

3.7.1 Définitions

Alarme. Indication fournie aux autres systèmes de bord ou annonce faite au pilote qu'un paramètre d'exploitation du système de navigation est hors tolérance.

Borne d'antenne. Point où la puissance du signal reçu est spécifiée. Dans le cas d'une antenne active, la borne est un point fictif entre les éléments de l'antenne et le préamplificateur de l'antenne. Dans le cas d'une antenne passive, la borne est la sortie de l'antenne proprement dite.

Canal de précision standard (CSA). Niveau de précision en positionnement, en vitesse et en temps assuré à tout usager du GLONASS, quel que soit le point du globe considéré.

Constellation(s) satellitaire(s) de base. Les constellations satellitaires de base sont le GPS, le GLONASS, Galiléo et le BDS.

Contrôle autonome avancé de l'intégrité par le récepteur (ARAIM). Fonction ABAS qui utilise l'ISD.

Données d'intégrité (ISD). Ensemble de paramètres qui caractérisent la performance de l'intégrité du signal électromagnétique (SIS) pour chaque constellation satellitaire de base et type de service ARAIM spécifiques.

Délai d'alarme. Intervalle de temps maximal admissible entre le moment où le système de navigation dépasse les limites de tolérance et le moment où l'équipement donne l'alarme.

Erreur de position du GNSS. Écart entre la position vraie et celle qui est déterminée par le récepteur GNSS.

Galileo. Système de navigation par satellite exploité par l'Union européenne et ses États membres.

Générateur d'ISM (ISMG). Entité qui détermine les valeurs des paramètres ISD transmises dans l'ISM pour l'ARAIM pour une constellation satellitaire de base donnée.

Intégrité. Mesure du niveau de confiance dans l'exactitude des informations fournies par l'ensemble du système. La notion d'intégrité englobe l'aptitude d'un système à fournir, en temps voulu, des avertissements valides (alarmes).

Message d'intégrité (ISM). Message de navigation diffusé par une constellation satellitaire de base dédiée qui contient des paramètres ISD susceptibles d'améliorer la performance de l'ARAIM par rapport aux valeurs ISD par défaut.

Note.— Un ou plusieurs ISM peuvent comprendre les ISD diffusées

Pseudodistance. Écart entre l'instant auquel le satellite transmet une information et l'instant où un récepteur GNSS la reçoit, multiplié par la vitesse de la lumière dans le vide, y compris l'erreur systématique liée à l'utilisation d'une référence temporelle différente par le récepteur GNSS et par le satellite.

Service de localisation standard (SPS). Niveau de précision en positionnement, en vitesse et en temps assuré à tout utilisateur du système mondial de localisation (GPS), quel que soit le point du globe considéré.

Service ouvert du BDS (BDS OS). Niveau de précision en positionnement, en vitesse et en temps assuré à tout utilisateur du BDS, en continu, quel que soit le point du globe considéré.

Service ouvert de Galileo (Galileo OS). Niveau de précision en positionnement, en vitesse et en temps assuré à tout utilisateur de Galileo, en continu, quel que soit le point du globe considéré.

Seuil d'alarme. Limite au-delà ou en deçà de laquelle la valeur mesurée d'un paramètre donné provoque le déclenchement d'une alarme.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 55 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Système de navigation par satellite BeiDou (BDS). Système de navigation par satellite exploité par la République populaire de Chine.

Système régional de renforcement au sol (GRAS)*. Système de renforcement dans lequel l'utilisateur reçoit l'information de renforcement directement d'un émetteur faisant partie d'un groupe d'émetteurs au sol assurant la couverture d'une région.

Système de renforcement au sol (GBAS). Système de renforcement dans lequel l'utilisateur reçoit l'information de renforcement directement d'un émetteur au sol.

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

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

Système GLONASS (Global Navigation Satellite System). Système mondial de navigation par satellite mis en œuvre par la Fédération de Russie.

Système mondial de localisation (GPS). Système de navigation par satellite mis en œuvre par les États-Unis.

Système mondial de navigation par satellite (GNSS). Système de détermination de la position et du temps, qui se compose d'une ou de plusieurs constellations de satellites, de récepteurs placés à bord des aéronefs et d'un contrôle de l'intégrité, renforcé selon les besoins pour obtenir la qualité de navigation requise dans la phase d'exploitation considérée.

Taux d'ellipticité. Rapport, exprimé en décibels, entre la puissance de sortie maximale et la puissance de sortie minimale d'une antenne pour une onde incidente à polarisation rectiligne lorsque l'orientation de la polarisation est modifiée dans toutes les directions perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.2 Généralités

3.7.2.1 Fonctions

3.7.2.1.1 Le GNSS doit fournir aux aéronefs des données de position et des données temporelles.

Note.— Ces données sont dérivées des mesures de pseudodistance entre l'aéronef muni d'un récepteur GNSS et les sources de signaux basées sur les satellites ou au sol.

3.7.2.2 Eléments du GNSS

3.7.2.2.1 Le service de navigation du GNSS doit être fourni à l'aide des éléments suivants, installés au sol ou à bord des satellites ou de l'aéronef, et pouvant être combinés de diverses façons :

- a) le système mondial de localisation (GPS) assurant le service de localisation standard (SPS) défini au § 3.7.3.1.1;
- b) le système mondial de navigation par satellite (GLONASS) fournissant le canal de précision standard (CSA) défini au § 3.7.3.1.2;
- c) le système Galileo assurant un service ouvert (OS) à fréquence unique et à deux fréquences défini au § 3.7.3.1.3 ;
- d) le système de navigation par satellite BeiDou (BDS) assurant le service ouvert du BDS (BDS OS) défini au § 3.7.3.1.4 ;
- e) le système de renforcement embarqué (ABAS) défini au § 3.7.3.3 ;
- f) le système de renforcement satellitaire (SBAS) défini au § 3.7.3.4 ;

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 56 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

- g) le système de renforcement au sol (GBAS) défini au § 3.7.3.5 ;
- h) le système régional de renforcement au sol (GRAS) défini au § 3.7.3.5 ;
- i) le récepteur GNSS embarqué défini au § 3.7.3.6.

Note.— Afin de surveiller l'intégrité du système, il est nécessaire d'utiliser un renforcement comme le précisent les alinéas e), f), g) ou h) du § 3.7.2.2.1 afin de répondre aux spécifications de performance du § 3.7.2.4.

3.7.2.3 Références spatiales et temporelles

3.7.2.3.1 *Référence spatiale.* Les données de position fournies à l'utilisateur par le GNSS doivent être exprimées selon le référentiel géodésique du Système géodésique mondial (1984) (WGS-84).

Note 1.— Les spécifications relatives au WGS-84 se trouvent dans le RAS 04, Chapitre 2, le RAS 11, Chapitre 2, le RAS 14, Volume I, Chapitre 1, le RAS 14, Volume II, Chapitre 1 et le RAS 15, Chapitre 1 .

Note 2.— Si certains éléments du GNSS utilisent un autre système de coordonnées que celui du WGS-84, leurs données doivent faire l'objet d'une conversion appropriée. Si la différence entre un référentiel géodésique du GNSS et le WGS-84 est négligeable pour l'aviation (c'est-à-dire de l'ordre de quelques centimètres) et qu'une délimitation de la différence maximale est spécifiée, alors il ne faut appliquer aucun paramètre de conversion.

3.7.2.3.2 *Référence temporelle.* Les données temporelles fournies à l'utilisateur par le GNSS doivent être exprimées selon une échelle de temps rapportée au temps universel coordonné (UTC).

3.7.2.4 Performances relatives aux signaux électromagnétiques

3.7.2.4.1 L'ensemble constitué des éléments du GNSS et du récepteur de l'utilisateur (supposé exempt de défauts) doit satisfaire aux spécifications du Tableau 3.7.2.4-1 (situé à la fin du § 3.7).

Note 1.— La notion de « récepteur exempt de défauts » n'intervient que pour la définition des performances d'ensembles constitués d'une combinaison quelconque d'éléments du GNSS. On suppose que ce récepteur présente des performances nominales de précision et de délai d'alarme, et qu'il ne peut être le siège d'aucune défaillance susceptible d'altérer l'intégrité, la disponibilité et la continuité.

Note 2.— Des critères de performance sont définis pour le service d'approche GBAS (défini dans le Supplément D, § 7.1.2.1) prévu pour prendre en charge les opérations d'approche et d'atterrissage utilisant les minimums de catégorie III; ils s'appliquent en plus des critères de performance des signaux électromagnétiques définis au Tableau 3.7.2.4.-1.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 57 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.7.3 Spécifications relatives aux éléments du GNSS

3.7.3.1 Constellations de base

3.7.3.1.1 Service de localisation standard (SPS) du GPS (L1, L5)

Note.— Sauf indication contraire, les normes de performance énoncées aux § 3.7.3.1.1.1 à 3.7.3.1.1.7 ci-dessous s'appliquent à la mesure de distance à fréquence unique, utilisant le signal L1 en code d'acquisition grossière (C/A) ou le signal L5 (code I5 ou code Q5), et à la mesure de distance double fréquence utilisant la combinaison des signaux L1 et L5. De plus, elles s'appliquent seulement aux assortiments courants de données d'éphémérides et d'horloge dans les intervalles d'ajustement des courbes respectifs.

3.7.3.1.1.1 Précision du secteur spatial et du secteur de contrôle

Note.— Les spécifications de précision suivantes ne s'appliquent qu'au signal électromagnétique (SIS) en état de fonctionner du SPS du GPS, pendant les opérations normales décrites dans le supplément D, § 4.1.1.9, et ne comprennent pas les erreurs atmosphériques ni les erreurs du récepteur, comme l'indique le Supplément D, § 4.1.1.2.. Les conditions de bon fonctionnement du SIS du SPS du GPS figurent dans le document du Département de la Défense des États-Unis, Global Positioning System – Standard Positioning Service – Performance Standard, 5e édition, avril 2020 (ci-après appelé le « GPS SPS PS »), section 2.3.2.

3.7.3.1.1.1.1 Précision en position. Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que les erreurs de position du service de localisation standard du GPS ne dépassent pas les limites ci-dessous :

	Moyenne mondiale	Pire emplacement
	95 % du temps	95 % du temps
Erreur de position horizontale	8 m	15 m
Erreur de position verticale	13 m	33 m

3.7.3.1.1.1.2 Précision du transfert de temps. Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que les erreurs de transfert de temps commises par le service de localisation standard du GPS n'excédant pas 30 nanosecondes, 95 % du temps.

3.7.3.1.1.1.3 Précision en distance. Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que les erreurs de distance ne dépassent pas les limites ci-dessous :

- erreur de distance, quel que soit le satellite — 30 m avec la fiabilité spécifiée au § 3.7.3.1.3 ;
- 95^e percentile de l'erreur sur le taux de variation de la distance, quel que soit le satellite — 0,006 m/s (moyenne mondiale) ;
- 95^e percentile de l'erreur sur l'accélération, quel que soit le satellite — 0,002 m/s² (moyenne mondiale) ;
- 95^e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite 7,0 m (moyenne mondiale) ; et
- 95^e percentile de l'erreur de distance pour tous les satellites occupant des créneaux orbitaux définis dans la constellation — 2,0 m (moyenne mondiale).

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 58 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.7.3.1.1.2 *Disponibilité.* Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que la disponibilité pour les utilisateurs de la fréquence unique L1 en code C/A est la suivante :

- a) disponibilité du service horizontal : $\geq 99 \%$, emplacement moyen (seuil de 15 m, 95 %) ;
- b) disponibilité du service vertical : $\geq 99 \%$, emplacement moyen (seuil de 33 m, 95 %) ;
- c) disponibilité du service horizontal : $\geq 90 \%$, pire emplacement (seuil de 15 m, 95 %) ;
- d) disponibilité du service vertical : $\geq 90 \%$, pire emplacement (seuil de 33 m, 95 %).

3.7.3.1.1.3 *Fiabilité.* Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que la fiabilité du service de localisation standard du GPS, compte tenu de l'erreur de distance pour l'utilisateur (URE) de 30 m indiquée au § 3.7.3.1.1.3, alinéa a), se situe dans les limites ci-dessous :

- a) fiabilité — au moins 99,94 % (moyenne mondiale) ;
- b) fiabilité — au moins 99,79% (pire moyenne en un point).

3.7.3.1.1.4 *Probabilité de défaillance de service majeure.*

Note.— Les différentes indications d'alarme sont décrites dans le GPS SPS PS, section 2.3.4.

3.7.3.1.1.4.1 *Valeur de déclenchement d'une défaillance de service majeure d'un satellite (R_{sat}).* La probabilité que l'erreur de distance pour l'utilisateur (URE) instantanée d'un satellite dépasse 4,42 fois valeur pertinente de la précision de distance pour l'utilisateur à intégrité garantie (IAURA) diffusée par ce satellite sans qu'une alarme soit reçue par l'antenne du récepteur de l'utilisateur au bout de 10 secondes ne doit pas dépasser $1 \times 10^{-5}/h$.

3.7.3.1.1.4.2 *Probabilité d'une condition de défaillance de service majeure d'un satellite (P_{sat}).* La probabilité qu'à un instant donné, l'URE instantanée d'un satellite dépasse 4,42 fois la valeur pertinente de l'IAURA diffusée par ce satellite sans qu'une alarme soit reçue par l'antenne du récepteur de l'utilisateur dans les 10 secondes ne doit pas dépasser 1×10^{-5} .

3.7.3.1.1.4.3 *Probabilité d'une condition de défaillance de service majeure de causes communes (P_{const}).* La probabilité qu'à un instant donné, l'URE instantanée de deux satellites ou plus dépasse 4,42 fois l'IAURA pertinente diffusée par chaque satellite en raison d'une anomalie commune, sans qu'une alarme soit reçue par l'antenne du récepteur de l'utilisateur dans les 10 secondes ne doit pas dépasser 1×10^{-8} .

3.7.3.1.1.5 *Continuité.* La probabilité de perdre la disponibilité du signal du L1 en code C/A d'un créneau de la constellation à 24 créneaux en raison d'une interruption imprévue ne doit pas dépasser $2 \times 10^{-4}/h$.

3.7.3.1.1.6 *Couverture.* Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que le service de localisation standard du GPS couvre la surface de la Terre jusqu'à une altitude de 3 000 km.

Note.— Le Supplément D, § 4.1, contient des éléments indicatifs sur la précision, la disponibilité, la fiabilité, les défaillances de service majeures, la continuité et le taux de couverture du GPS. Des renseignements supplémentaires figurent dans le GPS SPS PS.

3.7.3.1.1.7 *Disponibilité de la constellation.* La probabilité que 21 ou plus des 24 créneaux soient occupés soit par un satellite diffusant un signal L1 en code C/A, en état de fonctionner et qui peut être suivi, dans la configuration de créneaux de base, soit par une paire de satellites diffusant chacun un signal L1 en code C/A, en état de fonctionner et qui peut être suivi, dans les configurations de créneaux élargies, doit être d'au moins 0,98. La probabilité que 20 ou plus des 24 créneaux soient occupés soit par un satellite diffusant un signal L1 en code C/A, en état de fonctionner et qui peut être poursuivi, dans la configuration de créneaux de base, soit par une paire de satellites diffusant chacun un signal L1 en code C/A, en état de fonctionner et qui peut être poursuivi, dans les configurations de créneaux élargies, doit être d'au moins 0,99999.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 59 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Note.— Il n'existe actuellement aucune norme correspondante pour le signal L5 ou pour les signaux combinés L1 en code C/A et L5, car les anciens satellites de la constellation n'ont pas la capacité de diffuser un signal L5.

3.7.3.1.1.8 Caractéristiques radioélectriques (RF)

Note.— Les caractéristiques radioélectriques détaillées se trouvent dans le document spécifiant les interfaces entre le secteur spatial et le secteur utilisateur du NAVSTAR - GPS, IS n° IS-GPS-200, Rev K (ci-après appelé « IS-GPS-200K ») pour L1 et les interfaces entre le secteur spatial et le secteur utilisateur du NAVSTAR - GPS pour L5, IS n° IS-GPS-705, Rev F (ci-après appelé « IS-GPS-705F ») ; certaines caractéristiques sont spécifiées à l'Appendice B, § 3.1.1.1.1 pour L1 et à l'Appendice B, § 3.1.1.1.4 pour L5.

3.7.3.1.1.8.1 Fréquence porteuse L1. Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que chaque satellite GPS diffuse un signal SPS de mesure de distance sur la fréquence porteuse de 1 575,42 MHz (fréquence L1 du GPS) en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

3.7.3.1.1.8.2 Fréquence porteuse L5. Certains satellites GPS émettent en outre un signal SPS de mesure de distance sur la fréquence porteuse de 1 176,45 MHz (fréquence L5 du GPS) en utilisant l'AMRC.

3.7.3.1.1.8.3 Spectre radioélectrique. La puissance des signaux émis sur les fréquences L1 et L5 doit être confinée dans des bandes de ± 12 MHz centrées sur les fréquences porteuses respectives : 1 563,42 – 1 587,42 MHz pour L1 et 1 164,45 – 1 188,45 MHz pour L5.

3.7.3.1.1.8.4 Polarisation. La polarisation des signaux transmis sur L1 et L5 doit être de type circulaire droite.

3.7.3.1.1.8.5 Structure du signal. Le signal L1 en code C/A est constitué d'une seule composante porteuse. Le signal L5 est constitué de deux composantes porteuses : une composante en phase (I5) et une composante en quadrature, c'est-à-dire déphasée de 90 degrés par rapport à la composante en phase (Q5).

3.7.3.1.1.8.6 Niveau de puissance du signal. Chaque satellite GPS doit diffuser les signaux de navigation SPS avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou davantage, le niveau du signal reçu soit compris dans les fourchettes suivantes, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation ; de -158,5 dBW à -153 dBW pour L1 en code C/A et de -157,9 dBW à -150 dBW pour chacun des canaux I5 et Q5 sur L5.

3.7.3.1.1.8.7 Modulation. Chaque signal L1 et L5 du SPS doit être modulé selon la méthode de modulation par déplacement de phase bivalente (BPSK) à l'aide d'un code pseudo-aléatoire (PRN). Le code C/A sur L1 a un débit de 1,023 mégachips par seconde. Les codes sur I5 et Q5 ont un débit de 10,23 mégachips par seconde.

3.7.3.1.1.8.7.1 Les séquences en code C/A, I5 et Q5 est répétées toutes les millisecondes.

3.7.3.1.1.8.7.2 La séquence de code transmise sur L1 consiste en l'addition modulo 2 d'un message de navigation traditionnel (LNAV) à 50 bit/s et du code C/A.

3.7.3.1.1.8.7.3 La séquence de code transmise sur I5 consiste en l'addition modulo 2 d'un message de navigation civil (CNAV) à 50 bit/s (codage à convolution de rendement 1/2 en un flux de 100 symboles par seconde), d'un code de Neuman-Hoffman à 10 bits superposé, cadencé à 1 kbps, et du code I5. La séquence de code transmise sur Q5 consiste en l'addition modulo 2 d'un code de Neuman-Hoffman à 20 bits superposé, cadencé à 1 kbps et du code Q5.

Note.— Le signal Q5 n'est pas modulé avec des données de navigation.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 60 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.7.3.1.1.8.7.4 *Cohérence du signal*. Tous les signaux transmis par un satellite sont dérivés de manière cohérente du même étalon de fréquence embarqué. Sur le canal L5, les transitions en chips des deux signaux modulateurs, I5 et Q5, sont telles que la différence de temps moyenne entre eux ne dépasse pas 10 nanosecondes.

3.7.3.1.1.9 *Heure GPS*. L'heure GPS doit être exprimée en temps universel coordonné (UTC) déterminé par l'USNO (United States Naval Observatory).

3.7.3.1.1.10 *Système de coordonnées*. Le système de coordonnées du GPS doit être le système géodésique mondial WGS-84.

3.7.3.1.1.11 *Données de navigation*. Les données de navigation transmises sur L1 et L5 par chaque satellite doivent comprendre les informations voulues pour déterminer les éléments suivants :

- a) l'instant où le satellite effectue la transmission ;
- b) la position du satellite ;
- c) l'état de fonctionnement du satellite ;
- d) la correction d'horloge du satellite ;
- e) les effets dus au temps de propagation ;
- f) le décalage de temps par rapport au temps UTC ;
- g) l'état de la constellation.

Note.— La structure et le contenu des données sont précisés à l'Appendice B, aux § 3.1.1.1.2 et 3.1.1.1.3 pour le signal L1, et § 3.1.1.1.5 et 3.1.1.1.6 pour le signal L5 .

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 61 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.7.3.1.2 **Canal de précision standard (CSA) du système GLONASS (L1/L3)**

Note.— Les signaux CSA émis par GLONASS sont diffusés sur deux bandes de fréquence : L1 et L3. Sur la bande de fréquence L1, deux types de signaux sont émis : L1OF avec méthode d'accès multiple par répartition en fréquence (AMRF) et L1OC avec accès multiple par répartition en code (AMRC). Sur la bande L3, seuls des signaux AMRC sont diffusés (L3OC). Sauf indication contraire, le terme GLONASS désigne tous les satellites de la constellation transmettant des signaux AMRF et AMRC.

3.7.3.1.2.1 **Précision du secteur spatial et du secteur de contrôle**

Note.— Les spécifications de précision des systèmes à fréquence unique ne comprennent pas les erreurs atmosphériques ni les erreurs du récepteur ; les erreurs ionosphériques sont prises en compte pour les combinaisons à double fréquence, comme il est indiqué dans le Supplément D, § 4.1.2.2.

3.7.3.1.2.1.1 *Précision en position.* Les erreurs de position du canal CSA du système GLONASS ne doivent pas dépasser les limites ci-dessous :

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Moyenne mondiale 95 % du temps :					
Erreur de position horizontale	5 m	5 m	5 m	5 m	5 m
Erreur de position verticale	9 m	9 m	9 m	9 m	9 m
Pire emplacement 95 % du temps :					
Erreur de position horizontale	12 m	12 m	12 m	12 m	12 m
Erreur de position verticale	25 m	25 m	25 m	25 m	25 m

3.7.3.1.2.1.2 *Précision du transfert de temps.* Les erreurs de transfert de temps commises par le canal CSA du système GLONASS ne doivent pas excéder les limites ci-dessous, 95 % du temps :

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
	40 ns	40 ns	40 ns	40 ns	40 ns

3.7.3.1.2.1.3 *Précision en distance.* Les erreurs de distance ne doivent pas dépasser pas les limites ci-dessous :

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 62 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Erreur de distance, quel que soit le satellite, selon les limites de fiabilité spécifiées au § 3.7.3.1.2.3	18 m	18 m	18 m	18 m	18 m
95 ^e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite	11,7 m	11,7 m	11,7 m	11,7 m	11,7 m
95 ^e percentile de l'erreur de distance sur tous les satellites	7,8 m	7,8 m	7,8 m	7,8 m	7,8 m
95 ^e percentile de l'erreur sur le taux de variation de la distance, quel que soit le satellite	0,014 m/s	0,014 m/s	0,014 m/s	0,014 m/s	0,014 m/s
95 ^e percentile de l'erreur sur l'accélération, quel que soit le satellite	0,005 m/s ²	0,005 m/s ²	0,005 m/s ²	0,005 m/s ²	0,005 m/s ²

3.7.3.1.2.2 *Disponibilité.* La disponibilité du canal CSA du système GLONASS doit être la suivante :

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Emplacement moyen :					
Disponibilité du service horizontal	99 %, (seuil de 12 m, 95 %)	99 %, (seuil de 12 m, 95 %)	99 %, (seuil de 12 m, 95 %)	99 %, (seuil de 12 m, 95 %)	99 %, (seuil de 12 m, 95 %)
Disponibilité du service vertical	99 %, (seuil de 25 m, 95 %)	99 %, (seuil de 25 m, 95 %)	99 %, (seuil de 25 m, 95 %)	99 %, (seuil de 25 m, 95 %)	99 %, (seuil de 25 m, 95 %)
Pire emplacement :					
Disponibilité du service horizontal	90 %, (seuil de 12 m, 95 %)	90 %, (seuil de 12 m, 95 %)	90 %, (seuil de 12 m, 95 %)	90 %, (seuil de 12 m, 95 %)	90 %, (seuil de 12 m, 95 %)
Disponibilité du service vertical	90 %, (seuil de 25 m, 95 %)	90 %, (seuil de 25 m, 95 %)	90 %, (seuil de 25 m, 95 %)	90 %, (seuil de 25 m, 95 %)	90 %, (seuil de 25 m, 95 %)

3.7.3.1.2.3 *Fiabilité.* La fiabilité du canal CSA du système GLONASS doit se situer dans les limites ci-dessous :

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Moyenne mondiale	99,37 %	99,37 %	99,37 %	99,37 %	99,37 %

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation		Chapitre 3 Page 63 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--	--

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Pire moyenne en un point	99,14 %	99,14 %	99,14 %	99,14 %	99,14 %

3.7.3.1.2.4 *Probabilité de défaillance de service majeure.* La probabilité que l'erreur de distance pour l'utilisateur (URE), quel que soit le satellite, dépasse le seuil ci-dessous sans qu'une alarme soit reçue par l'antenne du récepteur de l'utilisateur au bout de 10 secondes ne doit pas dépasser les limites ci-après :

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Défaillance d'un seul satellite (P _{sat})	1×10^{-4} , (seuil de 70 m)	1×10^{-4} , (seuil de 70 m)	1×10^{-4} , (seuil de 70 m)	1×10^{-4} , (seuil de 70 m)	1×10^{-4} , (seuil de 70 m)

3.7.3.1.2.5 *Probabilité de dysfonctionnement de constellation.* La probabilité que l'erreur de distance pour l'utilisateur (URE) de plusieurs satellites dépasse le seuil ci-dessous sans qu'une alarme soit reçue par l'antenne du récepteur de l'utilisateur dans les 10 secondes ne doit pas dépasser les limites ci-après :

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Dysfonctionnement de constellation (P _{const})	1×10^{-4} , (seuil de 70 m)	1×10^{-4} , (seuil de 70 m)	1×10^{-4} , (seuil de 70 m)	1×10^{-4} , (seuil de 70 m)	1×10^{-4} , (seuil de 70 m)

3.7.3.1.2.6 *Continuité.* La probabilité de perdre la disponibilité du signal du canal CSA du système GLONASS en état de fonctionner d'un créneau de la constellation nominale à 24 créneaux en raison d'une interruption imprévue ne doit pas dépasser les limites ci-dessous :

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Continuité du signal	2×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-3}	2×10^{-3}

3.7.3.1.2.7 *Couverture.* Le canal CSA du système GLONASS doit couvrir la surface de la Terre jusqu'à une altitude de 2 000 km.

Note.— Le Supplément D, § 4.1.2, contient des éléments indicatifs sur la précision, la disponibilité, la fiabilité et le taux de couverture du GLONASS.

3.7.3.1.2.8 *Caractéristiques radioélectriques des signaux L1OF*

Note.— Les caractéristiques radioélectriques détaillées se trouvent à l'Appendice B, § 3.1.2.1.1.

3.7.3.1.2.8.1 *Fréquence porteuse.* Chaque satellite GLONASS doit diffuser dans la bande L1 (1,6 GHz) un signal de navigation CSA sur sa propre fréquence porteuse en utilisant la méthode d'accès multiple par répartition de fréquence (AMRF).

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 64 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Note 1.— Les satellites GLONASS peuvent utiliser la même fréquence porteuse à condition d'être situés en des points diamétralement opposés du plan orbital.

Note 2.— Les satellites GLONASS-M diffuseront un code de mesure de distance supplémentaire sur les fréquences porteuses de la bande L2 (1,2 GHz) en utilisant la méthode AMRF.

3.7.3.1.2.8.2 Spectre radioélectrique. La puissance des signaux du canal CSA du système GLONASS doit être confinée dans une bande de $\pm 5,75$ MHz centrée sur chaque fréquence porteuse.

3.7.3.1.2.8.3 Polarisation. La polarisation des signaux transmis doit être de type circulaire droite.

3.7.3.1.2.8.4 Niveau de puissance du signal. Chaque satellite GLONASS doit diffuser les signaux de navigation CSA avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou davantage, le niveau du signal reçu soit compris entre -161 et $-155,2$ dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

Note 1.— La limite de 155,2 dBW repose sur les caractéristiques prédéterminées de l'antenne de l'utilisateur, des pertes atmosphériques de 0,5 dB et une erreur d'au plus un degré sur la position angulaire du satellite (dans la direction où le niveau du signal augmente).

Note 2.— Chaque satellite GLONASS-M diffusera également un code de mesure de distance sur la fréquence L2 avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou davantage, le niveau du signal reçu ne soit pas inférieur à -167 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.2.8.5 Modulation

3.7.3.1.2.8.5.1 Chaque satellite GLONASS doit transmettre sur sa fréquence porteuse le signal de navigation sous la forme d'un train binaire en modulation BPSK. La modulation de la porteuse doit être effectuée à π -radians avec une erreur maximale de $\pm 0,2$ radian. La séquence de code pseudo-aléatoire doit être répétée toutes les millisecondes.

3.7.3.1.2.8.5.2 Le signal de navigation modulant doit être généré par addition modulo 2 des trois signaux binaires suivants :

- a) code de mesure de distance transmis à 511 kbit/s ;
- b) message de navigation transmis à 50 bit/s ;
- c) séquence auxiliaire à 100 Hz.

3.7.3.1.2.9 Caractéristiques radioélectriques des signaux L3OC

Note.— Les caractéristiques radioélectriques détaillées se trouvent à l'Appendice B, § 3.1.2.1.5.

3.7.3.1.2.9.1 Fréquence porteuse. Le système GLONASS diffuse les signaux de navigation L3OC sur la fréquence porteuse de 1 202,025 MHz en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

3.7.3.1.2.9.2 Spectre du signal. La puissance du signal L3OC du canal CSA du système GLONASS doit être confinée dans la bande de 1 190,35 à 1 212,23 MHz.

3.7.3.1.2.9.3 Polarisation. La polarisation du signal L3OC transmis est de type circulaire droite.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 65 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.7.3.1.2.9.4 *Niveau de puissance du signal.* Le système GLONASS diffuse les signaux de navigation L3OC avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou davantage, le niveau du signal radioélectrique reçu soit compris entre $-158,5$ dBW et $-155,2$ dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

Note.— La limite de puissance de 155,2 dBW repose sur les caractéristiques prédéterminées de l'antenne de l'utilisateur, des pertes atmosphériques de 0,5 dB et une erreur d'au plus un degré sur la position angulaire du satellite (dans la direction où le niveau du signal augmente).

3.7.3.1.2.9.5 *Modulation*

Note.— D'autres renseignements concernant la modulation figurent dans le document GLONASS CDMA ICD Open Service Navigation Signal in L3 frequency band, édition 1.0, 2016 (désigné ci-après « GLONASS CDMA ICD L3 band »).

3.7.3.1.2.9.5.1 Les signaux de navigation L3OC du système GLONASS comprennent deux composantes utilisant la même forme de train binaire en modulation BPSK(10), à savoir une composante en phase (dite données) et une composante en quadrature de phase (dite pilote), désignées L3OCd et L3OCp, respectivement. La composante pilote devance la composante données par $\pi/2$ -radians.

3.7.3.1.2.9.5.2 La composante L3OCd est obtenue par addition modulo 2 des trois signaux binaires suivants :

a) un code de mesure de distance (longueur $N=10230$, période $T=1$ ms, fréquence d'horloge de 10,23 MHz) ;

b) un message de navigation transmis à 100 bits/s codé au moyen d'un codeur à convolution présentant une longueur de contrainte de 7 et un rendement de code de $1/2$, de manière à générer 200 symboles par seconde ;

c) le code de recouvrement « 00010 » (période $T=5$ ms).

3.7.3.1.2.9.5.3 La composante L3OCp est obtenue par addition modulo 2 des deux signaux binaires ci-dessous :

a) un code de mesure de distance (longueur $N=10230$, période $T=1$ ms, fréquence d'horloge de 10,23 MHz) ;

b) le code de recouvrement « 0000110101 » (période $T=10$ ms).

3.7.3.1.2.10 *Caractéristiques radioélectriques des signaux L1OC*

Note.— Les caractéristiques radioélectriques détaillées se trouvent à l'Appendice B, § 3.1.2.1.5.

3.7.3.1.2.10.1 *Fréquence porteuse.* Le système GLONASS diffuse les signaux de navigation L1OC sur la fréquence porteuse de 1 600,995 MHz en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

3.7.3.1.2.10.2 *Spectre du signal.* La puissance du signal L1OC du canal CSA du système GLONASS doit être confinée dans la bande de 1 592,9 à 1 610 MHz.

3.7.3.1.2.10.3 *Polarisation.* La polarisation du signal L1OC transmis est de type circulaire droite.

3.7.3.1.2.10.4 *Niveau de puissance du signal.* Le système GLONASS diffuse les signaux de navigation L1OC avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou davantage, le niveau du

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 66 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

signal reçu soit compris entre $-158,5$ dBW et $-155,2$ dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

Note.— La limite de puissance de 155,2 dBW repose sur les caractéristiques prédéterminées de l'antenne de l'utilisateur, des pertes atmosphériques de 0,5 dB et une erreur d'au plus un degré sur la position angulaire du satellite (dans la direction où le niveau du signal augmente).

3.7.3.1.2.10.5 Modulation

Note.— D'autres renseignements concernant la modulation figurent dans le document GLONASS CDMA ICD Open Service Navigation Signal in L1 frequency band, édition 1.0, 2016 (désigné ci-après « GLONASS CDMA ICD L1 band »).

3.7.3.1.2.10.5.1 Les signaux de navigation L1OC du système GLONASS comprennent deux composantes, à savoir une composante dite données et une composante dite pilote, désignées L1OCd et L1OCp, respectivement. Ces deux composantes sont en quadrature de phase utilisant le multiplexage par répartition dans le temps. La composante L1OCd est modulée selon la méthode de modulation par déplacement de phase bivalente BPSK(1), alors que la composante L1OCp est modulée selon la méthode de modulation de porteuse à double décalage BOC(1,1).

3.7.3.1.2.10.5.2 La composante L1OCd est obtenue par addition modulo 2 des trois signaux binaires suivants :

- a) un code de mesure de distance (longueur $N=10230$, période $T=2$ ms, fréquence d'horloge de 0,5115 MHz) ;
- b) un message de navigation transmis à 125 bits/s codé au moyen d'un codeur à convolution présentant une longueur de contrainte de 7 et un rendement de code de $1/2$, de manière à générer 250 symboles par seconde ;
- c) le code de recouvrement « 01 » (période $T=4$ ms).

3.7.3.1.2.10.5.3 La composante L1OCp est obtenue par addition modulo 2 des deux signaux binaires suivants :

- a) un code de mesure de distance (longueur $N=4092$, période $T=8$ ms, fréquence d'horloge de 0,5115 MHz) ;
- b) la séquence de « 0101 » (méandre) avec fréquence d'horloge de 2,046 MHz.

3.7.3.1.2.11 *Heure GLONASS.* L'heure GLONASS doit être exprimée en temps UTC (SU) (fourni par les services spécialisés de la Fédération de Russie).

3.7.3.1.2.12 *Système de coordonnées.* Le système de coordonnées du GLONASS doit être le PZ-90.

Note.— Le mode de conversion du système de coordonnées PZ-90 du GLONASS au WGS-84 est décrit à l'Appendice B, § 3.1.2.5.2.

3.7.3.1.2.13 *Données de navigation.* Les données de navigation transmises par chaque satellite doivent comprendre les informations voulues pour déterminer les éléments suivants :

- a) l'instant où le satellite effectue la transmission ;
- b) la position du satellite ;
- c) l'état du satellite ;
- d) la correction d'horloge du satellite ;

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 67 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

- e) le décalage de temps par rapport au temps UTC ;
- f) l'état de la constellation ;
- g) les effets dus au temps de propagation dans l'ionosphère (L1OC, L3OC seulement) ;
- h) l'orientation du satellite dans l'ombre (L1OC, L3OC seulement).

Note.— La structure et le contenu des messages de navigation sont précisés à l'Appendice B, aux § 3.1.2.1.2 et 3.1.2.1.3 respectivement.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 68 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.7.3.1.3 **Service ouvert de Galileo (Galileo OS) (E1, E5)**

Note 1.— Les signaux du service ouvert de Galileo sont diffusés sur deux bandes de fréquence, E1 et E5. Dans la bande E5, deux types de signaux sont diffusés avec accès multiple par répartition en code (AMRC) : E5a et E5b. Pour les besoins de l'aviation, le service ouvert de Galileo à fréquence unique est basé soit sur le signal E1 soit sur le signal E5a ; et le service ouvert de Galileo à double fréquence est basé sur une combinaison des signaux E1 et E5a.

Note 2.— La composante du signal E5b est décrite dans ~~la présente Annexe~~ le présent RAS, puisqu'elle constitue un sous-ensemble de l'ensemble du signal de Galileo modulé sur la porteuse E5. Toutefois, il n'est pas prévu pour l'instant que les récepteurs de l'aviation utilisent le signal E5b.

Note 3.— Les normes de performance suivantes s'appliquent seulement si des signaux électromagnétiques « en état de fonctionnement » sont utilisés (voir l'appendice B, § 3.1.3.1.3.4).

Note 4.— Les normes de performance suivantes ne comprennent ni les erreurs atmosphériques ni les erreurs du récepteur telles que l'ionosphère, la troposphère, le brouillage, le bruit du récepteur et les trajets multiples.

Note 5.— Des éléments indicatifs sur la précision, la disponibilité, la continuité, la probabilité de défaillance du satellite/des constellations et la couverture du service ouvert de Galileo figurent dans le Supplément D, § 4.1.3.

3.7.3.1.3.1 Précision en position. Les erreurs de position de Galileo ne doivent pas dépasser les limites ci-dessous :

Signaux	E1	E5a	E1-E5a
<i>Moyenne mondiale 95 % du temps :</i>			
Erreur de position horizontale sur une période de mesure de 30 jours	5 m	5 m	5 m
Erreur de position verticale sur une période de mesure de 30 jours	8 m	8 m	8 m
<i>Pire emplacement 95 % du temps :</i>			
Erreur de position horizontale sur une période de mesure de 30 jours	10 m	10 m	10 m
Erreur de position verticale sur une période de mesure de 30 jours	16 m	16 m	16 m

3.7.3.1.3.2 Précision de la détermination du temps. Les erreurs de détermination du temps UTC de Galileo ne doivent pas excéder 30 nanosecondes, 95 % du temps.

3.7.3.1.3.3 Précision en distance. Les erreurs de distance de Galileo ne doivent pas dépasser les limites ci-dessous :

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Edition Date	Page 69 de 93 2 Octobre 2023	
Signaux		E1	E5a	E1-E5a
99,9e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite (pire emplacement)		20 m	20 m	20 m
99,9e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)		10 m	10 m	10 m
95e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)		7 m	7 m	7 m
95e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)		2 m	2 m	2 m
95e percentile de l'erreur sur le taux de variation de la distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)		5 mm/s	5 mm/s	5 mm/s

Note 1.— La précision des mesures de distance prend uniquement en considération les signaux électromagnétiques en état de fonctionnement du service ouvert de Galileo au-dessus d'un angle de site minimum de 5 degrés.

Note 2.— La précision des mesures de distance utilisant la fréquence unique (E1 ou E5a) comprend les erreurs de temps de propagation de groupe diffusé (BGD). La définition du BGD figure dans le Supplément D, § 4.1.3.3.2.

3.7.3.1.3.4 Disponibilité. La disponibilité du service ouvert de Galileo doit être la suivante :

Signaux	E1	E5a	E1-E5a
<i>Emplacement moyen :</i>			
Disponibilité du service horizontal sur une période de mesure de 30 jours	99 % (seuil de 10 m, 95 %)	99 % (seuil de 10 m, 95 %)	99 % (seuil de 10 m, 95 %)
Disponibilité du service vertical sur une période de mesure de 30 jours	99 % (seuil de 16 m, 95 %)	99 % (seuil de 16 m, 95 %)	99 % (seuil de 16 m, 95 %)
<i>Pire emplacement :</i>			
Disponibilité du service horizontal sur une période de mesure de 30 jours	90 % (seuil de 10 m, 95 %)	90 % (seuil de 10 m, 95 %)	90 % (seuil de 10 m, 95 %)
Disponibilité du service vertical sur une période de mesure de 30 jours	90 % (seuil de 16 m, 95 %)	90 % (seuil de 16 m, 95 %)	90 % (seuil de 16 m, 95 %)

3.7.3.1.3.5 Données d'intégrité de Galileo

Note.— Les données d'intégrité de Galileo sont spécifiées pour les mesures dérivées des signaux de Galileo reçus au-dessus d'un angle de site de 5 degrés.

3.7.3.1.3.5.1 Probabilité de défaillance du satellite (P_{sat}). La probabilité qu'un satellite de la constellation de base opérationnelle de Galileo génère une erreur de distance instantanée du signal électromagnétique de k fois supérieure à la précision de distance pour l'utilisateur diffusée par Galileo (URA de Galileo) et qu'aucune notification ne soit transmise à l'utilisateur ne doit pas dépasser 3×10^{-5} .

Note 1.— Un changement dans l'état de fonctionnement du SIS est indiqué au moyen des indicateurs contenus dans le message de navigation. La mise en correspondance entre l'état du SIS de Galileo et les indicateurs contenus dans le message de données de navigation est précisée dans l'Appendice B, § 3.1.3.1.3.4.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 70 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Note 2.— L' URA de Galileo correspond soit à $\sigma_{URA,DF}$ dans le cas des usagers de la double fréquence soit à $\sigma_{URA,SF}$ dans le cas des usagers de la fréquence unique, comme indiqué aux § 3.7.1.3.5.3 et § 3.7.1.3.5.4.

Note 3.— La définition de la P_{sat} est précisée dans le Supplément D, § 4.1.3.6.1.

3.7.3.1.3.5.2 Probabilité de défaillance de la constellation (P_{const}). La probabilité que, du fait d'une cause commune, tout sous-ensemble de deux satellites ou plus dans la constellation de base opérationnelle de Galileo génère une erreur instantanée de distance du SIS de k fois supérieure à l'URA de Galileo et qu'aucune notification ne soit transmise à l'utilisateur ne doit pas dépasser 2×10^{-4} .

Note 1.— Un changement dans l'état de fonctionnement du SIS est indiqué au moyen des indicateurs contenus dans le message de navigation. La mise en correspondance entre l'état du SIS de Galileo et les indicateurs contenus dans le message de données de navigation est décrite en détail dans l'Appendice B, § 3.3.1.3.4.

Note 2.— L' URA de Galileo correspond soit à $\sigma_{URA,DF}$ dans le cas des usagers de la double fréquence soit à $\sigma_{URA,SF}$ dans le cas des usagers de la fréquence unique.

Note 3.— La définition de P_{const} est précisée dans le Supplément D, § 4.1.3.6.2.

3.7.3.1.3.5.3 URA de Galileo pour double fréquence ($\sigma_{URA,DF}$). L' $\sigma_{URA,DF}$ de Galileo ne doit pas excéder 6 m.

Note 1.— L' $\sigma_{URA,DF}$ s'applique à une combinaison de signaux E1-E5a double fréquence.

Note 2.— Une définition de l' $\sigma_{URA,DF}$ figure dans le Supplément D, § 4.1.3.6.3.

3.7.3.1.3.5.4 URA de Galileo pour fréquence unique ($\sigma_{URA,SF}$). L' $\sigma_{URA,SF}$ de Galileo ne doit pas excéder 6,5 m pour E1 et 7,5 m pour E5a.

Note .— Une définition de l' $\sigma_{URA,SF}$ figure dans le Supplément D, § 4.1.3.6.4.

3.7.3.1.3.5.5 σ_{BGD} de Galileo. Le paramètre σ_{BGD} de Galileo n'excédera pas 2,5 m pour E1 et E5a.

Note.— Une définition du paramètre σ_{BGD} de Galileo figure dans le Supplément D, § 4.1.3.6.5.

3.7.3.1.3.5.6 Taux de défaillance R_{sat} et R_{const} de Galileo. Les paramètres R_{sat} et R_{const} de Galileo ne doivent pas excéder $2 \times 10^{-5}/h$ et $1 \times 10^{-4}/h$ respectivement.

Note.— Une définition des taux de défaillance figure dans l'Appendice B, § 3.4.1.1.2.

3.7.3.1.3.6 Continuité. La probabilité de perdre la disponibilité du SIS du service ouvert de Galileo d'un créneau de la constellation nominale à 24 créneaux en raison d'une interruption imprévue ne doit pas dépasser pas la limite suivante :

Signaux	E1	E5a	E1-E5a
Continuité	$4 \times 10^{-4}/h$	$4 \times 10^{-4}/h$	$4 \times 10^{-4}/h$

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 71 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.7.3.1.3.7 *Couverture.* Le service ouvert de Galileo doit couvrir la surface de la Terre jusqu'à une altitude de 30,48 km.

3.7.3.1.3.8 *Caractéristiques radioélectriques.* Tous les satellites de Galileo diffusent les signaux E1, E5a et E5b du service ouvert de Galileo.

Note 1.— Les signaux E5a et E5b sont multiplexés par modulation AltBOC et transmis à la fréquence porteuse E5 centrée à 1 191,795 MHz. La modulation AltBOC permet aux composantes des signaux E5a et E5b d'être récupérées séparément à l'aide d'un récepteur QPSK centré sur les fréquences individuelles E5a et E5b.

Note 2.— La modulation AltBOC est décrite en détail dans l'Appendice B, § 3.1.3.1.1.3.13.

Note 3.— Les caractéristiques radioélectriques des signaux de Galileo sont décrites en détail dans l'Appendice B, § 3.1.3.1.1.

3.7.3.1.3.8.1 *Caractéristiques radioélectriques du signal E1*

3.7.3.1.3.8.1.1 *Fréquence porteuse E1.* Chaque satellite de Galileo diffuse les signaux E1 sur la fréquence porteuse de 1 575,420 MHz en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

3.7.3.1.3.8.1.2 *Spectre du signal E1.* La puissance du signal de Galileo sur E1 doit être confinée dans une bande de 24,552 MHz centrée sur la fréquence E1.

3.7.3.1.3.8.1.3 *Polarisation du signal E1.* Le signal radioélectrique E1 est émis à polarisation circulaire droite.

3.7.3.1.3.8.1.4 *Niveau de puissance minimale du signal E1.* Chaque satellite de Galileo diffuse un signal de navigation E1 avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou davantage, le niveau du signal reçu ne soit pas inférieur à -157,9 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.3.8.1.5 *Niveau de puissance maximale du signal E1.* Chaque satellite de Galileo diffuse un signal de navigation E1 avec une puissance suffisante pour que le niveau du signal reçu ne dépasse pas -151,45 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi.

3.7.3.1.3.8.1.6 *Modulation du signal E1.* Le signal E1 est une porteuse décalée binaire composite (CBOC) générée en multiplexant un signal de porteuse décalée binaire (BOC) à large bande BOC(6,1) avec un signal à bande étroite BOC(1,1) de manière que 1/11 de la puissance soit attribuée, en moyenne, à la composante à haute fréquence.

Note.— La modulation CBOC est présentée en détail dans l'Appendice B, § 3.1.3.1.1.2.7.

3.7.3.1.3.8.2 *Caractéristiques radioélectriques du signal E5a*

Note.— Des renseignements supplémentaires sur la modulation du signal E5 figurent dans le document European GNSS (Galileo) Open Service Signal-In-Space Interface Control Document (version 2.0), janvier 2021 (ci-après désigné « Galileo OS SIS ICD »).

3.7.3.1.3.8.2.1 *Fréquence porteuse E5a.* Chaque satellite Galileo diffuse le signal E5a à la fréquence porteuse de 1 176,45 MHz en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 72 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.7.3.1.3.8.2.2 *Spectre du signal E5a.* La puissance du signal de Galileo sur E5a doit être contenue dans une bande de 20,460 MHz centrée sur la fréquence de l'E5a.

3.7.3.1.3.8.2.3 *Polarisation du signal E5a.* Le signal radioélectrique E5a est émis à polarisation circulaire droite.

3.7.3.1.3.8.2.4 *Niveau de puissance minimale du signal E5a.* Chaque satellite de Galileo diffuse un signal de navigation E5a avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou davantage, le niveau du signal reçu ne soit pas inférieur à $-155,90$ dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.3.8.2.5 *Niveau de puissance maximale du signal E5a.* Chaque satellite de Galileo diffuse un signal de navigation E5a avec une puissance suffisante pour que le niveau du signal reçu ne dépasse pas $-149,45$ dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi.

3.7.3.1.3.8.2.6 *Modulation du signal E5a.* Le signal E5a est généré par addition modulo 2 du flux de données de navigation du signal E5a avec le code de mesure de distance de la composante données du signal E5a de 10,23 mégachips par seconde (E5a-I), et du code de mesure de distance de la composante pilote du signal E5a de 10,23 mégachips par seconde (E5a-Q).

3.7.3.1.3.8.3 *Caractéristiques radioélectriques du signal E5b*

Note.— Des renseignements supplémentaires sur la modulation du signal E5 figurent dans le document Galileo OS SIS ICD.

3.7.3.1.3.8.3.1 *Fréquence porteuse E5b.* Chaque satellite Galileo diffuse le signal E5b à la fréquence porteuse de 1 207,14 MHz en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

3.7.3.1.3.8.3.2 *Spectre du signal E5b.* La puissance du signal de Galileo sur E5b doit être contenue dans une bande de 20,460 MHz centrée sur la fréquence de l'E5b.

3.7.3.1.3.8.3.3 *Polarisation du signal E5b.* La polarisation du signal E5b transmis est de type circulaire droite.

3.7.3.1.3.8.3.4 *Niveau de puissance minimale du signal E5b.* Chaque satellite de Galileo diffuse un signal de navigation E5b avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou davantage, le niveau du signal reçu ne soit pas inférieur à $-155,90$ dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.3.8.3.5 *Niveau de puissance maximale du signal E5b.* Chaque satellite de Galileo diffuse un signal de navigation E5b avec une puissance suffisante pour que le niveau du signal reçu ne dépasse pas $-149,45$ dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi.

3.7.3.1.3.8.3.6 *Modulation du signal E5b.* Le signal E5b est généré par addition modulo 2 du flux de données de navigation du signal E5b avec le code de mesure de distance de la composante données du signal E5b de 10,23 mégachips par seconde (E5b-I), et du code de mesure de distance de la composante pilote du signal E5b de 10,23 mégachips par seconde (E5b-Q).

3.7.3.1.3.9 *Temps système Galileo.* Le temps système Galileo (GST) est référencé au temps UTC du BIPM (temps UTC du Bureau international des poids et mesures).

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 73 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Note.— Des renseignements supplémentaires sur le temps système Galileo (GST) figurent dans l'Appendice B, § 3.1.3.4.1.

3.7.3.1.3.10 *Système de coordonnées.* Le système de coordonnées de Galileo est le repère de référence terrestre de Galileo (GTRF).

Note.— Des renseignements sur le GTRF sont précisés dans l'Appendice B, § 3.1.3.5.2.

3.7.3.1.3.11 *Données de navigation.* Les données de navigation transmises par chaque satellite comprennent les informations voulues pour déterminer les éléments suivants :

- a) l'instant où le satellite effectue la transmission ;
- b) la position du satellite ;
- c) l'état de fonctionnement du satellite ;
- d) la correction d'horloge du satellite ;
- e) les effets dus au temps de propagation dans l'ionosphère ;
- f) le décalage de temps par rapport au temps UTC ;
- g) l'état de la constellation.

Note.— La structure et la teneur des données sont décrites en détail à l'Appendice B, aux § 3.1.3.1.2 et 3.1.3.1.3 respectivement.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 74 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.7.3.1.4 **Service ouvert du BDS (BDS OS) (B1I, B1C, B2a)**

Note 1.— Les signaux du BDS OS sont diffusés sur trois bandes de fréquence B1I, B1C et B2a. Le BDS OS à fréquence unique est basé sur l'un des signaux B1I, B1C et B2a. Le BDS OS à double fréquence est basé sur une combinaison des signaux B1C et B2a.

Note 2.— Les signaux B1I, B1C et B2a du BDS OS sont diffusés par tous les satellites BDS-3 (BDS de troisième phase) en orbite moyenne terrestre (MEO) et en orbite géosynchrone inclinée (IGSO).

Note 3.— Toutes les spécifications mentionnées dans la présente section sont fondées sur la configuration de la constellation BDS-3 composée de 24 satellites en MEO et de 3 satellites en IGSO.

3.7.3.1.4.1 *Précision du secteur spatial et du secteur de contrôle*

Note.— Les normes de précision suivantes ne comprennent ni les erreurs atmosphériques ni les erreurs du récepteur, comme l'indique le supplément D, § 4.1.4.2. Elles s'appliquent uniquement si le récepteur de l'avion utilise des satellites en état de fonctionner.

3.7.3.1.4.1.1 *Précision en position.* Les erreurs de position du BDS ne doivent pas dépasser les limites ci-dessous :

Signaux	B1I	B1C	B2a	B1C-B2a
Moyenne mondiale du seuil (95 %) :				
Erreur de position horizontale sur une période de mesure de 7 jours	9 m	9 m	9 m	9 m
Erreur de position verticale sur une période de mesure de 7 jours	15 m	15 m	15 m	15 m
Seuil de pire emplacement (95 %) :				
Erreur de position horizontale sur une période de mesure de 7 jours	15 m	15 m	15 m	15 m
Erreur de position verticale sur une période de mesure de 7 jours	22 m	22 m	22 m	22 m

3.7.3.1.4.1.2 *Précision du temps de transfert.* Les erreurs de transfert de temps du BDS OS ne doivent pas excéder 50 nanosecondes, 95 % du temps.

3.7.3.1.4.1.3 *Précision en distance.* Les erreurs de distance du BDS ne doivent pas dépasser les limites ci-dessous :

Signaux	B1I	B1C	B2a	B1C-B2a
Erreur de distance quel que soit le satellite selon les limites de fiabilité spécifiées au § 3.7.3.1.4.3	15 m	15 m	15 m	15 m
95e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite, mesurée sur une période de 7 jours (moyenne mondiale)	4,6 m	4,6 m	4,6 m	4,6 m

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 75 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Signaux	B1I	B1C	B2a	B1C-B2a
95e percentile de l'erreur sur le taux de variation de la distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)	0,02 m/s	0,02 m/s	0,02 m/s	0,02 m/s
95e percentile de l'erreur sur l'accélération, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)	0,008 m/s ²	0,008 m/s ²	0,008 m/s ²	0,008 m/s ²

3.7.3.1.4.2 *Disponibilité.* La disponibilité du BDS OS doit être la suivante :

Signaux	B1I	B1C	B2a	B1C-B2a
Emplacement moyen:				
Disponibilité du service horizontal mesurée sur une période de 7 jours	≥99 % (seuil de 15 m, 95 %)	≥99 % (seuil de 15 m, 95 %)	≥99 % (seuil de 15 m, 95 %)	≥99 % (seuil de 15 m, 95 %)
Disponibilité du service vertical mesurée sur une période de 7 jours	≥99 % (seuil de 22 m, 95 %)	≥99 % (seuil de 22 m, 95 %)	≥99 % (seuil de 22 m, 95 %)	≥99 % (seuil de 22 m, 95 %)
Pire emplacement :				
Disponibilité du service horizontal mesurée sur une période de 7 jours	≥90 % (seuil de 15 m, 95 %)	≥90 % (seuil de 15 m, 95 %)	≥90 % (seuil de 15 m, 95 %)	≥90 % (seuil de 15 m, 95 %)
Disponibilité du service vertical mesurée sur une période de 7 jours	≥90 % (seuil de 22 m, 95 %)	≥90 % (seuil de 22 m, 95 %)	≥90 % (seuil de 22 m, 95 %)	≥90 % (seuil de 22 m, 95 %)

Note.— La disponibilité s'applique si le récepteur de l'aéronef utilise des satellites en état de fonctionner.

3.7.3.1.4.3 *Fiabilité.* La fiabilité du BDS OS par rapport à l'exigence d'une erreur de distance de 15 m indiquée au § 3.7.3.1.4.2 doit se situer dans les limites suivantes :

- a) fiabilité — au moins 99,94 % (moyenne mondiale) ;
- b) fiabilité — au moins 99,79 % (pire moyenne en un point).

Note.— La fiabilité s'applique si le satellite émet une indication de bon fonctionnement.

3.7.3.1.4.4 *Probabilité de défaillance de service majeure*

Note.— Les normes s'appliquent si le satellite émet une indication de bon fonctionnement.

3.7.3.1.4.4.1 *Probabilité d'une défaillance de service majeure (P_{sat}).* La probabilité que l'erreur de distance pour l'utilisateur (URE) du SIS du BDS OS, quel que soit le satellite, soit supérieure au seuil de tolérance sans qu'une alarme soit reçue par l'antenne du récepteur de l'utilisateur au bout de 300 secondes, ne doit pas dépasser 1×10^{-5} .

3.7.3.1.4.4.2 *Probabilité d'une défaillance de service majeure de causes communes (P_{const}).* La probabilité que l'erreur de distance pour l'utilisateur (URE) du SIS du BDS OS, pour deux satellites ou plus, soit supérieure au seuil de tolérance d'une défaillance de causes communes sans qu'une alarme soit reçue par l'antenne du récepteur de l'utilisateur au bout de 300 secondes, ne doit pas dépasser 6×10^{-5} .

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 76 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Note 1.— Pour les signaux B1I, le seuil de tolérance est fixé à 4,42 fois la limite supérieure de la précision de distance pour l'utilisateur (URA) correspondant à la valeur de l'indice URA (URAI) diffusée dans les messages de navigation D1 décrits dans l'Appendice B, § 3.1.4.1.3.1.2.

Note 2.— Pour les signaux B1C et B2a, le seuil de tolérance est fixé à 4,42 fois la valeur de l'indice de précision du SIS calculée suivant la méthode décrite dans l'Appendice B, § 3.1.4.2.5

Note 3.— La mise en correspondance entre l'état du SIS du signal B1I du BDS et les indicateurs du signal B1I du BDS contenus dans le message de données de navigation est spécifiée dans l'Appendice B, § 3.1.4.1.3.1.3. La mise en correspondance entre l'état du SIS du signal B1C et du signal B2a du BDS et les indicateurs du B1C et du B2a du BDS contenus dans le message de données de navigation est spécifiée dans l'Appendice B, § 3.1.4.1.3.2.7.2.

3.7.3.1.4.5 Continuité. La probabilité de perdre la disponibilité du SIS du service ouvert du BDS d'un créneau de la constellation nominale à 27 créneaux en raison d'une interruption imprévue ne doit pas dépasser les limites ci-après :

Signaux	B1I	B1C	B2a
MEO	$2 \times 10^{-3}/h$	$2 \times 10^{-3}/h$	$2 \times 10^{-3}/h$
IGSO	$5 \times 10^{-3}/h$	$2 \times 10^{-3}/h$	$2 \times 10^{-3}/h$

Note.— La continuité s'applique si le satellite émet une indication de bon fonctionnement.

3.7.3.1.4.6 Couverture. Le BDS OS doit couvrir la surface de la Terre jusqu'à une altitude de 1 000 km.

3.7.3.1.4.7 Caractéristiques radioélectriques

Note.— Les caractéristiques radioélectriques détaillées des signaux du BDS OS figurent dans l'Appendice B, § 3.1.4.1.1.

3.7.3.1.4.8 Caractéristiques radioélectriques du signal B1I

3.7.3.1.4.8.1 Fréquence porteuse du signal B1I. Chaque satellite en MEO ou en IGSO du BDS-3 doit diffuser un signal B1I du BDS OS sur la fréquence porteuse de 1 561,098 MHz en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

3.7.3.1.4.8.2 Spectre radioélectrique du signal B1I. La puissance du signal B1I du BDS OS doit être confinée dans une bande de $\pm 2,046$ MHz (1 559,052 – 1 563,144 MHz) centrée sur la fréquence 1 561,098 MHz.

3.7.3.1.4.8.3 Polarisation du signal B1I. La polarisation du signal radioélectrique transmis sur B1I doit être de type circulaire droite.

3.7.3.1.4.8.4 Niveaux de puissance du signal B1I

3.7.3.1.4.8.4.1 Chaque satellite en MEO du BDS-3 diffuse un signal de navigation B1I avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou plus, le niveau du signal reçu soit compris entre –163 et –154,8 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.4.8.4.2 Chaque satellite en IGSO du BDS-3 diffuse un signal de navigation B1I avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou plus, le niveau du signal reçu soit compris entre –163

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 77 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

et –156,5 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.4.8.5 *Modulation du signal B1I.* Le signal B1I du BDS OS est modulé selon la méthode de modulation par déplacement de phase bivalente (BPSK).

3.7.3.1.4.9 *Caractéristiques radioélectriques du signal B1C*

3.7.3.1.4.9.1 *Fréquence porteuse du signal B1C.* Chaque satellite en MEO ou en IGSO du BDS-3 diffuse un signal B1C du BDS OS sur la fréquence porteuse de 1 575,42 MHz en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

3.7.3.1.4.9.2 *Spectre radioélectrique du signal B1C.* La puissance du signal B1C du BDS OS doit être confinée dans une bande de 32,736 MHz centrée sur la fréquence B1C.

3.7.3.1.4.9.3 *Polarisation du signal B1C.* La polarisation du signal radioélectrique transmis sur B1C est de type circulaire droite.

3.7.3.1.4.9.4 *Niveaux de puissance du signal B1C*

3.7.3.1.4.9.4.1 Chaque satellite en MEO du BDS-3 diffuse un signal de navigation B1C avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou plus, le niveau du signal reçu soit compris entre – 159 et – 152,5 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.4.9.4.2 Chaque satellite en IGSO du BDS-3 diffuse un signal de navigation B1C avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou plus, le niveau du signal reçu soit compris entre – 161 et – 153,5 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.4.9.5 *Modulation du signal B1C.* Le signal B1C a deux composantes, la composante de données B1C et la composante pilote B1C. La composante de données B1C est modulée selon la méthode de modulation de porteuse à double décalage (BOC) avec phase sinusoïdale, avec l'addition modulo 2 du code de mesure de distance et des données de navigation. La composante pilote B1C est modulée selon la méthode de modulation de porteuse à double décalage multiplexée en quadrature (QMBOC) avec le code de mesure de distance. Les codes de mesure de distance de la composante de données B1C et de la composante pilote B1C ont la même vitesse de 1,023 mégachips par seconde.

Note.— Des renseignements supplémentaires concernant la modulation du signal B1C figurent dans le document BeiDou Navigation Satellite System Signal In Space Interface Control Document, Open Service Signal B1C (version 1.0), daté de décembre 2017 (ci-après désigné « BDS OS B1C ICD »), section 4.2.

3.7.3.1.4.10 *Caractéristiques radioélectriques du signal B2a*

3.7.3.1.4.10.1 *Fréquence porteuse du signal B2a.* Chaque satellite en MEO ou en IGSO du BDS-3 diffuse un signal B2a du BDS OS sur la fréquence porteuse de 1 176,45 MHz en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

3.7.3.1.4.10.2 *Spectre radioélectrique du signal B2a.* La puissance du signal B2a du BSD OS doit être confinée dans une bande de 20,46 MHz centrée sur la fréquence B2a.

3.7.3.1.4.10.3 *Polarisation du signal B2a.* La polarisation du signal radioélectrique transmis sur B2a est de type circulaire droite.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 78 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.7.3.1.4.10.4 Niveaux de puissance du signal B2a

3.7.3.1.4.10.4.1 Chaque satellite en MEO du BDS-3 diffuse un signal de navigation B2a avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou plus, le niveau du signal reçu soit compris entre – 156 et – 148,5 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.4.10.4.2 Chaque satellite en IGSO du BDS-3 diffuse le signal de navigation B2a avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou plus, le niveau du signal reçu soit compris entre – 158 et – 150,5 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.4.10.5 *Modulation du signal B2a.* Le signal B2a a deux composantes, la composante de données B2a et la composante pilote B2a. La composante de données B2a est modulée selon la méthode de modulation BPSK avec l'addition modulo 2 du code de mesure de distance et des données de navigation. La composante pilote B2a est modulée selon la méthode de modulation BPSK avec le code de mesure de distance. Les codes de mesure de distance de la composante de données B2a et de la composante pilote B2a ont la même vitesse de 10,23 mégachips par seconde.

Note.— Des renseignements supplémentaires concernant la modulation du signal B2a figurent dans le document BeiDou Navigation Satellite System Signal In Space Interface Control Document, Open Service Signal B2a (version 1.0), daté de décembre 2017 (ci-après désigné « BDS OS B2a ICD »), section 4.2.

3.7.3.1.4.11 *Temps BDS.* Le temps BDS (BDT) est exprimé en temps universel coordonné (UTC) déterminé par le National Time Service Centre de la Chinese National Academy of Science.

Note.— Les détails sur le temps BDT sont spécifiés dans l'Appendice B, § 3.1.4.4.

3.7.3.1.9.4.12 *Système de coordonnées.* Le système de coordonnées du BDS est le système de coordonnées du système BeiDou (BDCS).

Note.— Le BDCS est décrit en détail dans l'Appendice B, § 3.1.4.5.

3.7.3.1.4.13 *Données de navigation.* Les données de navigation transmises par chaque satellite comprennent les informations nécessaires pour déterminer les éléments suivants :

- a) l'instant où le satellite effectue la transmission ;
- b) la position du satellite ;
- c) l'état de fonctionnement du satellite ;
- d) la correction d'horloge du satellite ;
- e) les effets dus au temps de propagation ;
- f) le décalage de temps par rapport au temps UTC ;
- g) l'état de la constellation.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 79 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.7.3.2 (Réservé)

3.7.3.3 **Système de renforcement embarqué (ABAS)**

3.7.3.3.1 *Performances.* Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que l'ensemble constitué, d'une part, du système ABAS et d'une ou de plusieurs constellations satellitaires de base, et, d'autre part, d'un récepteur GNSS et d'un système de bord exempts de défauts et permettant d'exploiter l'ABAS, répond aux exigences de précision, d'intégrité, de continuité et de disponibilité énoncées au § 3.7.2.4 pour l'opération considérée.

Note.— Pour les récepteurs GNSS utilisant le système ABAS, les spécifications relatives à la protection contre le brouillage, telles qu'elles sont indiquées au § 3.7.4, s'appliquent.

3.7.3.3.2 *Contrôle autonome avancé de l'intégrité par le récepteur (ARAIM).* Si la fonction ABAS met en œuvre l'ARAIM en utilisant des données d'intégrité (ISD), la fonction doit satisfaire aux exigences énoncées dans l'Appendice B, section 3.4.1.

3.7.3.4 **Système de renforcement satellitaire (SBAS)**

Note.— Tous les systèmes SBAS doivent satisfaire aux spécifications de la présente section et à celles de l'Appendice B, § 3.5, sauf lorsqu'une condition particulière est indiquée, comme la fourniture de fonctions facultatives.

3.7.3.4.1 *Performances.* L'ensemble constitué, d'une part, du système SBAS et d'un ou de plusieurs autres éléments du GNSS, et, d'autre part, d'un récepteur exempt de défauts, doit répondre aux spécifications de précision, d'intégrité, de continuité et de disponibilité énoncées au § 3.7.2.4 pour les divers types d'opérations, dans toute la zone de service correspondante (voir § 3.7.3.4.4).

Note.— Le SBAS complète la ou les constellations satellitaires de base, puisqu'il accroît la précision, l'intégrité, la continuité et la disponibilité des signaux de navigation dans les zones de service, lesquelles comprennent généralement plusieurs aéroports.

3.7.3.4.1.1 L'ensemble constitué, d'une part, du système SBAS et d'un ou de plusieurs autres éléments du GNSS et, d'autre part, d'un récepteur exempt de défauts, doit répondre à toutes les spécifications d'intégrité des signaux électromagnétiques énoncées au § 3.7.2.4, dans toute la zone de couverture du SBAS.

Note.— Dans le cas du SBAS L1, les messages de type 27 ou 28 sont utilisés pour satisfaire aux spécifications d'intégrité dans la zone de couverture. Voir l'Appendice B, § 3.5.7.4.7. Des éléments supplémentaires sur la justification et l'interprétation de cette spécification figurent dans le supplément D, § 3.3 et 6.2.3.

3.7.3.4.2 Fonctions. Le SBAS doit assurer une ou plusieurs des fonctions suivantes :

a) *mesure de distance SBAS L1* : fournir un signal de mesure de distance L1 supplémentaire assorti d'un indicateur de précision transmis par un satellite SBAS (§ 3.7.3.4.3 et Appendice B, § 3.5.7.2) ;

b) *état des satellites GNSS SBAS L1* : déterminer et transmettre l'état des satellites GNSS (Appendice B, § 3.5.7.3) ;

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 80 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

c) *correction différentielle de base SBAS L1* : fournir les corrections d'éphémérides des satellites GNSS et d'horloge (à court ou à long terme) à appliquer aux mesures de pseudodistance L1 effectuées par les satellites (Appendice B, § 3.5.7.4) ;

d) *correction différentielle précise SBAS L1* : déterminer et transmettre les corrections ionosphériques L1 et les données d'intégrité correspondantes (Appendice B, § 3.5.7.5). ;

e) *mesure de distance SBAS multiconstellations double fréquence (DFMC)* : fournir un moyen supplémentaire de mesure de distance sans le retard ionosphérique en utilisant les signaux L1 et L5 de satellites SBAS (Appendice B, § 3.5.14.2) ;

f) *correction différentielle sans le retard ionosphérique SBAS DFMC* : déterminer et transmettre l'état des satellites GNSS, les corrections d'éphémérides des satellites et d'horloge à appliquer aux mesures de pseudodistance sans le retard ionosphérique effectuées par les satellites (Appendice B, § 3.5.14.3) ainsi que les données d'intégrité correspondantes.

Note 1.— Pour les utilisateurs d'une seule fréquence, si les fonctions b) et c) sont assurées, l'ensemble composé du SBAS et de la ou des constellations satellitaires de base peut prendre en charge les types d'opérations « départ », « en route », « région terminale » et « approche classique », et si la fonction d) est elle aussi assurée, le SBAS peut alors également prendre en charge les approches de précision, y compris celles de catégorie I. Le niveau de performance qu'il est possible d'obtenir dépend de l'infrastructure incorporée dans le SBAS et des conditions ionosphériques dans les régions géographiques visées.

Note 2.— Pour les utilisateurs de deux fréquences, si la fonction f) est assurée, l'ensemble composé du SBAS et de la ou des constellations satellitaires de base peut prendre en charge les types d'opérations « départ », « en route », « région terminale », « approche classique » et « approche de précision », y compris celles de catégorie I.

Note 3.— Pour assurer la fonction e), le SBAS doit produire un signal L1 qui répond aux spécifications relatives aux mesures de distance sans le retard ionosphérique utilisant les mesures de pseudodistance L1 et L5.

Note 4.— Les corrections ionosphériques sont transmises seulement sur la fréquence L1. Les utilisateurs de deux fréquences feront appel aux mesures de pseudodistance sans le retard ionosphérique et n'auront pas besoin de telles corrections. La combinaison de pseudodistances sans le retard ionosphérique SBAS DFMC est définie plus avant à l'Appendice B, § 3.5.15.1.

3.7.3.4.3 Mesure de distance. Lorsque le SBAS assure un service de télémétrie, les spécifications suivantes s'appliquent :

3.7.3.4.3.1 Compte non tenu des effets atmosphériques, la contribution des satellites SBAS à l'erreur de mesure de distance ne doit pas dépasser 25 m (82 ft) (95 %).

3.7.3.4.3.2 La probabilité pour que l'erreur en distance SBAS L1 excède 150 m (490 ft) au cours d'une heure ne doit pas dépassera 10^{-5} .

3.7.3.4.3.3 La probabilité de défaillance de la fonction de mesure de distance d'un satellite SBAS ne doit pas excéder 10^{-3} .

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 81 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.7.3.4.3.4 L'erreur sur le taux de variation de la distance ne doit pas dépasser 2 m/s (6,6 ft).

3.7.3.4.3.5 L'erreur sur l'accélération ne doit pas dépasser 0,019 m/s² (0,06 ft).

3.7.3.4.4 *Zone de service.* Une zone de service SBAS pour tout type d'opérations approuvées doit être une zone déclarée à l'intérieur de la zone de couverture du SBAS, dans laquelle le SBAS est conforme aux spécifications correspondantes du § 3.7.2.4.

Note 1.— Un système SBAS peut avoir différentes zones de service qui correspondent à différents types d'opérations (p. ex. opérations APV-I, catégorie I, etc.).

Note 2.— La zone de couverture est la zone dans laquelle il est possible de recevoir les diffusions du SBAS (c'est-à-dire les empreintes combinées des satellites SBAS).

Note 3.— Les zones de couverture et les zones de service du SBAS sont expliquées au supplément D, § 6.2.

3.7.3.4.5 *Caractéristiques radioélectriques du signal SBAS L1*

Note.— Les caractéristiques radioélectriques détaillées du signal L1 se trouvent à l'Appendice B, § 3.5.2 2.

3.7.3.4.5.1 *Fréquence porteuse L1.* La fréquence porteuse L1 doit être 1 575,42 MHz.

3.7.3.4.5.2 *Spectre radioélectrique L1.* Au moins 95 % de la puissance de diffusion du signal L1 doit être confinée dans une bande de ± 12 MHz centrée sur la fréquence L1. La largeur de bande du signal L1 émis par un satellite SBAS donné doit être d'au moins 2,2 MHz.

Note.— La liaison RF SBAS L1 doit offrir une plus grande largeur de bande de transmission pour permettre la valeur de précision des mesures de distance du SBAS indiquée dans l'Appendice B, § 3.5.15.4.1, pour ce qui est du service SBAS DFM-C. Une plus grande largeur de bande de transmission améliorera les performances du service de mesure de distance SBAS L1. Voir le supplément D, § 6.4.6.

3.7.3.4.5.3 *Niveau de puissance du signal SBAS L1*

3.7.3.4.5.3.1 Chaque satellite SBAS mis en orbite avant le 1^{er} janvier 2014 doit diffuser les signaux de navigation sur la fréquence L1 avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou davantage, le niveau du signal reçu soit compris entre -161 et -153 dBW à la borne d'une antenne à polarisation rectiligne présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.4.5.3.2 Chaque satellite SBAS diffusant un signal SBAS L1 mis en orbite après le 31 décembre 2013 doit se conformer aux dispositions ci-après :

a) Le satellite doit diffuser les signaux de navigation sur la fréquence L1 avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé à l'angle de site minimal ou à un angle supérieur pour lesquels un signal d'un satellite géostationnaire (GEO) pouvant être suivi doit être fourni, le niveau du signal reçu soit d'au moins $-164,0$ dBW à la borne de l'antenne indiquée au tableau B-88A de l'Appendice B.

b) L'angle de site minimal utilisé pour déterminer la couverture GEO doit être d'au moins 5 degrés pour un

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 82 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

utilisateur à proximité du sol.

- c) Le niveau du signal reçu du SBAS sur la fréquence L1 à la borne d'une antenne présentant un gain de 0 dBic située à proximité du sol ne doit pas dépasser $-152,5$ dBW.
- d) L'ellipticité du signal L1 ne doit pas être inférieure à 2 dB pour une gamme d'écart angulaire de $\pm 9,1^\circ$ à partir de l'axe de pointage.

3.7.3.4.5.4 *Polarisation.* Le signal émis sur la fréquence L1 doit être à polarisation circulaire droite.

3.7.3.4.5.5 *Modulation.* La séquence transmise sur la fréquence L1 doit être composée de l'addition modulo 2 du message de navigation à 500 symboles par seconde et du code pseudo-aléatoire d'une longueur de 1 023 bits. Elle doit subir une modulation BPSK à 1,023 mégachip par seconde.

3.7.3.4.6 *Caractéristiques radioélectriques du signal SBAS L5*

Note.— Les caractéristiques radioélectriques détaillées du signal L5 se trouvent à l'Appendice B, § 3.5.9.

3.7.3.4.6.1 *Fréquence porteuse L5.* La fréquence porteuse L5 doit être 1 176,45 MHz.

3.7.3.4.6.2 *Spectre radioélectrique du signal L5.* Au moins 95 % de la puissance de diffusion du signal L5 doit être confinée dans une bande centrée sur la fréquence L5 et entre 20 MHz et 24 MHz.

3.7.3.4.6.3 *Niveau de puissance du signal SBAS L5.* Chaque satellite DFMC diffusant un signal SBAS L5 doit être conforme aux dispositions supplémentaires ci-après :

- a) Le satellite doit diffuser les signaux de navigation sur la fréquence L5 avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé à l'angle de site minimal ou à un angle supérieur pour lesquels un signal pouvant être suivi doit être fourni, le niveau du signal reçu soit d'au moins -158 dBW à la sortie d'une antenne à polarisation rectiligne présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.
- b) L'angle de site minimal utilisé pour déterminer la couverture du satellite du SBAS doit être d'au moins 5 degrés pour un utilisateur à proximité du sol.
- c) Le niveau d'un signal reçu du SBAS sur la fréquence L5 à la sortie d'une antenne à polarisation circulaire droite présentant un gain de 0 dBic et située à proximité du sol ne doit pas dépasser $-150,5$ dBW.
- d) L'ellipticité du signal L5 diffusé ne doit pas être inférieure à 2 dB pour une gamme d'écart angulaire de $\pm 9,1^\circ$ à partir de l'axe de pointage.

Note.— Le niveau du signal reçu visé aux alinéas a) et c) est mesuré à l'intérieur d'une bande de fréquences de ± 10 MHz centrée sur la fréquence L5.

3.7.3.4.6.4 *Polarisation.* Le signal émis sur la fréquence L5 doit être à polarisation circulaire droite.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 83 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.7.3.4.6.5 *Modulation.* La séquence transmise sur la fréquence L5 en phase doit être le résultat des 250 bits du message de navigation avec correction d'erreur sans circuit de retour (FEC) appliqués à raison de 500 symboles par seconde, qui est par la suite codé en bi-binaire et, en dernier, combiné au code pseudo-aléatoire d'une longueur de 10 230 bits en utilisant une addition modulo 2. La séquence résultante doit être ensuite soumise à une modulation BPSK à 10,23 mégachips par seconde.

Note.— Les caractéristiques détaillées de la modulation du signal L5 sont précisées à l'Appendice B, § 3.5.9.

3.7.3.4.7 *Synchronisation*

3.7.3.4.7.1 *Temps* réseau SBAS (SNT) L1.* L'écart entre le temps SBAS des corrections du SBAS transmises sur la fréquence L1 et le temps GPS ne doit pas dépasser 50 nanosecondes.

3.7.3.4.7.2 *Temps réseau SBAS (SNT) DFMC.* L'écart entre le temps des corrections du SBAS transmises sur la fréquence L5 et le temps de référence de la constellation de base désignée comme étant la constellation de référence (voir le paramètre « identificateur de référence temporelle » à l'Appendice B, § 3.5.11.4, transmis par le SBAS DFMC) ne doit pas dépasser 1 microseconde.

3.7.3.4.8 *Données de navigation SBAS L1.* Les données de navigation transmises sur la fréquence L1 par un satellite du SBAS doivent comprendre les informations nécessaires pour permettre aux services SBAS L1 de déterminer :

- a) l'instant où le satellite SBAS effectue la transmission ;
- b) la position du satellite SBAS ;
- c) le temps corrigé de tous les satellites ;
- d) la position corrigée de tous les satellites ;
- e) les effets dus au temps de propagation dans l'ionosphère ;
- f) l'intégrité de la position de l'utilisateur ;
- g) le décalage de temps par rapport au temps UTC (facultatif) ;
- h) l'état du système.

Note.— La structure et le contenu des messages de navigation sont précisés à l'Appendice B, aux § 3.5.3 et 3.5.4 respectivement.

3.7.3.4.9 *Données de navigation SBAS DFMC.* Les données de navigation transmises sur la fréquence L5 par un satellite du SBAS comprendront les informations nécessaires pour permettre aux services SBAS DFMC de déterminer :

- a) l'instant où le satellite SBAS effectue la transmission ;
- b) la position du satellite SBAS ;

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 84 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

- c) le temps corrigé de tous les satellites contrôlés ;
- d) la position corrigée de tous les satellites contrôlés ;
- e) l'intégrité de la position de l'utilisateur ;
- f) le décalage de temps par rapport au temps UTC (facultatif).

Note.— La structure et le contenu des messages de navigation sont précisés à l'Appendice B, aux § 3.5.10 et 3.5.11, respectivement.

3.7.3.5 **Système de renforcement au sol (GBAS) et système régional de renforcement au sol (GRAS)**

3.7.3.5.1 *Performances.* L'ensemble constitué, d'une part, du système GBAS et d'un ou de plusieurs autres éléments du GNSS, et, d'autre part, d'un récepteur GNSS exempt de défauts, doit répondre aux exigences de précision, d'intégrité, de continuité et de disponibilité énoncées au § 3.7.2.4 pour le type d'opération considéré, dans le volume de service utilisé pour prendre en charge l'opération et défini au § 3.7.3.5.3.

Note.— Le GBAS est destiné à prendre en charge tous les types d'opérations (approche, atterrissage, décollage guidé, départ et opérations à la surface) et peut appuyer les opérations en route et en région terminale. Le GRAS est prévu pour les opérations en route et en région terminale, et les opérations d'approche classique, de départ et d'approche avec guidage vertical. Les spécifications qui suivent ont été élaborées pour toutes les catégories d'approche de précision, les approches avec guidage vertical et le service de localisation GBAS.

3.7.3.5.2 *Fonctions.* Le GBAS doit assurer les fonctions suivantes :

- a) fournir des corrections de pseudodistance pertinentes au niveau local ;
- b) fournir des données sur le GBAS ;
- c) fournir des données sur le segment d'approche finale lorsqu'il prend en charge les approches de précision ;
- d) fournir des données sur la disponibilité prévue des sources de mesure de distance ;
- e) assurer le contrôle de l'intégrité des sources de mesure de distance du GNSS.

3.7.3.5.3 *Volume de service*

3.7.3.5.3.1 *Spécification générale pour les services d'approche.* Le volume de service minimal pour les approches GBAS doit être celui qui est indiquée ci-dessous, sauf lorsque les caractéristiques topographiques imposent d'autres conditions ou que les besoins opérationnels permettent un volume de service différent

- a) latéralement : à partir de 140 m (450 ft) de chaque côté du point de seuil à l'atterrissage/point de seuil fictif (LTP/FTP), en s'éloignant suivant un angle de ± 35 degrés de chaque côté de la trajectoire d'approche finale, jusqu'à 28 km (15 NM), puis de ± 10 degrés jusqu'à 37 km (20 NM) ;
- b) verticalement : à l'intérieur de la zone définie ci-dessus, jusqu'à un angle de site de 7 degrés ou 1,75 fois la valeur publiée de l'angle de site de l'alignement de descente (GPA) au-dessus de l'horizontale (la plus grande de ces deux valeurs ayant préséance), depuis le point d'interception de l'alignement de descente (GPIP) jusqu'à une limite supérieure de 3 000 m (10 000 ft) au-dessus du seuil (HAT) et 0,45 fois le GPA au-dessus de l'horizontale ou un angle du même ordre de grandeur (non inférieur toutefois à 0,30 GPA), selon le cas, afin de respecter la procédure officielle

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 85 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

relative à l'interception de l'alignement de descente. La limite inférieure est la moitié de la hauteur de décision la plus faible prise en charge ou 3,7 m (12 ft), si cette dernière valeur est plus élevée.

Note 1.— Les points LTP/FTP et GPIIP sont définis à l'Appendice B, § 3.6.4.5.1.

Note 2.— Le Supplément D, § 7.3, contient des éléments indicatifs sur le volume de service d'approche.

3.7.3.5.3.2 Services d'approche prenant en charge l'atterrissage automatique et le décollage guidé. Le volume de service GBAS supplémentaire minimal pour prendre en charge les opérations d'approche qui comprennent un atterrissage et un roulement automatiques, y compris pendant le décollage guidé, doit être comme suit, sauf lorsque les exigences opérationnelles le permettent :

- a) horizontalement, dans un secteur couvrant la largeur de la piste, qui part de l'extrémité aval de la piste et s'étend parallèlement à l'axe de piste vers le LTP jusqu'au volume de service minimal décrit au § 3.7.3.5.3.1 ;
- b) verticalement, entre deux surfaces horizontales, l'une à 3,7 m (12 ft) et l'autre à 30 m (100 ft) au-dessus de l'axe de piste jusqu'au volume de service minimal décrit au § 3.7.3.5.3.1.

Note.— Le Supplément D, § 7.3, contient des éléments indicatifs sur le volume de service d'approche.

3.7.3.5.3.3 Service de localisation GBAS. Le volume de service du service de localisation GBAS doit être la zone où les données diffusées peuvent être captées et où le service de localisation satisfait aux spécifications du § 3.7.2.4 et prend en charge les opérations approuvées correspondantes.

Note.— Le Supplément D, § 7.3, contient des éléments indicatifs sur le volume de service du service de localisation.

3.7.3.5.4 Caractéristiques de la diffusion des données

Note.— Les caractéristiques radioélectriques se trouvent à l'Appendice B, § 3.6.2.

3.7.3.5.4.1 Fréquence porteuse. Les fréquences utilisées pour la diffusion des données doivent être choisies dans la bande 108 – 117,975 MHz. La fréquence assignable la plus basse doit être 108,025 MHz et la plus haute doit être 117,950 MHz. La séparation entre les fréquences assignables (espacement entre les canaux) doit être de 25 kHz.

Note.— Le Manuel relatif aux besoins de l'aviation civile en matière de spectre radioélectrique (Doc 9718 de l'OACI, Volume II) contient des éléments indicatifs sur l'assignation de fréquences pour les systèmes ILS/VOR/GBAS, ainsi que sur les critères de séparation géographique.

3.7.3.5.4.2 Technique d'accès. La technique utilisée doit être une technique d'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) avec une structure de trame fixe. De 1 à 8 créneaux doivent être affectés à la diffusion des données.

Note.— Deux créneaux sont nominalement affectés à la diffusion des données, mais certaines installations GBAS qui emploient des antennes de diffusion de données VHF (VDB) multiples pour améliorer la couverture VDB peuvent en exiger plus. On trouvera au Supplément D, § 7.12.4, des éléments indicatifs sur l'utilisation des antennes multiples. Certaines stations émettrices GBAS d'un GRAS pourraient utiliser un créneau temporel.

3.7.3.5.4.3 Modulation. Les données GBAS doivent être transmises sous forme de symboles de 3 bits, la porteuse étant modulée en D8PSK, à raison de 10 500 symboles par seconde.

3.7.3.5.4.4 Intensité et polarisation du champ RF de diffusion des données

Note 1.— Le GBAS peut assurer la diffusion des données VHF avec une polarisation horizontale (GBAS/H) ou une polarisation elliptique (GBAS/E) qui utilise à la fois la composante à polarisation horizontale (HPOL) et la composante à polarisation verticale (VPOL). Les aéronefs qui emploient la composante VPOL ne pourront pas utiliser l'équipement GBAS/H pour les opérations. Le Supplément D, § 7.1, contient les éléments indicatifs à ce sujet.

Note 2.— Les intensités de champ minimales et maximales correspondent à une distance minimale de 80 m (263 ft) de l'antenne émettrice, pour une portée de 43 km (23 NM).

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 86 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Note 3. — Lors de la prise en charge de services d'approche aux aéroports où l'implantation des antennes VDB se heurte à des contraintes, il est acceptable d'ajuster le volume de service lorsque les exigences opérationnelles le permettent (comme il est indiqué aux § 3.7.3.5.3.1 et 3.7.3.5.3.2 sur les définitions du volume de service). Ces ajustements du volume de service peuvent être acceptables du point de vue opérationnel lorsqu'ils n'ont pas d'incidences sur le service GBAS en dehors d'un rayon de 80 m autour de l'antenne VDB, en supposant une puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) nominale de 47dBm (Supplément D, Tableau D-3).

3.7.3.5.4.4.1 GBAS/H

3.7.3.5.4.4.1.1 Un signal à polarisation horizontale doit être diffusé.

3.7.3.5.4.4.1.2 La puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) doit fournir un signal à polarisation horizontale ayant un champ minimal de 215 $\mu\text{V/m}$ (-99 dBW/m^2) et un champ maximal de 0,879 V/m (-27 dBW/m^2) dans le volume de service GBAS spécifié au § 3.7.3.5.3.1. L'intensité du champ doit être mesurée sous forme de moyenne pendant la période du champ synchronisation et levée de l'ambiguïté de la rafale. Dans le volume de service GBAS supplémentaire spécifié au § 3.7.3.5.3.2, la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) doit fournir un signal à polarisation horizontale ayant une intensité de champ minimale de 215 $\mu\text{V/m}$ (-99 dBW/m^2) entre 12 ft et 36 ft au-dessus de la surface de la piste, et de 650 $\mu\text{V/m}$ ($-89,5 \text{ dBW/m}^2$) à partir 36 ft au-dessus de la surface de la piste.

Note.— Le Supplément D, § 7.3, contient des éléments indicatifs sur le volume de service d'approche.

3.7.3.5.4.4.2 GBAS/E

3.7.3.5.4.4.2.1 Dans la mesure du possible, un signal à polarisation elliptique devrait être diffusé.

3.7.3.5.4.4.2.2 Lorsqu'un signal à polarisation elliptique est diffusé, la composante horizontale doit être conforme aux spécifications du § 3.7.3.5.4.4.1.2 et la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) doit fournir un signal à polarisation verticale ayant un champ minimal de 136 $\mu\text{V/m}$ (-103 dBW/m^2) et un champ maximal de 0,555 volt par mètre (-31 dBW/m^2) dans le volume de service GBAS. L'intensité du champ doit être mesurée sous forme de moyenne pendant la période du champ synchronisation et levée de l'ambiguïté de la rafale.

3.7.3.5.4.5 *Puissance transmise dans les canaux adjacents.* Quelles que soient les conditions d'utilisation, la puissance transmise dans une bande de 25 kHz centrée sur l'*i*^{ème} canal adjacent ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 3.7.3.5-1 (situé à la fin de la section 3.7).

3.7.3.5.4.6 *Rayonnements non désirés.* Les rayonnements non désirés, notamment les rayonnements non essentiels et les rayonnements provenant des émissions hors bande, doivent être conformes aux niveaux indiqués dans le Tableau 3.7.3.5-2 (situé à la fin de la section 3.7). La puissance totale dans tout signal VDB harmonique ou discret ne doit pas dépasser -53 dBm .

3.7.3.5.5 *Données de navigation.* Les données de navigation transmises par le GBAS doivent contenir les informations suivantes :

- a) corrections de pseudodistance, temps de référence et données d'intégrité ;
- b) données sur le GBAS ;
- c) données relatives au segment d'approche finale quand les approches de précision sont prises en charge ;
- d) données relatives à la disponibilité prévue des sources de mesure de distance.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 87 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Note.— La structure et le contenu des messages de navigation sont précisés à l'Appendice B, § 3.6.3.

3.7.3.6 Récepteur GNSS embarqué

3.7.3.6.1 Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que le récepteur GNSS embarqué traite les signaux émis par les éléments du GNSS avec lesquels il interagit, conformément à l'Appendice B, § 3.1.1 (GPS), 3.1.2 (GLONASS), 3.1.3 (Galileo), 3.1.4 (BDS), 3.3 (ensemble de constellations satellitaires de base), 3.4 (ABAS), 3.5 (SBAS) et 3.6 (GBAS et GRAS).

3.7.4 Protection contre le brouillage

3.7.4.1 En situation de brouillage répondant à la description donnée à l'Appendice B, § 3.7, constaté par les fournisseurs de services de navigation, ceux-ci :

- a) doivent informer les exploitants d'aéronef de cette situation ;
- b) doivent s'assurer que le GNSS est conforme aux critères de performance définis au § 3.7.2.4 et à l'Appendice B, § 3.7 et en informeront les exploitants d'aéronef.

Note.— Les éléments du GNSS exploités dans les bandes de fréquences 1 164 – 1 215 MHz et 1 559 – 1 610 MHz sont classés par l'UIT dans « service de radionavigation par satellite (RNSS) ». Ces bandes de fréquences comportent aussi une attribution mondiale au « service de radionavigation aéronautique (ARNS) ». Ces deux services appliqués au domaine aéronautique sont considérés comme des « services de sécurité », et bénéficient d'une protection spéciale de la partie du spectre qu'ils utilisent en vertu du Règlement des radiocommunications de l'UIT. Afin qu'ils puissent répondre aux critères de performance relatifs au guidage d'approche de précision que doivent assurer le GNSS et ses systèmes de renforcement, il est entendu que le RNSS et l'ARNS seront, à l'échelle mondiale, les seuls services à utiliser les bandes 1 164 – 1 215 MHz et 1 559 – 1 610 MHz, et que les émissions provenant des systèmes exploitant ces bandes et les bandes de fréquences adjacentes seront strictement contrôlées par les organismes nationaux ou internationaux.

3.7.5 Base de données

Note.— Les RAS 04, RAS 11, RAS 14 et RAS 15, contiennent les spécifications applicables aux données aéronautiques et aux systèmes de navigation informatiques.

3.7.5.1 Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que l'équipement GNSS embarqué utilisant une base de données permet :

- a) la mise à jour des données de navigation contenues dans cette base ;
- b) la détermination, dans le cadre de la régularisation et du contrôle de la diffusion des renseignements aéronautiques (AIRAC), des dates d'entrée en vigueur de la base de données aéronautique.

Note.— Le Supplément D, § 13), contient des éléments indicatifs relatifs à la nécessité des bases de données de navigation à jour dans les équipements GNSS embarqués.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 89 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Approche de précision de catégorie I	40 m (130 ft)	35 m à 10 m ((115 ft à 33 ft))
--------------------------------------	------------------	-----------------------------------

3. Les spécifications relatives à la précision et au délai d'alarme supposent l'utilisation d'un « récepteur exempt de défauts ».
4. Les spécifications de continuité pour les opérations « en route », « région terminale », « approche initiale », « approche classique » et « départ » sont des plages de valeurs, car ces spécifications dépendent de plusieurs facteurs, notamment le type d'opération considéré, la densité de la circulation, la complexité de l'espace aérien et la disponibilité d'autres aides à la navigation. La valeur inférieure de chaque plage correspond à la spécification minimale applicable aux zones à faible densité de circulation et à espace aérien peu complexe. La valeur supérieure correspond aux zones où la circulation est dense et l'espace aérien complexe (voir Supplément D, § 3.4.2). Les spécifications de continuité pour les opérations APV et de catégorie I s'appliquent au risque moyen (dans le temps) de perdre le service, le temps d'exposition étant normalisé à 15 s (voir Supplément D, § 3.4.3).
5. Le tableau donne également des plages de valeurs pour les spécifications de disponibilité, car celles-ci dépendent des besoins opérationnels, lesquels reposent sur différents facteurs, notamment la fréquence des opérations, les conditions climatiques, l'importance et la durée des interruptions de service, la disponibilité d'autres aides à la navigation, la couverture radar, la densité de la circulation ou encore les procédures de repli. La valeur inférieure de chaque plage correspond au seuil à partir duquel un système peut être considéré comme utilisable, sans pouvoir remplacer toutefois les aides à la navigation non GNSS. Les valeurs supérieures indiquées pour la navigation en route sont celles pour lesquelles le GNSS peut être la seule aide fournie. Les valeurs supérieures indiquées pour l'approche et le départ découlent des impératifs de disponibilité des aéroports à forte densité de circulation, en supposant que le système est utilisé pour les opérations de décollage et d'atterrissage multipistes et qu'il existe des procédures de repli qui en assurent la sécurité (voir Supplément D, § 3.5).
6. Une plage de valeurs est donnée pour l'approche de précision de catégorie I. La valeur de 4,0 m (13 ft) est fondée sur les spécifications relatives à l'ILS et est une dérivation prudente de ces spécifications (voir le Supplément D, § 3.2.7).
7. Les critères de performance du GNSS prévus pour prendre en charge les approches de précision de catégorie II ou III sont encore à l'étude et seront intégrés ultérieurement au présent document requièrent la spécification, dans l'appendice technique (Appendice B, § 3.6), de critères de plus bas niveau à appliquer en plus des spécifications relatives aux signaux électromagnétiques (voir Supplément D, § 7.5).
8. Les termes APV-I et APV-II désignent deux niveaux d'approche et d'atterrissage avec guidage vertical au GNSS et ils ne seront pas nécessairement utilisés en exploitation.

Tableau 3.7.3.5-1. Diffusion GBAS — Puissance transmise dans les canaux adjacents

Canal	Puissance relative	Puissance maximale
1 ^{er} canal adjacent	–40 dBc	12 dBm
2 ^e canal adjacent	–65 dBc	–13 dBm
4 ^e canal adjacent	–74 dBc	–22 dBm
8 ^e canal adjacent	–88,5 dBc	–36,5 dBm
16 ^e canal adjacent	–101,5 dBc	–49,5 dBm
32 ^e canal adjacent	–105 dBc	–53 dBm
64 ^e canal adjacent	–113 dBc	–61 dBm
76 ^e canal adjacent et suivants	–115 dBc	–63 dBm

NOTES.—

1. La puissance maximale s'applique si la puissance d'émission autorisée dépasse 150 W.
2. Les points adjacents désignés par les canaux adjacents indiqués ci-dessus sont liés par une relation linéaire.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 90 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

Tableau 3.7.3.5-2. Diffusion GBAS — Rayonnements non désirés

Fréquence	Niveau relatif des rayonnements non désirés (Note 2)	Niveau maximal des rayonnements non désirés (Note 1)
9 kHz à 150 kHz	–93 dBc (Note 3)	–55 dBm/1 kHz (Note 3)
150 kHz à 30 MHz	–103 dBc (Note 3)	–55 dBm/10 kHz (Note 3)
30 MHz à 106,125 MHz	–115 dBc	–57 dBm/100 kHz
106,425 MHz	–113 dBc	–55 dBm/100 kHz
107,225 MHz	–105 dBc	–47 dBm/100 kHz
107,625 MHz	–101,5 dBc	–53,5 dBm/10 kHz
107,825 MHz	–88,5 dBc	–40,5 dBm/10 kHz
107,925 MHz	–74 dBc	–36 dBm/1 kHz
107,9625 MHz	–71 dBc	–33 dBm/1 kHz
107,975 MHz	–65 dBc	–27 dBm/1 kHz
118,000 MHz	–65 dBc	–27 dBm/1 kHz
118,0125 MHz	–71 dBc	–33 dBm/1 kHz
118,050 MHz	–74 dBc	–36 dBm/1 kHz
118,150 MHz	–88,5 dBc	–40,5 dBm/10 kHz
118,350 MHz	–101,5 dBc	–53,5 dBm/10 kHz
118,750 MHz	–105 dBc	–47 dBm/100 kHz
119,550 MHz	–113 dBc	–55 dBm/100 kHz
119,850 MHz à 1 GHz	–115 dBc	–57 dBm/100 kHz
1 GHz à 1,7 GHz	–115 dBc	–47 dBm/1 MHz

NOTES.—

1. Le niveau maximal (puissance absolue) des rayonnements non désirés s'applique si la puissance d'émission autorisée dépasse 150 W.
2. Le niveau relatif des rayonnements non désirés doit être calculé en utilisant la même largeur de bande pour les signaux désirés et les signaux non désirés. Il peut être nécessaire de convertir les mesures des signaux non désirés effectuées en utilisant la largeur de bande indiquée dans la colonne « niveau maximal des rayonnements non désirés » du présent tableau.
3. Cette valeur est dictée par les limites de mesure. Les performances obtenues en situation réelle devraient être meilleures.
4. Les points adjacents désignés par les canaux adjacents indiqués ci-dessus sont liés par une relation linéaire.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 91 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

3.8 [Réservé]

3.9 Caractéristiques de système des systèmes récepteurs ADF de bord

3.9.1 Précision des indications de relèvement

3.9.1.1 Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que l'erreur dans l'indication de relèvement fournie par le système de radiogoniométrie automatique n'est pas supérieure à $\pm 5^\circ$ pour un signal d'entrée venant de n'importe quelle direction et ayant une intensité de champ égale ou supérieure à $70 \mu\text{V/m}$, rayonnée par un NDB ou une radiobalise LF/MF fonctionnant dans les limites des tolérances admises par ce RAS, lorsqu'il existe également un signal inutile dont la direction est perpendiculaire à celle du signal utile et :

- a) qui est émis sur la même fréquence et de 15 dB plus faible ; ou
- b) qui est éloigné de $\pm 2 \text{ kHz}$ et de 4 dB plus faible ; ou
- c) qui est éloigné de $\pm 6 \text{ kHz}$ ou plus et de 55 dB plus fort.

Note.— L'erreur d'indication de relèvement citée ci-dessus ne comprend pas l'erreur du compas magnétique de bord.

3.10 [Réservé]

3.11 Caractéristiques du système d'atterrissage hyperfréquences (MLS) [Réservé]

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Chapitre 3 Page 92 de 93 Edition 2 Date Octobre 2023
--	--	--

TABLEAU A – Répartition et appariement des canaux pour les combinaisons DME/VOR et DME/ILS

Appariement des canaux		Paramètres DME			
		Interrogation		Réponse	
DME	Fréquence VHF	Fréquence	Code de modulation d'impulsions	Fréquence	Code de modulation d'impulsions
N°	MHz	MHz	µs	MHz	µs
ILS					
18X	108,10	1042	12	979	12
20X	108,30	1044	12	981	12
22X	108,50	1046	12	983	12
24X	108,70	1048	12	985	12
26X	108,90	1050	12	987	12
28X	109,10	1052	12	989	12
30X	109,30	1054	12	991	12
32X	109,50	1056	12	993	12
34X	109,70	1058	12	995	12
36X	109,90	1060	12	997	12
38X	110,10	1062	12	999	12
40X	110,30	1064	12	1001	12
42X	110,50	1066	12	1003	12
44X	110,70	1068	12	1005	12
46X	110,90	1070	12	1007	12
48X	111,10	1072	12	1009	12
50X	111,30	1074	12	1011	12
52X	111,50	1076	12	1013	12
54X	111,70	1078	12	1015	12
56X	111,90	1080	12	1017	12
VOR					
57X	112,00	1081	12	1018	12
58X	112,10	1082	12	1019	12
59X	112,20	1083	12	1020	12
70X	112,30	1094	12	1157	12
71X	112,40	1095	12	1158	12
72X	112,50	1096	12	1159	12
73X	112,60	1097	12	1160	12
74X	112,70	1098	12	1161	12
75X	112,80	1099	12	1162	12



Agence Nationale de
l'Aviation Civile et de la
Météorologie

RAS 10
TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES
Volume I
Aides radio à la navigation

Chapitre 3
Edition
Date

Page 93 de 93
2
Octobre 2023

Appariement des canaux		Paramètres DME			
		Interrogation		Réponse	
DME	Fréquence VHF	Fréquence	Code de modulation d'impulsions	Fréquence	Code de modulation d'impulsions
N°	MHz	MHz	µs	MHz	µs
76X	112,90	1100	12	1163	12
77X	113,00	1101	12	1164	12
78X	113,10	1102	12	1165	12
79X	113,20	1103	12	1166	12
80X	113,30	1104	12	1167	12
81X	113,40	1105	12	1168	12
82X	113,50	1106	12	1169	12
83X	113,60	1107	12	1170	12
84X	113,70	1108	12	1171	12
85X	113,80	1109	12	1172	12
86X	113,90	1110	12	1173	12
87X	114,00	1111	12	1174	12
88X	114,10	1112	12	1175	12
89X	114,20	1113	12	1176	12
90X	114,30	1114	12	1177	12
91X	114,40	1115	12	1178	12
92X	114,50	1116	12	1179	12
93X	114,60	1117	12	1180	12
94X	114,70	1118	12	1181	12
95X	114,80	1119	12	1182	12
96X	114,90	1120	12	1183	12
97X	115,00	1121	12	1184	12
98X	115,10	1122	12	1185	12
99X	115,20	1123	12	1186	12
100X	115,30	1124	12	1187	12
101X	115,40	1125	12	1188	12
102X	115,50	1126	12	1189	12
103X	115,60	1127	12	1190	12
104X	115,70	1128	12	1191	12
105X	115,80	1129	12	1192	12
106X	115,90	1130	12	1193	12
107X	116,00	1131	12	1194	12
108X	116,10	1132	12	1195	12



Appariement des canaux		Paramètres DME			
		Interrogation		Réponse	
DME	Fréquence VHF	Fréquence	Code de modulation d'impulsions	Fréquence	Code de modulation d'impulsions
N°	MHz	MHz	µs	MHz	µs
109X	116,20	1133	12	1196	12
110X	116,30	1134	12	1197	12
111X	116,40	1135	12	1198	12
112X	116,50	1136	12	1199	12
113X	116,60	1137	12	1200	12
114X	116,70	1138	12	1201	12
115X	116,80	1139	12	1202	12
116X	116,90	1140	12	1203	12
117X	117,00	1141	12	1204	12
118X	117,10	1142	12	1205	12
119X	117,20	1143	12	1206	12
120X	117,30	1144	12	1207	12
121X	117,40	1145	12	1208	12
122X	117,50	1146	12	1209	12
123X	117,60	1147	12	1210	12
124X	117,70	1148	12	1211	12
125X	117,80	1149	12	1212	12
126X	117,90	1150	12	1213	12

===== FIN =====