

**DECISION N° 124 /25/ANAC/DG**

portant amendement du règlement aéronautique national relatif aux télécommunications aéronautiques (RANT 10 Part 1, Part 2, Part 3 et Part 5)

LE DIRECTEUR GENERAL

Vu la loi n° 2016-011 du 7 juin 2016 portant code de l'aviation civile ;

Vu le décret n° 2019-007/PR du 6 février 2019 portant délégation de compétences au directeur général de l'Agence nationale de l'aviation civile ;

Vu le décret n° 2024-001/PR du 04 janvier 2024 portant nomination du directeur général de l'Agence nationale de l'aviation civile du Togo (ANAC-TOGO) ;

Vu l'arrêté n° 025/MIT/CAB du 31 juin 2015 portant adoption du règlement aéronautique national togolais relatif aux télécommunications aéronautiques (RANT 10) ;

DECIDE :

Article 1^{er} : La présente décision adopte les amendements n°4, 4, 1 et 1 respectivement des parties 1, 2, 3 et 5 du règlement aéronautique national togolais relatif aux télécommunications aéronautiques (RANT 10), en annexe.

Article 2 : Le règlement amendé est publié sur le site web de l'ANAC à l'adresse www.anac-togo.tg. Il est également disponible à la bibliothèque de l'ANAC.

La présente décision sera publiée au Journal officiel de la République togolaise.

Article 3 : L'assistant au directeur général adjoint chargé de la coordination des activités de navigation aérienne et aérodromes est chargé de l'application de la présente décision qui prend effet à compter de sa date de signature.

Fait à Lomé le 13 NOV 2025

**Ampliation :**

- | | |
|-----------------------------|----|
| - MT..... | 01 |
| - ASECNA – Rep.Lomé..... | 01 |
| - ASECNA – DG Dakar..... | 01 |
| - SALT..... | 01 |
| - BTL..... | 01 |
| - Compagnies aériennes..... | 07 |
| - RSC-Lomé | 01 |

RÉPUBLIQUE TOGOLAISE

Travail – Liberté – Patrie

Ministère chargé de l'Aviation Civile



RÈGLEMENTS AÉRONAUTIQUES NATIONAUX DU TOGO

RÈGLEMENT 10 - PART 1

**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES
AIDES RADIO À LA NAVIGATION**

1ère édition / Révision 04 / Novembre 2025

APPROUVÉ PAR

**ARRETE N° 025/ MIT/CAB du 31 juillet 2015 portant adoption du règlement aéronautique
national togolais relatif aux télécommunications aéronautiques**



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 0 : i
Révision: 04
Date: 10/11/2025

CHAPITRE 0. ADMINISTRATION DU DOCUMENT

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 0 : ii Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

0.1 LISTE DES PAGES EFFECTIVES

Chapitre	Page	N° d'édition	Date d'édition	N° de révision	Date de révision
PG RANT 10.1	00	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
PG ADM	i	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
LPE	ii-iii	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
ER	iv	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
LA	v	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
TDM	vi-viii	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
PG -BLANCHE	ix	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
INTRO	x-xi	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
CHAP 1	1-1 à 1-4	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
CHAP 2	2-1 à 2-3	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
CHAP 3	3-1 à 3-127	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
PG APPENDICES	1	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
TDM APPENDICES	2	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
APPENDICE A	1-24	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
APPENDICE B	25-220	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
PG SUPPLEMENTS	1	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
TDM SUPPLEMENTS	2-4	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
SUPPLEMENT A	1-07	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
SUPPLEMENT B	08-16	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
SUPPLEMENT C	17-86	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 0 : iii
Révision: 04
Date: 10/11/2025

Chapitre	Page	N° d'édition	Date d'édition	N° de révision	Date de révision
SUPPLEMENT D	87-196	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
SUPPLEMENT E	197-200	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
SUPPLEMENT F	201-205	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
SUPPLEMENT G	206-308	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025
SUPPLEMENT H	309-313	01	Juillet 2015	04	Novembre 2025



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1

Télécommunications aéronautiques

Aides radio à la navigation

CHAP 0 : iv
Révision: 04
Date: 10/11/2025

0.2 ENREGISTREMENT DES REVISIONS



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1

Télécommunications aéronautiques

Aides radio à la navigation

CHAP 0 : v
Révision: 04
Date: 10/11/2025

0.3 LISTE DES AMENDEMENTS

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 0 : vi Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

0.4 TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 0. ADMINISTRATION DU DOCUMENT	i
0.1 LISTE DES PAGES EFFECTIVES	ii
0.2 ENREGISTREMENT DES REVISIONS	iv
0.3 LISTE DES AMENDEMENTS	v
0.4 TABLE DES MATIÈRES	vi
INTRODUCTION	1
Chapitre 1 : DÉFINITIONS – ABREVIATIONS ET ACRONYMES, EXIGENCES RELATIVES AUX UTILISATEURS DE SYSTEMES DE TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES	1-1
1.1 DÉFINITIONS	1-2
1.2 ABREVIATIONS ET ACRONYMES	1-4
1.3 EXIGENCES GÉNÉRALES APPLICABLES AUX EXPLOITANTS DE SYSTEMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES	1-4
1.3.1 RESPECT DE LA LEGISLATION NATIONALE DU TOGO	1-4
1.3.2 EXPLOITANTS DE SYSTEMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES	1-5
1.3.3 CONTRÔLE ÉXERCÉ PAR L'AUTORITÉ	1-5
Chapitre 2 : DISPOSITIONS GÉNÉRALES RELATIVES AUX AIDES RADIO À LA NAVIGATION ...	2-1
2.1 AIDES RADIO A LA NAVIGATION NORMALISEES	2-1
2.1.4 SPECIFICATIONS RELATIVES AU GNSS	2-2
2.1.5 RADAR D'APPROCHE DE PRECISION	2-2
2.1.6 Lorsqu'une aide radio à la navigation est fournie pour l'approche et l'atterrissement de précision, elle doit être complétée autant que possible, selon les besoins, par un ou plusieurs moyens de guidage qui, utilisés selon les procédures appropriées, peuvent assurer un guidage efficace jusqu'à la trajectoire de référence choisie et un couplage efficace (manuel ou automatique) avec celle-ci.....	2-2
2.2 ESSAIS EN VOL ET AU SOL.....	2-3
2.3 COMMUNICATION DE RENSEIGNEMENTS SUR L'ÉTAT OPÉRATIONNEL DES SERVICES DE RADIONAVIGATION	2-3
2.4 ALIMENTATION ELECTRIQUE DES AIDES RADIO A LA NAVIGATION ET DES INSTALLATIONS DE TELECOMMUNICATIONS.....	2-3
2.5 CONSIDERATIONS RELATIVES AUX FACTEURS HUMAINS.....	2-3
Chapitre 3 : SPÉCIFICATIONS 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	3-3
3.1.3 Radiophare d'alignement de piste VHF et dispositif de contrÔle correspondant	3-5

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 0 : vii Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

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	Radiobornes VHF.....	3-25
3.2	SPÉCIFICATIONS DU SYSTÈME RADAR D'APPROCHE DE PRÉCISION.....	3-28
3.3	SPÉCIFICATIONS DU RADIOPHARE OMNIDIRECTIONNEL VHF (VOR)	3-31
3.4	SPÉCIFICATIONS DES RADIOPHARES NON DIRECTIONNELS (NDB)	3-35
3.5	SPÉCIFICATIONS DU DISPOSITIF UHF DE MESURE DE DISTANCE (DME)	3-35
3.6	SPÉCIFICATIONS DES RADIOBORNES VHF DE NAVIGATION EN ROUTE (75 MHZ)..	3-57
3.7	SPÉCIFICATIONS DU SYSTEME MONDIAL DE NAVIGATIONPAR SATELLITE (GNSS)..	3-58
3.7.1	DEFINITIONS.....	3-58
3.7.2	GÉNÉRALITES	3-60
3.7.3	SPECIFICATIONS RELATIVES AUX ELEMENTS DU GNSS	3-61
3.7.4	PROTECTION CONTRE LE BROUILLAGE.....	3-85
3.7.5	BASE DE DONNEES.....	3-85
3.8	(Réservé)	3-89
3.9	CARACTÉRISTIQUES DE SYSTÈME DES SYSTÈMES RÉCEPTEURS ADF DE BORD ...	3-89
3.9.1	PRECISION DES INDICATIONS DE RELEVEMENT	3-89
3.10	(Réservé)	3-90
3.11	(Réservé)	3-90



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 0 : viii
Révision: 04
Date: 10/11/2025

PAGE LAISSÉE INTENTIONNELLEMENT BLANCHE

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	INT : 1 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

INTRODUCTION

- (a) Le présent Règlement décrit les exigences définies par l'Autorité de l'aviation civile et relatives aux systèmes de télécommunications aéronautiques. Toutes les parties du présent règlement (RANT 10) sont élaborés en conformité avec les SARP de l'Annexe 10 à la Convention de Chicago.
- (b) Le présent Règlement est applicable aux personnes, services, organismes publics et privés, exerçant une fonction relative à l'installation, à la maintenance ou à l'exploitation de systèmes de télécommunications aéronautiques nécessaires à la sécurité, à la régularité et à l'efficacité de la navigation aérienne internationale.
- (c) L'installation, la maintenance ou l'exploitation de systèmes de télécommunications aéronautiques au Togo doivent être exercées selon les exigences et règles prévues dans le présent règlement.
 - *Le RANT 10 comporte cinq Parties :*
 - *PART 1 — Aides radio à la navigation*
 - *PART 2 — Procédures de télécommunication, y compris celles qui ont le caractère de PANS*
 - *PART 3 — Systèmes de communication :*
 - *Part 3.1, Systèmes de communication de données numériques*
 - *Part 3.2, Systèmes de communications vocales*
 - *PART 4 — Systèmes radar de surveillance et systèmes anticollision*
 - *PART 5 — Emploi du spectre des radiofréquences aéronautiques*
 - *Ces cinq parties contiennent les exigences et spécifications, des procédures pour les services de navigation aérienne (PANS) et des éléments d'orientation sur les télécommunications aéronautiques, la navigation et les systèmes de surveillance.*
 - *Le RANT 10 PART 1 est un document technique qui définit, à l'intention de l'exploitation internationale d'aéronefs, les systèmes nécessaires à la fourniture d'aides radio à la navigation utilisées dans toutes les phases d'un vol. Les exigences et éléments d'orientation de cette partie énumèrent les spécifications paramétriques essentielles pour les aides radio à la navigation telles que le système mondial de navigation par satellite (GNSS), le système d'atterrissement aux instruments (ILS), le système d'atterrissement hyperfréquences (MLS), le radiophare omnidirectionnel (VOR) à très haute fréquence (VHF), le radiophare non directionnel (NDB) et le dispositif de mesure de distance (DME). Les données présentées dans ce volume visent certains aspects des exigences en alimentation, fréquence, modulation, caractéristiques des signaux et contrôle nécessaire pour garantir que les aéronefs adéquatement équipés puissent capter les signaux de navigation dans toutes les parties du monde avec le degré de fiabilité requis.*
 - *Le RANT 10 PART 2 et le RANT 10 PART 3 portent sur deux catégories générales de télécommunications vocales et de données utilisées par l'aviation civile internationale. Il s'agit des télécommunications sol-sol entre points au sol et air-sol entre aéronefs et points au sol. C'est au moyen des télécommunications air-sol que les aéronefs reçoivent, en mode verbal ou données, tous les renseignements nécessaires à la sécurité des vols. Un élément important des télécommunications sol-sol est le réseau du service fixe des télécommunications aéronautiques (RSFTA), réseau mondial conçu en fonction des besoins spécifiques de l'aviation civile internationale. À l'intérieur du RSFTA, tous les points au sol importants (aéroports, centres de contrôle de la circulation aérienne, centres*

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	INT : 2 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

météorologiques et autres) sont reliés par des liaisons appropriées conçues de façon à desservir les aéronefs durant toutes les phases du vol. Les messages déposés en un point quelconque du réseau sont transmis de façon systématique à tous les points où ils sont nécessaires au déroulement des vols en toute sécurité.

- *Le RANT 10 PART 2 comporte les procédures générales, administratives et opérationnelles concernant les télécommunications aéronautiques fixes et mobiles.*
- *Le RANT 10 PART 3 regroupe des SARP et éléments d'orientation pour divers systèmes de télécommunications vocales et de données air-sol et sol-sol, y compris le réseau de télécommunications aéronautiques (ATN), le service mobile aéronautique par satellite (SMAS), la liaison de données air-sol mode S du radar secondaire de surveillance (SSR), la liaison numérique air-sol (VDL) à très haute fréquence (VHF), le réseau du service fixe des télécommunications aéronautiques (RSFTA), le système d'adressage d'aéronefs, la liaison de données haute fréquence (HFDL), le service mobile aéronautique, le système d'appel sélectif (SELCAL), les circuits vocaux aéronautiques et les émetteurs de localisation d'urgence (ELT).*
- *Le RANT 10 PART 4 contient des exigences et des éléments d'orientation pour le radar secondaire de surveillance (SSR) et les systèmes anticollisions embarqués (ACAS), y compris des SARP pour le SSR mode A, mode C et mode S et les caractéristiques techniques des ACAS.*
- *Dans le RANT 10 PART 5 sont définis des exigences et éléments d'orientation sur l'utilisation des fréquences aéronautiques. L'Union internationale des télécommunications (UIT) a conçu un cadre à l'intérieur duquel est fait l'équilibre entre les besoins en spectre radio des États individuels et les intérêts de divers usagers des services radio pour aboutir à un environnement radio planifié fondé sur une utilisation sans interférence, efficace et efficiente du spectre radio. Cette partie contient également des renseignements sur la planification de l'attribution de fréquences aux stations radio aéronautiques individuelles existantes ou prévues dans diverses bandes de fréquence.*

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 1 : 1-1 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

CHAPITRE 1 : DÉFINITIONS – ABREVIATIONS ET ACRONYMES, EXIGENCES RELATIVES AUX UTILISATEURS DE SYSTEMES DE TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES

Note 1.— Partout dans le présent règlement, « Règlement des radiocommunications » désigne le Règlement des radiocommunications publié par l’Union internationale des télécommunications (UIT). Ce règlement est modifié périodiquement afin de tenir compte des décisions incorporées dans les actes finals des conférences mondiales des radiocommunications, qui se tiennent en principe tous les deux ou trois ans. Le Manuel relatif aux besoins de l’aviation civile en matière de spectre radioélectrique – Énoncés de politique approuvés par l’OACI (Doc 9718) contient d’autres renseignements sur les processus de l’UIT relatifs à l’emploi des fréquences radioélectriques par les systèmes aéronautiques.

Note 2.— La terminologie employée dans le présent RANT pour désigner les opérations d’approche aux instruments est fondée sur une ancienne version de la classification des opérations d’approche et d’atterrissement aux instruments définie dans le RANT 08. Le tableau suivant donne la correspondance entre la terminologie du RANT 10 et celle du RANT 6 :

Performances requises pour les opérations d’approche aux instruments		
Performance du système selon le RANT 10		Méthode de le RANT 6 – 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 (3)
	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.

CARACTÈRE DES ÉLÉMENTS DU RÈGLEMENT

Un Règlement aéronautique national du Togo (RANT) comporte des éléments dont les divers caractères sont précisés ci-après, toutefois, tous ces éléments ne figurent pas nécessairement dans chaque RANT.

Dispositions qui constituent le Règlement proprement dit :

- a) **Norme ou exigence nationale** : Toute spécification portant sur les caractéristiques physiques, la configuration, le matériel, les performances, le personnel et les procédures, dont l’application uniforme est reconnue nécessaire à la sécurité ou à la régularité de la navigation aérienne internationale et à laquelle l’État du Togo se conforme en application des dispositions de la Convention. En cas d’impossibilité de s’y conformer, une notification au Conseil est faite aux termes

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 1 : 1-2 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

de l'article 38 de la Convention de Chicago.

- b) **Appendices** contenant des dispositions jugées commode de grouper séparément mais qui font partie des normes nationales.
- c) **Définitions** d'expressions utilisées dans les normes nationales lorsque la signification de ces expressions n'est pas couramment admise. Les définitions n'ont pas un caractère indépendant; elles font partie des normes nationales où l'expression définie apparaît, car le sens des spécifications dépend de la signification donnée à cette expression.
- d) **Les tableaux et figures** qui complètent ou illustrent une norme nationale et auxquels renvoie le texte de la disposition font partie intégrante de la norme nationale correspondante et ont le même caractère que celle-ci.

Dispositions ne faisant pas partie du Règlement proprement dit :

- a) **Introduction et notes explicatives** figurant au début des parties, chapitres ou sections d'un Règlement afin de faciliter l'application des spécifications.
- b) **Notes** insérées en italiques dans le texte du Règlement lorsqu'il est nécessaire de fournir des indications ou renseignements concrets sur certaines normes nationales ; ces notes ne font pas partie de la norme nationale en question.

1.1 DÉFINITIONS

Dans le présent Règlement RANT 10 – PART1 - Télécommunications Aéronautiques, 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.

Autorité de l'aviation civile : Agence nationale de l'aviation civile du Togo.

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 assignnée 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 1 : 1-3 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

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.

Point d'atterrissement : Point d'intersection de la piste et de la trajectoire de descente nominale

Note: Le point d'atterrissement, 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.

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.

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

Règlement des radiocommunications : Règlement des radios communications publié par l'Union internationale des télécommunications (UIT).

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 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), 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 de la présente Annexe, le concept de RNP ayant été dépassé par le concept de PBN. Dans la présente

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 1 : 1-4 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

Annexe, 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.

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

1.2. ABBREVIATIONS ET ACRONYMES

ABAS : Système de renforcement embarqué

ARCEP : Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes

DDM : Différence de modulation

DME : dispositif de mesure de distance

DME/N : dispositif de mesure de distance à spectre étroit

DME/P : dispositif de mesure de distance précise

DVOR : Doppler VHF radiophare omnidirectionnel

GBAS : Système de renforcement au sol

GLONASS : Système mondial de navigation par satellite

GPS : Système mondial de localisation

MF : Modulation de fréquence

MLS : Système d'atterrissement hyperfréquences

NDB : radiophare non directionnel

OACI : Organisation de l'Aviation Civile Internationale

P.I.R.E : Puissance isotope rayonnée équivalente

RR : Règlement des radiocommunications

SBAS : Système de renforcement satellite

VHF : Très haute fréquence

VOR : radiophare omnidirectionnel VHF

WGS -84 : Système géodésique mondial

1.3. Exigences générales applicables aux exploitants de systèmes de télécommunications aéronautiques

1.3.1. Respect de la législation nationale du Togo

- (a) Les activités de télécommunications au Togo sont régies par la loi 98-005 du 11 février 1998 sur les télécommunications, la loi N° 2004-011 du 03 mai 2004 complétant les articles 57 et 63 de la loi n° 98-005 du 11 février 1998 sur les télécommunications et leurs textes d'applications associés.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 1 : 1-5 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

- (b) Une Autorité de réglementation du secteur des télécommunications, dénommée Autorité de Régulation des Communications Electroniques et des Postes (ARCEP) Crée par la loi n°2012-018 sur les communications électroniques (LCE) du 17 décembre 2012 modifiée par la loi n°2013-003 du 19 février 2019 et placée sous la tutelle technique du ministre chargé du secteur des télécommunications, est chargée de la régulation du secteur des télécommunications au Togo. Les attributions de l'Autorité de réglementation sont fixées par ladite loi.
- (c) L'installation, la maintenance ou l'exploitation de systèmes de télécommunications aéronautiques au Togo doivent être exercées en conformité avec les lois, réglementation et procédures du Togo.

1.3.2 Exploitants de systèmes de télécommunications aéronautiques

- (a) La personne, service ou organisme public et privé qui exploite un équipement qui fait partie d'un système de télécommunications aéronautiques visé à l'annexe 10 de l'OACI doit s'assurer que :
 - (1) l'équipement est installé, fait l'objet d'une maintenance et est exploité conformément aux exigences précisées dans le présent règlement.
 - (2) sont tenus à jour des documents qui démontrent les moyens utilisés pour se conformer aux exigences visées au § (1) ci-dessus.
- (b) Il est interdit à toute personne d'exercer une fonction relative à l'installation, à la maintenance ou à l'exploitation de l'équipement de télécommunications aéronautiques, à moins qu'elle n'ait terminé avec succès la formation portant sur l'exercice de cette fonction et qu'elle n'ait reçu une attestation de l'exploitant du système de télécommunications aéronautiques indiquant qu'elle est compétente pour exercer cette fonction.
- (c) La personne, service, organisme public ou privé qui exploite un équipement au sol à l'appui de systèmes de navigation par satellite doit s'assurer que :
 - (1) l'équipement est installé, fait l'objet d'une maintenance et est exploité conformément aux exigences spécifiées dans la réglementation ;
 - (2) sont tenus à jour des documents qui démontrent les moyens utilisés pour se conformer aux exigences visées au § (1) ci-dessus.
- (d) La personne, service, organisme public ou privé, qui exploite un équipement qui fait partie d'un système de télécommunications aéronautiques visé aux § (a) ou (c) doit à la demande de l'Autorité de l'aviation civile lui remettre un exemplaire des documents visés aux § (a)(2) ou (c)(2) ci-dessus.

1.3.3 Contrôle exercé par l'autorité

- (a) L'Autorité de l'aviation Civile au Togo assure la réglementation et la supervision des activités relatives aux systèmes de télécommunications aéronautiques tels que définis par les Annexes de l'OACI.
- (b) L'Autorité de l'aviation Civile exerce son contrôle en particulier sur les spécifications définies dans les parties du RANT 10 ci-dessous :
 - (1) PART 1 — Aides radio à la navigation
 - (2) PART 2 — Procédures de télécommunications, y compris celles qui ont le caractère de PANS
 - (3) PART 3 — Systèmes de communication
 - (4) PART 4 — Systèmes radar de surveillance et systèmes anticollision

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 1 : 1-6 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

- (c) L'Autorité de Régulation des Communications Electroniques (ARCEP) exerce son contrôle en particulier sur les spécifications définies dans le RANT 10 PART 5 — *Emploi du spectre des radiofréquences aéronautiques*. Un mécanisme de coordination entre l'Autorité de l'aviation civile et l'ARCEP a été établi à cet effet.
- (d) Les équipements télécommunications aéronautiques notamment les aides à la navigation aérienne, les équipements de Communication, de Navigation et de Surveillance doivent être homologués par l'Autorité de l'aviation civile.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 2 : 2-1 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

CHAPITRE 2 : DISPOSITIONS GÉNÉRALES RELATIVES AUX AIDES RADIO À LA NAVIGATION

Dans le présent règlement, pour toute fin de mise en œuvre des spécifications techniques :

- les spécifications formulées au « présent de l'indicatif » ou au « futur de l'indicatif » sont celles dont l'application est nécessaire et obligatoire par les exploitants. Elles sont des « exigences »
- les spécifications formulées au « présent du conditionnel » sont celles dont l'application est recommandée aux exploitants dans la mesure du possible dans l'intérêt de la sécurité de la navigation aérienne. Elles sont des « recommandations »

De même, les notes introduites dans le présent règlement sont à titre explicatif ou de commentaire.

2.1 Aides radio à la navigation normalisées

2.1.1 Les aides radio à la navigation normalisées sont :

- a) l'ILS (système d'atterrissement aux instruments) conforme aux exigences du Chapitre 3, § 3.1 ;
- b) le MLS (système d'atterrissement hyperfréquences) conforme aux exigences du Chapitre 3, § 3.11 ;
- c) le GNSS (système mondial de navigation par satellite) conforme aux exigences du Chapitre 3, § 3.7 ;
- d) le VOR (radiophare omnidirectionnel VHF) conforme aux exigences du Chapitre 3, § 3.3 ;
- e) le NDB (radiophare non directionnel) conforme aux exigences du Chapitre 3, § 3.4 ;
- f) le DME (dispositif de mesure de distance) conforme aux exigences du Chapitre 3, § 3.5 ;
- g) la radioborne VHF de navigation en route conforme aux exigences du Chapitre 3, § 3.6.

Note 1. — Comme le repérage visuel est essentiel pendant les dernières phases de l'approche et pendant l'atterrissement, l'installation d'une aide radio à la navigation ne supprime pas la nécessité d'aides visuelles d'approche et d'atterrissement 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'atterrissement 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'atterrissement de précision sont indiquées dans le RANT 06 –PART OPS 1 et 3 ; chapitre E

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.

Note 5. — Des indications sur les objectifs opérationnels associés aux performances des installations MLS figurent dans le Supplément G, Section 11.

2.1.2 Les différences concernant les aides radio à la navigation par rapport aux exigences du Chapitre 3 doivent être signalées dans une publication d'information aéronautique (AIP).

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 2 : 2-2 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

2.1.3 Lorsqu'une aide radio à la navigation n'est ni un ILS, ni un MLS, mais peut être utilisée entièrement ou en partie avec les appareils de bord destinés à être utilisés avec l'ILS ou le MLS, des renseignements complets sur les parties qui peuvent être ainsi utilisées seront indiqués dans une publication d'information aéronautique (AIP).

Note. — Cette disposition a pour but d'établir une exigence pour la publication des renseignements utiles plutôt que d'autoriser l'emploi des installations en question.

2.1.4. Spécifications relatives au GNSS

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

2.1.4.2 Le Togo ferait dans la mesure du possible en sorte que les données GNSS relatives à ces opérations soient enregistrées lorsqu'il approuverait des opérations fondées sur le GNSS

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 normes pertinentes de la présente Annexe.

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 enregistrements devraient être conservés pendant une période d'au moins 14 jours. Lorsqu'il s'agit d'enregistrements intéressants des enquêtes sur des accidents ou incidents, les enregistrements devraient être conservés plus longtemps jusqu'à ce qu'il soit évident qu'ils ne seront plus nécessaires.

2.1.5 Radar d'approche de précision

2.1.5.1 Un radar d'approche de précision (PAR) installé et utilisé comme une aide radio à la navigation avec un équipement de communication bilatérale avec les aéronefs et des moyens permettant la coordination efficace de ces éléments avec le contrôle de la circulation aérienne doit être conforme aux exigences du Chapitre 3, § 3.2.

Note 1. — Lorsque l'élément radar de surveillance (SRE) n'est pas nécessaire au contrôle de la circulation aérienne pour l'acheminement des aéronefs, l'élément radar d'approche de précision (PAR) du système radar d'approche de précision peut être installé et utilisé sans SRE.

Note 2.— Même si le SRE n'est en aucun cas considéré comme pouvant remplacer de façon satisfaisante le système radar d'approche de précision, il peut être installé et utilisé sans PAR pour aider le service du contrôle de la circulation aérienne dans l'acheminement des aéronefs qui ont l'intention d'utiliser une aide radio à la navigation ou pour les approches et les départs au radar de surveillance.

2.1.6 Lorsqu'une aide radio à la navigation est fournie pour l'approche et l'atterrissement de précision, elle doit être complétée autant que possible, selon les besoins, par un ou plusieurs moyens de guidage qui, utilisés selon les procédures appropriées, peuvent assurer 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 2 : 2-3 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

2.2. Essais en vol et au sol

2.2.1 Les aides radio à la navigation de type conformes aux spécifications du Chapitre 3 et destinées à être utilisées par les aéronefs effectuant des vols internationaux feront l'objet d'essais périodiques en vol et au sol.

Note. — Des indications sur les essais en vol et au sol d'installations normalisées par l'OACI, y compris la périodicité des essais, figurent au Supplément C et dans le Manuel sur la vérification des aides radio à la navigation (Doc 8071 de l'OACI).

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

2.3.1. Les tours de contrôle d'aérodrome et les organismes assurant le contrôle d'approche doivent recevoir 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'atterrissement 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).

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 RANT 10 - PART 1 à 5 doivent être dotés 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. Considerations relatives aux facteurs humains

2.5.1. Dans la conception et la certification des aides radio à la navigation, les principes des facteurs humains doivent être respectés.

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. Étude N° 11 — Les facteurs humains dans les systèmes CNS/ATM).

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-1 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

CHAPITRE 3 : SPÉCIFICATIONS DES AIDES RADIO A LA NAVIGATION

Note : Le RANT14 PART 1 – 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

Dans le présent sous chapitre – Spécifications du système ILS - les termes suivants ont la signification indiquée ci-après :

Alignment 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.

Alignment 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 60 m (200 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil.

Note.— La limite inférieure est fixée à 30 m (100 ft) au-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) au-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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-2 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

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.

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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-3 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

descente.

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 particulières de l'alignement de piste.

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) 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 serait fournie par des radiobornes VHF ou 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. Si une ou des radiobornes VHF sont utilisées pour fournir l'information de distance jusqu'au seuil, elles seront conformes aux spécifications figurant au § 3.1.7. Si un DME est utilisé à la place de radiobornes, il sera conforme aux spécifications figurant au § 3.1.7.6.5.

Note. — 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.

3.1.2.1.3. Les Installations ILS des catégories de performances I, II et III fourniront, aux endroits de commande à distance désignés, des indications sur l'état de fonctionnement de tous les éléments du système ILS au sol comme suit :

- a) Installations ILS des catégories de performances II et III : l'organisme des services de la circulation aérienne chargé du contrôle de l'aéronef au cours de l'approche finale doit être l'un des endroits de commande à distance désignés et doit recevoir les renseignements sur l'état de fonctionnement de l'ILS dans un délai qui tient compte des exigences de l'environnement opérationnel. ;
- b) installations ILS de catégorie de performances I : si cet ILS assure un service de radionavigation essentiel, l'organisme des services de la circulation aérienne chargé du contrôle de l'aéronef au cours de l'approche finale doit être l'un des endroits de commande à distance désignés et doit recevoir les renseignements sur l'état de fonctionnement de l'ILS dans un délai qui tient compte des exigences de l'environnement opérationnel.

Note — Les indications prescrites par cette norme ont pour but de faciliter les fonctions de gestion du trafic aérien et les délais applicables sont définis en conséquence (conformément au 2.1.8.). Les délais applicables aux fonctions de surveillance de l'intégrité de l'ILS qui protègent les aéronefs contre les mauvais fonctionnements de l'ILS sont spécifiés aux § 3.1.3.11.3.1 et 3.1.5.7.3.1.

3.1.2.2 Le système ILS doit être 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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-4 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

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 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 doivent être au moins conformes aux exigences des§ 3.1.3 et 3.1.5 respectivement, sauf celles indiquées expressément comme étant applicables aux installations ILS de catégorie de performances II.

3.1.2.4 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 doivent être conformes aux exigences applicables à ces éléments dans le cas d'une installation ILS de catégorie I, complétées ou modifiées par les exigences de § 3.1.3 et 3.1.5 indiquées expressément comme étant applicables aux installations ILS de catégorie de performances II.

3.1.2.5 Le radiophare d'alignement de piste et le radiophare d'alignement de descente, ainsi que les équipements auxiliaires visés au § 3.1.2.1.1, qui font partie d'une installation ILS de catégorie de performances III, doivent être conformes aux exigences applicables à ces éléments dans le cas d'une installation ILS de catégories I et H, sauf lorsqu'elles sont complétées ou modifiées par les exigences des§ 3.1.3 et 3.1.5 indiquées expressément comme étant applicables aux installations ILS de catégorie de performances III.

3.1.2.6 Afin d'assurer un niveau de sécurité convenable, l'ILS doit être 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 et III, le niveau d'intégrité et de continuité de service devra 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).

3.1.2.7 Aux endroits où deux installations ILS distinctes desservent les extrémités opposées d'une même piste et où il pourrait y avoir un brouillage nuisible pour l'exploitation si les deux installations venaient à émettre, un dispositif de verrouillage doit garantir que seul le radiophare d'alignement de piste desservant la direction d'approche utilise des signaux,

Note 1.— Tandis qu'un survol à basse altitude d'un radiophare d'alignement de piste en émission peut générer des interférences dans un récepteur ILS de bord, cette interférence peut être considérée comme ayant des conséquences opérationnelles si elle survient dans des conditions spécifiques, par exemple sans références visuelles de la piste ou si le système de pilotage automatique de l'avion est engagé. Des éléments indicatifs supplémentaires figurent au § 2.1.8 et à la section 2.13 du Supplément C.

Note 2.— Les émissions d'un autre radiophare d'autres radiophares d'alignement de piste qui ne desservent pas l'extrémité opposée de la même piste (c.-à-d. qui desservent une piste sécante, parallèle ou adjacente) peuvent aussi causer un brouillage. Dans ce cas, l'utilisation du verrouillage pour prévenir le brouillage peut aussi être envisagée.

Note : Si les deux radiophares d'alignement de piste rayonnent des signaux, il y a risque de brouillage des signaux d'alignement de piste dans la zone du seuil. Des éléments indicatifs supplémentaires figurent au § 2.1.8 dans le Supplément C.

3.1.2.7.1 Aux emplacements où des installations ILS qui desservent les extrémités opposées d'une même piste ou des pistes différentes d'un même aéroport fonctionnent sur des fréquences appariées identiques, un dispositif de verrouillage garantira qu'à chaque instant une seule installation

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-5 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

rayonnera des signaux. En cas de commutation entre une installation ILS et une autre, le rayonnement doit être supprimé pendant au moins 20 s.

Note: Des éléments indicatifs supplémentaires sur l'exploitation de radiophares d'alignement de piste fonctionnant sur le même canal de fréquences figurent au Chapitre 4 du RANT 10 PART 4.

3.1.2.8 Aux emplacements où une installation ILS dessert les extrémités opposées d'une piste avec approche GBAS une installation ILS et installation GBAS desservent les extrémités opposées d'une même piste, quand la direction d'approche utilisée n'est pas celle desservie par l'ILS est à l'extrémité opposée à l'ILS, le radiophare d'alignement de piste ne devra 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.

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

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, il sera en général nécessaire d'avoir recours aux indications d'une aide à la navigation installée en un endroit convenable ainsi qu'à des procédures appropriées pour empêcher que toute indication équivoque donnée par le système 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. Lorsqu'une seule fréquence porteuse est utilisée, la tolérance de fréquence ne dépassera pas $\pm 0,005\%$. Lorsque deux fréquences porteuses sont utilisées, la tolérance de fréquence ne dépassera pas 0,002 % et la bande nominale occupée par les porteuses sera symétrique par rapport à la fréquence assignée.



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-6
Révision: 04
Date: 10/11/2025

Toutes les tolérances étant appliquées, l'espacement de fréquences entre les porteuses sera 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 dépassera pas, 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 dépassera pas, 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.

3.1.3.2.2.2 Pour les radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances III, la composante du rayonnement polarisée verticalement ne dépassera pas, dans les limites d'un secteur limité par une DDM de 0,02 de part et d'autre de l'alignement de piste, celle qui correspond à une erreur de DDM de 0,005 dans le cas d'un aéronef incliné latéralement de 20° par rapport à l'horizontale.

3.1.3.2.3 Pour les radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances III, les signaux provenant de l'émetteur ne contiendront pas de composants qui puissent provoquer une fluctuation apparente de l'alignement de piste supérieure à 0,005 DDM de crête à crête dans la bande de fréquences 0,01 Hz — 10 Hz.

3.1.3.3 Couverture

Note. — Le § 2.1.0 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.

3.1.3.3.1 Les radiophares d'alignement de piste doivent émettre des signaux suffisants pour qu'une installation de bord typique 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 s'étendra du centre du système d'antennes d'alignement de piste jusqu'à:

- 46,3 km (25 NM) entre ±10° 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 ±35° 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 pourront être ramenées à 33,3 km (18 NM) à l'intérieur du secteur de ±10° 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 devront 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 sera 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 devront 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-7 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

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 en § 3.1.3.3.2.1 , 3.1.3.3.2.2 et 3.1.3.3.2.3, l'intensité de champ ne doit être pas inférieure à 40 µV/m (-114 dBW/m²).

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 030 m (100ft) de hauteur au-dessus du plan horizontal passant par le seuil, ne doit pas être inférieur à 90 µV/m (-107 dBW/m²).

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 être au moins égale à 100 µV/m (-106 dBW/m²) à une distance de 18,5 km (10 NM) et augmentera pour atteindre une valeur au moins égale à 200 µV/m (-100 dBW/m²) à une hauteur de 15 m (50 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil.

3.1.3.3.2.3 Dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances III, l'intensité de champ minimale sur l'alignement de descente ILS et à l'intérieur du secteur d'alignement de piste doit être au moins égale à 100 µV/m (-106 dBW/m²) à une distance de 18,5 km (10 NM) et augmentera pour atteindre une valeur au moins égale à 200 µV/m (-100 dBW/m²) à 6 m (20 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil. A partir de ce point et jusqu'à un autre point situé à 4 m (12 ft) au-dessus de l'axe de la piste et à 300 m (1 000 ft) du seuil dans la direction du radiophare d'alignement de piste, et ensuite à une hauteur de 4 m (12 ft) sur toute la longueur de la piste dans la direction du radiophare d'alignement de piste, l'intensité de champ doit être au moins égale à 100 µV/m (-106 dBW/m²).

Note : Les intensités de champ indiquées aux § 3.1.3.3.2.2 et 3.1.3.3.2.3 sont nécessaires pour assurer le rapport signal/bruit exigé pour obtenir une meilleure intégrité.

3.1.3.3.3 Au dessus de 7°, l'intensité des signaux serait 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 et 3.1.3.3.2.3 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 ci-dessus, sera 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

3.1.3.3.5 Dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances III, le rapport des niveaux des signaux des deux porteuses à l'intérieur du secteur d'alignement avant ne serait pas inférieur à 16 dB.

3.1.3.4 Structure de l'alignement de piste

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-8 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

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 pas les valeurs spécifiées ci-dessous:

<i>Zone</i>	<i>Amplitude (DDM) (Probabilité de 95 %)</i>
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 catégories de performances II et III, l'amplitude des coudes de l'alignement de piste ne doit pas dépasser pas les valeurs spécifiées ci-après:

<i>Zone</i>	<i>Amplitude (DDM) (Probabilité de 95 %)</i>
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 l'ILS	0,005

Et, pour la catégorie III seulement :

Du point de repère ILS jusqu'au point D de l'ILS	0,005
Du point D de l'ILS jusqu'au point E de l'ILS	0,005 au point D de l'ILS et augmentant de façon linéaire jusqu'à 0,010 au point E de l'ILS

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.

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;

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-9 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	--

- c) les fréquences de modulation doivent être de 90 Hz et de 150 Hz, $\pm 1\%$ pour les installations de catégorie de performances III;
- d) l'ensemble des harmoniques de la modulation à 90Hz ne doit pas être supérieur à 10 %; en outre, dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances III, la seconde harmonique de la modulation à 90 Hz ne doit être pas supérieure à 5 %;
- e) l'ensemble des harmoniques de la modulation à 150Hz ne doit pas être supérieur à 10 %.

3.1.3.5.3.1 Dans le cas des installations ILS de catégorie de performances I, les fréquences de modulation seraient de 90 Hz et 150 Hz, $\pm 1,5\%$ lorsque cela est possible.

3.1.3.5.3.2 Pour les radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances III, le taux de modulation en amplitude de la porteuse à la fréquence de l'alimentation ou de ses harmoniques, ou à celles d'autres éléments non désirés, ne doit pas être supérieur à 0,5 %. Les harmoniques de la fréquence d'alimentation ou d'autres éléments de bruit non désirables qui peuvent battre avec les signaux de navigation à 90 Hz et 150 Hz ou leurs harmoniques de manière à produire des fluctuations de l'alignement de piste, ne doivent être pas supérieures à 0,05 % du taux de modulation de la porteuse.

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:

- a) dans le cas des radiophares d'alignement de piste des catégories de performances I et II : à 20° près,
- b) dans le cas des radiophares d'alignement de piste de catégorie de performances III : à 10° 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:

- a) dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégories de performances I et II : à 20° près,
- b) dans le cas des radiophares d'alignement de piste installations de catégorie de performances III: à 10° près, par rapport à la composante à 90 Hz. De la même manière, les modulations à 150 Hz des deux porteuses seront liées en phase de sorte que les signaux démodulés passent par zéro, dans la même direction :
 - 1) dans le cas des radiophares d'alignement de piste des catégories I et II: à 20° près,
 - 2) dans le cas des radiophares d'alignement de piste de la catégorie III: à 10° près, par rapport à la composante à 150 Hz.

3.1.3.5.3.5 L'emploi d'autres radiophares d'alignement de piste à deux fréquences pour lesquels la mise en phase des signaux acoustiques est différente des conditions normales de concordance de

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-10 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

phase décrite au § 3.1.3.5.3.4 est autorisé. Dans de tels systèmes, la mise en phase des signaux à 90 Hz et celle des signaux à 150 Hz doivent être réglées à leurs valeurs nominales entre des limites correspondant aux limites indiquées au § 3.1.3.5.3.4.

Note : Ces dispositions ont pour but d'assurer le fonctionnement correct du récepteur de bord dans la zone éloignée de l'alignement de piste, où les intensités de signal des deux porteuses sont à peu près les mêmes.

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

3.1.3.5.3.6.1 Pour l'équipement installé pour la première fois après le 1er janvier 2000, la somme des taux de modulation de la porteuse radioélectrique due aux fréquences 90 Hz et 150 Hz ne doit pas dépasser pas 60 % ou 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, l'exigence relative à la somme maximale des taux de modulation ne s'applique pas aux angles d'azimut où la 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. — L'exigence 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 Lorsque le radiophare d'alignement de piste sera utilisé pour des communications en radiotéléphonie, la somme des taux de modulation de la porteuse, à 90 Hz et à 150 Hz, ne dépassera pas 65 % dans un secteur de 10° de part et d'autre de l'alignement de piste, et ne dépassera 78 % en aucun autre point autour du radiophare d'alignement de piste.

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 serait 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:

- a) radiophares d'alignement de piste de catégorie I: $\pm 10,5$ m (35 ft) ou l'équivalent linéaire de 0,015 DDM, s'il est inférieur;
- b) radiophares d'alignement de piste de la catégorie II: $\pm 7,5$ m (25 ft);
- c) radiophares d'alignement de piste de la catégorie III: ± 3 m (10 ft).

3.1.3.6.2 Dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances II, l'alignement de piste moyen serait réglé et maintenu entre des limites correspondant à $\pm 4,5$ m (15 ft) d'écart par rapport à l'axe de piste au point de repère ILS.

Note 1.— Il est prévu que les installations des catégories de performances II et III seront réglées et maintenues de manière telle que les limites spécifiées aux § 3.1.3.6.1 et 3.1.3.6.2 ne seront que très

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-11 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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 de performances II satisferont aux dispositions du § 3.1.3.6.2.

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.

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) 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. Pour les radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances I utilisés sur des pistes identifiées par les chiffres de code 1 et 2, la sensibilité d'écart nominale doit être obtenue au point B de l'ILS. L'angle maximal du secteur d'alignement de piste ne doit pas être supérieur à 6°.

Note: Les codes 1 et 2 sont définis dans le RANT14 PART 1 .

3.1.3.7.2 La sensibilité d'écart latérale doit être réglée et maintenue dans les limites de plus ou moins:

- a) 17 % de la valeur nominale pour les installations ILS de catégories de performances I et II;
- b) 10 % de la valeur nominale pour les installations ILS de catégorie de performances III.

3.1.3.7.3 Dans le cas des installations ILS de catégorie de performances II, la sensibilité d'écart serait réglée et maintenue, lorsque cela est possible, entre des limites correspondant à ±10 % de la valeur nominale.

Note 1.- Les chiffres donnés aux § 3.1.3.7.1, 3.1.3.7.2 et 3.1.3.7.3 sont fondés sur une largeur nominale de secteur de 210 m (700 ft) au point approprié, c'est-à-dire au point B de l'ILS sur les pistes de code 1 et 2 et au point de repère ILS sur les autres pistes.

Note 2.- Le § 2.7 du Supplément C 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 § 2.9 du Supplément C 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. A partir de cet angle et jusqu'à ±10°, la DDM doit être au moins égale à 0,180. A partir de ±10° et jusqu'à ±35°, la DDM doit être au moins égale à 0,155. Si la couverture doit être assurée en dehors du secteur de ±35°, la DDM doit être au moins égale à 0,155 dans la zone de couverture, à l'exception du secteur d'alignement arrière.

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'atterrissement. 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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-12 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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 afin d'éviter les faux alignements de piste.

3.1.3.8 Radiotéléphonie

3.1.3.8.1 Les radiophares d'alignement de piste des catégories de performances I et II peuvent être dotés d'un canal de communication radiotéléphonique dans le sens sol-air exploitée simultanément avec les signaux de navigation et d'identification, à condition que l'exploitation de ce canal ne gêne en aucune façon la fonction principale du radiophare d'alignement de piste.

3.1.3.8.2 Les radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances III ne doivent pas être dotés d'un tel canal, sauf si toutes les précautions ont été prises dans la conception et l'exploitation de l'installation afin de ne pas risquer de détériorer le guidage de navigation.

3.1.3.8.3 S'il est mis en oeuvre, ce canal doit être conforme aux exigences ci-après.

3.1.3.8.3.1 Les communications auront lieu sur la ou les fréquences porteuses utilisées pour la fonction de radioalignement de piste et l'émission doit être polarisée horizontalement. Si deux porteuses sont modulées en phonie, le déphasage des modulations sur les deux porteuses sera tel qu'il n'y aura pas de zones de silence dans les limites de la couverture du radioalignement de piste.

3.1.3.8.3.2 Le taux de modulation de crête de la porteuse ou des porteuses dû aux communications radiotéléphoniques ne dépassera pas 50 % mais sera réglé de façon que:

- a) le rapport du taux de modulation de crête dû aux communications radiotéléphoniques au taux de modulation de crête dû au signal d'identification soit approximativement de 9 à 1;
- b) la somme des composantes de modulation dues aux communications radiotéléphoniques, aux signaux de navigation et aux signaux d'identification ne dépasse pas 95 %.

3.1.3.8.3.3 La caractéristique basse fréquence du canal de communication radiotéléphonique dans la bande de 300 Hz à 3 000 Hz ne s'écartera pas de plus de 3 dB du niveau correspondant à 1 000 Hz.

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 gêner en aucune façon 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 %; toutefois, si un canal de communication radiotéléphonique est utilisé, le taux de modulation doit être réglé de façon que le rapport du taux de modulation de crête dû aux communications radiotéléphoniques au taux de modulation de crête dû au signal d'identification soit approximativement de 9 à 1 (voir le § 3.1.3.8.3.2). 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 pourra être précédé du signal du code morse international correspondant

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-13 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

à la lettre 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 une vitesse correspondant à environ sept mots à la minute et doit être 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 sera interrompu. La durée des points doit être de 0,1 à 0,160 s. La durée des traits doit être normalement 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 catégories de performances II et III, 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.

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 PANS-OPS (Doc 8168), Volume II, et les exigences 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 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 seront 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, 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) au point de repère ILS ;
- c) dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances III, un décalage de l'alignement de piste moyen, par rapport à l'axe de la piste, de plus de 6 m (20 ft). au point de repère ILS ;

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-14 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

- 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 catégories de performances I II et III. 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.

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 e), 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.

3.1.3.11.2.1 Dans le cas des radiophares d'alignement de piste dont les fonctions de base sont assurées par un système à deux fréquences, le moniteur intervientrait notamment 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, sauf dans le secteur d'alignement de piste arrière.

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.

3.1.3.11.4 La période totale dont il est question en 3.1.3.11.3 ci-dessus ne doit dépasser en aucun cas:

- 10 s dans le cas des radiophares des installations de catégorie de performances I;
- s dans le cas des radiophares des installations de catégorie de performances II;
- 2 s dans le cas des radiophares des installations de catégorie de performances III.

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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-15 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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 Lorsque cela est possible, la période totale prévue au § 3.1.3.11.3.1 ci-dessus serait réduite de manière à ne pas dépasser 2 s dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances II et 1s dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances III.

3.1.3.11.4 Il doit être tenu compte, dans la conception et le fonctionnement du dispositif de contrôle, 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: On trouvera au § 2.1.7 du Supplément C 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 sera attribué aux radiophares d'alignement de piste comme il est indiqué aux § 3.1.3.12.2 à 3.1.3.12.5.

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 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), 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 sera attribué à un radiophare d'alignement de piste si :

- a) l'intégrité du radiophare d'alignement de piste ou la continuité de service, ou les deux, ne sont pas démontrées ; ou
- b) 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 les exigences du niveau 2.

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

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

Note.— Un radiophare d'alignement de piste conforme aux Pratiques recommandées 3.1.3.12.2.1 et 3.1.3.12.2.2 est aussi conforme à la norme 3.1.3.12.3 (catégorie de performances 2) et doit par conséquent être identifié comme étant de niveau 2 .

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-16 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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

3.1.3.12.3. Le niveau 2 sera attribué à un radiophare d'alignement de piste si :

- a) 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 ;
- b) la probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné dépasserait $1 - 4 \times 10^{-6}$ dans toute période de 15 secondes dans le cas des radiophares d'alignement de piste de niveau (équivalant à 1 000 heures de moyenne de temps).

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

- a) 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 ;
- b) 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).

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

- a) 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 ;
- b) 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 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 Le système récepteur du radiophare d'alignement de piste ILS doit assurer une immunité suffisante à l'égard du brouillage causé par les produits d'inter modulation 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'inter modulation du troisième ordre sur la fréquence désirée du radiophare d'alignement de piste ILS.

N₁ et N₂ sont les niveaux (dBm) des deux signaux FM VHF à l'entrée du récepteur d'alignement de piste ILS. Aucun de ces niveaux n'excédera les critères de désensibilisation spécifiés au § 3.1.4.2.

$\Delta f = 108,1 - f_1$, f₁ étant la fréquence de N₁, signal FM VHF le plus proche de 108,1 MHz.



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-17
Révision: 04
Date: 10/11/2025

3.1.4.2 Le système récepteur du radiophare d'alignement de piste ILS ne doit pas être 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 paragraphe 2.2.9 du Supplément C contient des éléments indicatifs relatifs aux critères d'immunité à utiliser pour les caractéristiques mentionnées en 3.1.4.1 et en 3.1.4.2.

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 Le réseau d'antennes du radiophare d'alignement de descente UHF 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 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 θ .

3.1.5.1.2 L'angle de l'alignement de descente ILS devrait être de 3°. Un angle supérieur à 3 ° ne doit pas être adopté pour l'alignement de descente ILS, à moins qu'il soit impossible de satisfaire d'une autre façon les critères de franchissement d'obstacles.

3.1.5.1.2.1 L'angle de l'alignement de descente doit être réglé et maintenu dans les limites de :

- 0,075 θ à partir de θ pour les alignements de descente des installations ILS de catégories de performances I et II;
- 0,04 θ à partir de θ pour les alignements de descente des installations ILS de catégorie de performances III.

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

Note 2. —Le §2.4 et la Figure C-5 du Supplément C 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-18 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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 II et III. Une tolérance de +3 m (10 ft) est autorisée.

3.1.5.1.5 La hauteur du point de repère ILS serait de 15 m (50 ft) pour les installations ILS de catégorie de performances I. 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 du § 2.4 du Supplément C.

3.1.5.1.6 La hauteur du point de repère ILS serait de 12 m (40 ft) pour les installations ILS de catégorie de performances / utilisées sur les pistes courtes avec approche de précision identifiées par les chiffres de code 1 et 2. Une tolérance de +6 m (20 ft) est autorisée.

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. Si une seule porteuse est utilisée, la tolérance de fréquence ne dépassera pas $\pm 0,005\%$. Si des systèmes d'alignement de descente à deux porteuses sont utilisés, la tolérance de fréquence ne dépassera pas $\pm 0,002\%$ et la bande nominale occupée par les porteuses sera symétrique par rapport à la fréquence assignée. Toutes les tolérances étant appliquées, l'espacement de fréquence entre les porteuses sera 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.

3.1.5.2.3 Dans le cas des installations ILS de catégorie de performances III, les signaux provenant de l'émetteur ne doivent contenir aucun élément susceptible de causer des fluctuations apparentes de l'alignement de descente de plus de 0,02 DDM, de crête à crête, dans la bande de fréquences 0,01 Hz — 10 Hz.

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 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 ° vers le haut et de 0,45 ° vers le bas, ou jusqu'au site le plus bas, jusqu'à concurrence de 0,30 °, qui doit être 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 μ V/m (-95 dBW/m^2). 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 sera de 30 m (100 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil. Pour les radiophares d'alignement de descente des installations de catégories de performances II et III, la hauteur minimale jusqu'à laquelle cette intensité de champ doit être fournie sera de 15 m (50 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-19 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

Note 1. – Les dispositions du paragraphe précédent supposent que l'aéronef se dirige sur le radiophare.

Note 2. – Le § 2.2 du Supplément C, contient des éléments indicatifs sur les paramètres importants des récepteurs de bord.

Note 3. – Le § 2.4 du Supplément C 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)
De la limite extérieure de couverture jusqu'au point C de l'ILS	(Probabilité de 95 %) 0,035

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

Zone	Amplitude (DDM)
De la limite extérieure de couverture jusqu'au point A de l'ILS	(Probabilité de 95 %) 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 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 paragraphe 2.1.4 du Supplément C 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 restera 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 :

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-20 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

- a) les fréquences de modulation doivent être de 90 Hz et 150 Hz, $\pm 2,5\%$ dans le cas des installations ILS de catégorie de performances I;
- b) les fréquences de modulation doivent être de 90 Hz et 150 Hz, $\pm 1,5\%$ dans le cas des installations ILS de catégorie I de performances II;
- c) les fréquences de modulation doivent être de 90 Hz et 150 Hz, $\pm 1\%$ dans le cas des installations ILS de catégorie de performances III;
- d) l'ensemble des harmoniques de la modulation à 90 Hz ne doit pas être supérieur à 10 %; de plus, dans le cas des installations de catégorie de performances III, la deuxième和谐音 of the modulation à 90 Hz ne doit pas être supérieure à 5 %;
- e) l'ensemble des harmoniques de la modulation à 150 Hz ne doit pas être supérieur à 10 %.

3.1.5.5.2.1 Dans le cas des installations ILS de catégorie de performances I, les fréquences de modulation doivent être de 90 Hz et 150 Hz, $\pm 1,5\%$ lorsque cela est possible.

3.1.5.5.2.2 Dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations de catégorie de performances III, le taux de modulation en amplitude de la porteuse à la fréquence d'alimentation ou de ses harmoniques, ou à celles d'autres fréquences nuisibles, ne doit pas être supérieur à 1 %.

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 :

- a) dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS des catégories de performances I et II: à 20° près,
- b) dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances III: à 10° 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.

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 :

- a) dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS des installations de catégories de performances I et II : à 20° près,
- b) dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS des installations de catégorie de performances III: à 10° 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:

- 1) dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS des installations de catégories de performances I et II: à 20° près,
- 2) dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS des installations de catégorie de

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-21 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

performances III: à 10° près,

par rapport à la composante à 150 Hz.

3.1.5.5.3.2 L'emploi d'autres radiophares d'alignement de descente à deux fréquences pour lesquels la mise en phase des signaux acoustiques est différente des conditions normales de concordance de phase décrites au § 3.1.5.5.3.1 doit être autorisé. Dans de tels systèmes, la mise en phase des signaux à 90 Hz et celle des signaux à 150 Hz doivent être réglées à leurs valeurs nominales entre les limites correspondant aux limites indiquées au § 3.1.5.5.3.1.

Note: Ces dispositions ont pour but d'assurer le fonctionnement correct du récepteur de bord dans le secteur de l'alignement de descente où les intensités de signal des deux porteuses sont à peu près les mêmes.

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 doivent 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 correspondra à une DDM de 0,0875 pour des écarts angulaires compris entre 0,07 ° et 0,14 ° 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 Dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances I, la sensibilité nominale d'écart angulaire correspondrait à une DDM de 0,0875 pour un écart angulaire de 0,12 ° au-dessous de l'alignement de descente avec une tolérance de ±0,02 °. Les secteurs supérieur et inférieur devraient être aussi symétriques que possible, à l'intérieur des limites spécifiées au § 3.1.5.6.1.

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 correspondra à une DDM de 0,0875 pour un écart angulaire de :

- a) 0,12 ° au-dessous de l'alignement de descente, avec une tolérance de ±0,02 ° ;
- b) 0,12 ° au-dessus de l'alignement de descente, avec une tolérance de +0,02 ° et -0,05 °.

3.1.5.6.4 Dans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances III, la sensibilité nominale d'écart angulaire doit correspondre à une DDM de 0,0875 pour des écarts angulaires de 0,12 ° au-dessus et au-dessous de l'alignement de descente, avec une tolérance de ±0,02 °.

3.1.5.6.5 La DDM au-dessous de l'alignement de descente ILS augmentera régulièrement au fur et à mesure que diminuera 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 ° au-dessus de l'horizontale. Toutefois, si cette valeur est atteinte avec un angle de site dépassant 0,45 ° 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 ° ou jusqu'au site le plus bas, jusqu'à concurrence de 0,30 °, qui doit être nécessaire pour protéger la procédure promulguée pour l'interception de l'alignement de descente.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-22 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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

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 à la valeur nominale choisie $\pm 25\%$.

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 à la valeur nominale choisie $\pm 20\%$.

3.1.5.6.8 La sensibilité d'écart angulaire du radiophare d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances III doit être réglée et maintenue à la valeur nominale choisie $\pm 15\%$.

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 interrompra 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 $+1,10\theta$ 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 et III. 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 et III. 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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-23 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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.

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. Des indications sur les critères de franchissement d'obstacles figurent dans les PANS-OPS (Doc 8168).

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 en 2.4.11. du Supplément C.

3.1.5.7.2 Le contrôle des caractéristiques de l'alignement de descente ILS en fonction de tolérances moindres dans les cas où la procédure normale entraînerait des inconvénients pour l'exploitation.

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 pas dépasser en aucun cas:

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

2 s dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS des installations de catégories de performances II et III.

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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-24 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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.

3.1.5.7.3.2 Lorsque cela est réalisable, la durée totale de la période prévue au § 3.1.5.7.3.1 pour les radiophares d'alignement de descente ILS des installations de catégories de performances II et III ne dépasserait pas 1 s.

3.1.5.7.3.3 La conception et l'utilisation du dispositif de contrôle devront tenir 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 § 2.1.7 du Supplément C contient des éléments indicatifs au sujet de la conception et du fonctionnement des dispositifs de contrôle.

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 devra 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), Appendice C, Classification et déclassement 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 sera 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 serait pas inférieure à $1 - 1,0 \times 10^{-7}$ pour tout atterrissage pour les radiophares d'alignement de descente de niveau 1.

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

Note.— Un radiophare d'alignement de descente conforme aux Pratiques recommandées 3.1.5.8.2.1 et 3.1.5.8.2.2 est aussi conforme à la norme 3.1.5.8.3 (niveau de performance 2) et doit, par conséquent, être identifié comme étant de niveau 2. 3.1.5.8.2.3 Recommandation.— Si la valeur d'intégrité d'un radiophare d'alignement de descente de niveau I ne peut pas être atteinte ou ne peut pas être calculée facilement, il est recommandé de procéder à une analyse détaillée pour s'assurer de la sûreté intrinsèque du moniteur.

3.1.5.8.3 Le niveau 2 sera 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



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-25
Révision: 04
Date: 10/11/2025

– 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).

3.1.5.8.4 Le niveau 3 ou 4 sera 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

3.1.6. Appariement des fréquences de radiophares d'alignement de piste et de radiophare 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 la liste suivante conformément aux dispositions du RANT 10 PART 5, Chapitre 4 § 4.2 :

<i>Radiophare d'alignement de piste (MHz)</i>	<i>Radiophare d'alignement de descente (MHz)</i>	<i>Radiophare d'alignement de piste (MHz)</i>	<i>Radiophare d'alignement de descente (MHz)</i>
108,1	334,7	110,1	334,4
108,15	334,55	110,15	334,25
108,3	334,1	110,3	335,0
108,35	333,95	110,35	334,85
108,5	329,9	110,5	329,6
108,55	329,75	110,55	329,45
108,7	330,5	110,7	330,2
108,75	330,35	110,75	330,05
108,9	329,3	110,9	330,8
108,95	329,15	110,95	330,65
109,1	331,4	111,1	331,7
109,15	331,25	111,15	331,55
109,3	332,0	111,3	332,3
109,35	331,85	111,35	332,15
109,5	332,6	111,5	332,9
109,55	332,45	111,55	332,75
109,7	333,2	111,7	333,5
109,75	333,05	111,75	333,35
109,9	333,8	111,9	331,1
109,95	333,65	111,95	330,95

3.1.7. Radiobornes VHF

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-26 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

Note.— Les dispositions relatives aux radiobornes ne s'appliquent que lorsqu'une ou plusieurs radiobornes sont installées.

3.1.7.1 Généralités

- a) Chaque installation doit comporter deux radiobornes, sauf aux endroits où l'autorité compétente estime qu'une seule radioborne suffit. Une troisième radioborne peut être ajoutée lorsque l'autorité compétente estime qu'une borne supplémentaire est nécessaire en raison des procédures d'exploitation observées en certains emplacements.
- b) Si une radioborne est installée elle doit être conforme aux spécifications du § 3.1.7. Lorsque l'installation comporte deux radiobornes seulement, les spécifications applicables à la borne intermédiaire et à la borne extérieure seront respectées. Lorsque l'installation comporte une radioborne seulement, les spécifications applicables soit à la borne intermédiaire, soit à la borne extérieure doivent être respectées. Si les radiobornes sont remplacées par un DME, les spécifications du § 3.1.7.6.5 s'appliquent.
- c) Les radiobornes doivent produire des diagrammes de rayonnement pour indiquer des distances déterminées par rapport au seuil le long de l'alignement de descente ILS.

3.1.7.1.1 Lorsqu'une radioborne est utilisée en conjonction avec l'alignement arrière d'un radiophare d'alignement de piste, celle-ci doit être conforme aux caractéristiques des radiobornes spécifiées au § 3.1.7.

3.1.7.1.2 Les signaux d'identification des radiobornes utilisées en conjonction avec l'alignement arrière d'un radiophare d'alignement de piste doivent pouvoir être distingués clairement des signaux d'identification des radiobornes intérieure, intermédiaire et extérieure prescrits au § 3.1.7.5.1.

3.1.7.2 Fréquence radio

3.1.7.2.1 Les radiobornes fonctionneront sur 75 MHz, avec une tolérance de fréquence de $\pm 0,005\%$, et leurs émissions doivent être polarisées horizontalement.

3.1.7.3 Couverture

3.1.7.3.1 Les radiobornes doivent être réglées de façon à assurer une couverture sur les distances suivantes, mesurées sur l'axe du radioalignement de descente et du radioalignement de piste :

- a) *radioborne intérieure*: $150 \text{ m} \pm 50 \text{ m}$ ($500 \text{ ft} \pm 160 \text{ ft}$);
- b) *radioborne intermédiaire*: $300 \text{ m} \pm 100 \text{ m}$ ($1 000 \text{ ft} \pm 325 \text{ ft}$);
- c) *radioborne extérieure*: $600 \text{ m} \pm 200 \text{ m}$ ($2 000 \text{ ft} \pm 650 \text{ ft}$).

3.1.7.3.2 L'intensité de champ, aux limites de couverture spécifiées au § 3.1.7.3.1 ci-dessus, doit être égale à $1,5 \text{ mV/m}$ ($- 82 \text{ dBW/m}^2$). En outre, l'intensité de champ à l'intérieur de la zone de couverture augmentera pour atteindre au moins la valeur de $3,0 \text{ mV/m}$ ($- 76 \text{ dBW/m}^2$).

Note 1. — En ce qui concerne la conception de l'antenne au sol, il est souhaitable de faire en sorte qu'un taux suffisant de variation de l'intensité de champ soit assuré aux limites de la couverture. Il est également souhaitable de faire en sorte que les aéronefs qui se trouvent à l'intérieur des limites du secteur d'alignement de piste reçoivent une indication visuelle.

Note 2. — Une installation type de récepteur de radioborne embarqué fonctionnera de manière satisfaisante si la sensibilité est réglée de manière qu'on obtienne une indication visuelle lorsque l'intensité de champ est de $1,5 \text{ mV/m}$ ($- 82 \text{ dBW/m}^2$).

3.1.7.4 Modulation

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-27 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

3.1.7.4.1 Les fréquences de modulation doivent être les suivantes :

- a) *radioborne intérieure* : 3 000 Hz;
- b) *radioborne intermédiaire*: 1 300 Hz;
- c) *radioborne extérieure*: 400 Hz.

La tolérance pour les fréquences ci-dessus doit être de $\pm 2,5\%$ et l'ensemble des harmoniques pour chacune des fréquences ne doit pas être supérieur à 15 %.

3.1.7.4.2 Le taux de modulation des radiobornes doit être de $95\pm 4\%$.

3.1.7.5 Identification

3.1.7.5.1 Les émissions de la porteuse ne doivent pas être interrompues. Les fréquences audibles de modulation doivent être manipulées de la façon suivante :

- a) *radioborne intérieure*: 6 points par seconde, d'une façon continue;
- b) *radioborne intermédiaire*: série continue de points et de traits alternés, les traits étant émis à la cadence de 2 traits par seconde et les points à la cadence de 6 points par seconde;
- c) *radioborne extérieure*: 2 traits par seconde, d'une façon continue. Ces cadences de manipulation doivent être observées avec une tolérance de $\pm 15\%$.

3.1.7.6 Implantation

3.1.7.6.1 La radioborne intérieure doit être implantée de manière à indiquer, lorsque la visibilité est mauvaise, l'imminence d'arrivée au seuil de piste

3.1.7.6.1.1 Si le diagramme de rayonnement est vertical, la radioborne intérieure serait implantée autant que possible à une distance comprise entre 75 m (250 ft) et 450 m (1 500 ft) du seuil de piste et à 30 m (100 ft) au plus du prolongement de l'axe de la piste.

Note 1. — Le but recherché est que le diagramme de rayonnement de la radioborne intérieure coupe le prolongement vers le bas de la partie en ligne droite de l'alignement de descente ILS nominal à la hauteur de décision la plus basse applicable à l'exploitation de catégorie II.

Note 2. — Il y a lieu de veiller, pour l'implantation de la radioborne intérieure, à éviter toute interférence entre la radioborne intérieure et la radioborne intermédiaire. Des détails sur l'implantation des radiobornes intérieures figurent au § 2.10 du Supplément C.

3.1.7.6.1.2 Si le diagramme de rayonnement n'est pas vertical, la radioborne serait implantée dans toute la mesure possible, de façon à créer à l'intérieur du secteur d'alignement de piste et du secteur d'alignement de descente ILS un champ sensiblement analogue à celui que produirait une antenne à rayonnement vertical implantée conformément aux dispositions du § 3.1.7.6.1.1.

3.1.7.6.2 La radioborne intermédiaire doit être implantée de manière à indiquer, par mauvaise visibilité, que le guidage visuel d'approche est imminent.

3.1.7.6.2.1 Si le diagramme de rayonnement est vertical, la radioborne serait implantée dans toute la mesure possible à 1 050 m (3 500 ft) ± 150 m (500 ft) du seuil de la piste, côté approche, et à 75 m (250 ft) au plus du prolongement de l'axe de la piste.

Note: Voir les indications sur l'implantation des radiobornes intérieures et intermédiaires en 2.10 du Supplément C.

3.1.7.6.2.2 Si le diagramme de rayonnement n'est pas vertical, la radioborne serait implantée dans la mesure du possible, de façon à créer à l'intérieur du secteur d'alignement de piste et du secteur

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-28 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

d'alignement de descente ILS un champ sensiblement analogue à celui que produirait une antenne à rayonnement vertical implantée conformément aux dispositions du § 3.1.7.6.2.1.

3.1.7.6.3 La radioborne extérieure doit être implantée de façon à permettre aux aéronefs en approche intermédiaire et finale de vérifier leur hauteur, leur distance et le fonctionnement de l'installation.

3.1.7.6.3.1 La radioborne extérieure serait implantée à 7,2 km (3,9 NM) du seuil ; toutefois, si pour des raisons topographiques ou opérationnelles cette distance ne peut être respectée, la radioborne extérieure peut être implantée entre 6,5 et 11,1 km (3,5 et 6 NM) du seuil.

3.1.7.6.4 Si le diagramme de rayonnement est vertical, la radioborne extérieure ne serait pas à plus de 75 m (250 ft) du prolongement de l'axe de la piste. Si le diagramme de rayonnement n'est pas vertical l'équipement devrait être implanté de manière à produire, à l'intérieur du secteur d'alignement de piste et du secteur d'alignement de descente ILS, un champ qui soit essentiellement analogue à celui que produirait une antenne dont le diagramme de rayonnement est vertical.

3.1.7.6.5 La position des radiobornes ou, le cas échéant, la ou les distances équivalentes indiquées par le DME, lorsque cette installation est utilisée pour remplacer tout ou partie de l'élément radioborne de l'ILS, seront publiées conformément aux dispositions du RANT 15.

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

3.1.7.6.5.2 Lorsque le DME est utilisé pour remplacer la radioborne intermédiaire, sa fréquence sera couplée avec le radiophare d'alignement de piste ILS et son implantation sera fixée de manière à réduire au minimum l'erreur de l'indication de distance.

3.1.7.6.5.3 Le DME prévu au § 3.1.7.6.5 sera conforme à la spécification du § 3.5.

3.1.7.7 Contrôle

3.1.7.7.1 Une installation appropriée doit alimenter en signaux et faire fonctionner un dispositif de contrôle automatique. Ce dispositif de contrôle transmettra un avertissement en un point de contrôle lorsque l'une quelconque des conditions suivantes se présentera :

- a) panne de modulation ou de manipulation;
- b) baisse de la puissance émise de plus de 50 % par rapport à la puissance normale.

3.1.7.7.2 Pour chaque radioborne, il devrait être installé un dispositif de contrôle approprié donnant une indication en un lieu convenablement choisi lorsque le taux de modulation de la radioborne baisserait au-dessous de 50 %.

3.2 SPÉCIFICATIONS DU SYSTÈME RADAR D'APPROCHE DE PRÉCISION

Note: Les distances indiquées dans ces spécifications sont des distances réelles dans l'espace.

3.2.1 Un système radar d'approche de précision doit comprendre les éléments suivants:

- 3.2.1.1 Le radar d'approche de précision (PAR).
- 3.2.1.2 Le radar de surveillance (SRE).

3.2.2 Lorsque seul le PAR est utilisé, l'installation doit être désignée au moyen de l'abréviation PAR ou de l'expression radar d'approche de précision et non au moyen de l'expression «système radar d'approche de précision».

Note : Des dispositions relatives à l'enregistrement et à la conservation des données radar figurent au Chapitre 6 du RANT 11.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-29 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

3.3.3. Radar d'approche de précision (PAR)

3.2.2.1 Couverture

3.2.2.1.1 Le PAR doit pouvoir détecter et indiquer la position d'un aéronef ayant une surface réfléchissante de 15 m² ou plus et situé dans un volume limité en azimut par un secteur de 20° d'ouverture et en site par un secteur de 7°, jusqu'à une distance de 16,7 km (9 NM) de son antenne.

Note : Le tableau ci-après donne une idée de l'étendue des surfaces réfléchissantes des différents aéronefs :

- *Appareil privé (monomoteur)*: de 5 à 10 m²;
- *Bimoteur de petites dimensions*: 15 m² et plus. ;
- *Bimoteur de dimensions moyennes*: 25 m² et plus ;
- *Quadrimeuteur*: de 50 à 100 m².

3.2.2.2 Implantation

3.2.2.2.1 Le PAR doit être implanté et réglé de façon à couvrir entièrement un volume dont la pointe doit être située à 150 m (500 ft) du point d'atterrissement en direction de la sortie de la piste et limité en azimut par un secteur ouvert de ±5° par rapport à l'axe de la piste et en site par un secteur ouvert de -1° à +6° par rapport au plan horizontal.

Note 1.— Il est possible de se conformer aux dispositions du § 3.2.3.2.1 ci-dessus en implantant le dispositif en arrière du point d'atterrissement, du côté de la sortie de la piste, à une distance égale ou supérieure à 915 m (3 000 ft), lorsque le décalage latéral par rapport à l'axe de la piste est de 120 m (400 ft), et à une distance égale ou supérieure à 1 200 m (4 000 ft) lorsque ce décalage est de 185 m (600 ft), si le dispositif est aligné pour explorer un secteur s'étendant jusqu'à 10 degrés de chaque côté de l'axe de la piste. Si le dispositif est réglé pour explorer un secteur de 15° d'un côté de l'axe de la piste et de 5° de l'autre côté, le recul minimum peut être réduit à 685 m (2 250 ft) pour un décalage de 120 m (400 ft) et à 915 m (3 000 ft) pour un décalage de 185 m (600 ft).

Note 2. – Le Supplément C comporte des schémas illustrant l'implantation du PAR (voir les Figures C-14 à C-17).

3.2.2.3 Précision

3.2.2.3.1 *Précision des indications en azimut.* Les indications en azimut doivent être données sur l'écran de telle façon que les écarts à gauche ou à droite de l'axe d'approche puissent être facilement observés. L'erreur maximale admissible des écarts par rapport à l'axe d'approche aura la plus grande des deux valeurs suivantes: 0,6 % de la distance de l'aéronef à l'antenne du PAR + 10 % de l'écart entre l'aéronef et l'axe d'approche, ou 9 m (30 ft). Le dispositif doit être implanté de telle façon que l'erreur au point d'atterrissement n'excède pas 9 m (30 ft). Le dispositif doit être aligné et réglé de telle façon que l'erreur au point d'atterrissement, lire sur l'écran, soit aussi faible que possible et n'excède pas la plus grande des deux valeurs suivantes: 0,3 % de la distance de l'aéronef à l'antenne du PAR ou 4,5 m (15 ft). Il doit être possible de distinguer la position de deux aéronefs dont les azimuts diffèrent de 1,2°.

3.2.2.3.2 *Précision des indications en site.* Les indications en site doivent être données sur l'écran de telle façon que les écarts au-dessus ou au-dessous de l'axe de descente pour lequel est réglé le dispositif puissent être facilement observés. L'erreur maximale admissible des écarts par rapport à l'axe d'approche aura la plus grande des deux valeurs suivantes: 0,4 % de la distance entre l'aéronef et l'antenne du PAR +10 % de l'écart linéaire de l'aéronef par rapport à l'axe de descente choisi, ou 6 m (20 ft). Le dispositif doit être implanté de telle façon que l'erreur au point d'atterrissement n'excédera pas

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-30 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

6 m (20 ft); il doit être aligné et réglé de telle façon que l'erreur au point d'atterrissement, lue sur l'écran, soit aussi faible que possible et n'excède pas la plus grande des deux valeurs suivantes: 0,2 % de la distance de l'aéronef à l'antenne du PAR ou 3 m (10 ft). Il doit être possible de distinguer la position de deux aéronefs dont les angles de site diffèrent de 0,6°.

3.2.2.3.3 Précision des indications en distance. L'erreur sur l'indication de la distance d'un aéronef au point d'atterrissement ne doit pas excéder 3 % de cette distance, +30 m (100 ft). Il doit être possible de distinguer la position de deux aéronefs de même azimut, situés à une distance de 120 m (400 ft) l'un de l'autre.

3.2.2.4 Des indications doivent être données de façon à permettre de déterminer la position de l'aéronef contrôlé par rapport aux autres aéronefs et par rapport aux obstacles. Ces indications permettront également d'évaluer la vitesse par rapport au sol et la vitesse d'éloignement et de rapprochement de la trajectoire de vol voulue.

3.2.2.5 Les indications doivent être entièrement renouvelées au moins toutes les secondes.

3.2.3 Radar de surveillance (SRE)

3.2.3.1 Le radar de surveillance, lorsqu'il doit être employé comme élément d'un système radar d'approche de précision, répondra au moins aux spécifications ci-dessous.

3.2.3.2 Couverture

3.2.3.2.1 Le SRE doit permettre de détecter des aéronefs ayant une surface réfléchissante égale ou supérieure à 15 m² situés dans le rayonnement direct de l'antenne à l'intérieur d'un volume déterminé comme suit:

Volume engendré par rotation de 360° autour de l'antenne, d'une surface plane verticale limitée: premièrement, par un segment de droite partant de l'antenne, incliné de 1,5° au-dessus de l'horizontale et de projection horizontale égale à 37 km (20 NM); deuxièmement, par un segment de droite vertical partant de l'extrémité du précédent et limité au point situé à 2 400 m (8 000 ft) au-dessus du niveau de l'antenne; troisièmement, par une ligne horizontale partant de ce point et s'étendant en direction de l'antenne jusqu'au point de rencontre avec la droite issue de l'antenne et inclinée de 20° au-dessus de l'horizontale; enfin, par le segment de droite joignant ce point de rencontre à l'antenne.

3.2.3.2.2 Il faudrait s'efforcer d'améliorer la couverture obtenue pour un aéronef d'une surface réfléchissante de 15 m², de manière à obtenir au moins la couverture correspondant aux modifications ci-après du § 3.2.4.2.1 :

- remplacer 1,5° par 0,5°;
- remplacer 37 km (20 NM) par 46,3 km (25 NM);
- remplacer 2 400 m (8 000 ft) par 3 000 m (10 000 ft);
- remplacer 20° par 30°.

Note: Un schéma illustrant la couverture verticale du SRE figure au Supplément C (Figure C-18).

3.2.3.3 Précision

3.2.3.3.1 Précision des indications en azimut. La position en azimut doit être indiquée à 2° près. Il doit être possible de distinguer la position de deux aéronefs dont les azimuts diffèrent de 4°.

3.2.3.3.2 Précision des indications en distance. L'erreur sur l'indication de distance ne doit être pas supérieure à la plus grande des deux valeurs ci-après: 5 % de la distance réelle ou 150 m (500 ft). Il doit

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-31 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

être possible de distinguer la position de deux aéronefs séparés par la plus grande des deux valeurs suivantes: 1 % de la distance réelle de l'aéronef au point d'observation ou 230 m(750ft)

3.2.3.3.2.1 L'erreur sur l'indication de distance ne serait pas supérieure à la plus grande des deux valeurs ci-après: 3 % de la distance réelle ou 150 m(500ft).

3.2.3.4 Le dispositif devra pouvoir renouveler complètement, au moins toutes les quatre secondes, les indications en distance et en azimut, de tout aéronef situé dans le volume de couverture du dispositif.

3.2.3.5 Le dispositif s'efforcerait de réduire, autant que possible, les brouillages provoqués par les échos du sol, des nuages et des précipitations atmosphériques.

3.3 SPÉCIFICATIONS DU RADIOPHARE OMNIDIRECTIONNEL VHF (VOR)

3.3.1 Généralités

3.3.1.1 Le VOR doit être 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 doivent être 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.

3.3.2 Fréquence radio

3.3.2.1 Le VOR fonctionnera dans la bande 111,975 -117,975 MHz; toutefois, les fréquences de la bande 108 — 111,975 MHz pourront être utilisées lorsque, conformément aux dispositions du § 4.2.1 et 4.2.3.1 du Chapitre 4 du RANT 10 PART 5, l'emploi de ces fréquences est acceptable. La plus haute fréquence assignable doit être 117,950 MHz. Les canaux doivent être espacés de 50 en 50 kHz à partir de la plus haute fréquence assignable. Dans les régions où l'on utilise généralement l'espacement de 100 kHz entre les canaux, la tolérance de fréquence de la porteuse doit être de $\pm 0,005\%$.

3.3.2.2 La tolérance de fréquence de la porteuse doit être de $\pm 0,002\%$ sur toutes les installations mises en œuvre après le 23 mai 1974 dans les régions où l'on utilise un espacement de 50 kHz entre canaux.

3.3.2.3 Dans les régions où l'on implante de nouvelles installations VOR et où l'on assigne à ces nouvelles installations des fréquences espacées de 50 kHz par rapport à celles des VOR existant dans les mêmes régions, il faudra veiller en priorité à réduire à $\pm 0,002\%$ la tolérance de fréquence des VOR existants.

3.3.3 Polarisation et degré de précision

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-32 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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 au Doc 8071 — Manuel sur la vérification des aides radio à la navigation — sur les possibilités de déterminer, par des essais en vol, l'influence de la polarisation verticale sur la précision des relevements.)

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 à $\pm 2^\circ$ 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.

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 serait 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 au § 3.1 du Supplément C. La p.i.r.e. est définie au § 3.5.1.

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 aura 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 aura 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 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 variera entre les limites de 28 et 32 %.



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-33
Révision: 04
Date: 10/11/2025

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 % dans les installations sans modulation vocale, et entre les limites de 20 et 35 % dans les installations avec modulation vocale.

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 Doc 8071 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 $30\text{ Hz} \pm 1\%$.

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

3.3.5.6

- Dans le cas du VOR classique, le taux de modulation en amplitude de la sous-porteuse de 9 960 Hz ne doit pas dépasser 5 %.
- Dans le cas du VOR Doppler, le taux de modulation en amplitude de la sous-porteuse de 9 960 Hz, mesuré en un point situé à 300 m (1 000 ft) au moins du VOR, ne doit pas dépasser 40 %.

3.3.5.7 Lorsqu'un espace de 50 kHz est utilisé entre les canaux, le niveau des harmoniques de la bande latérale modulée à 9 960 Hz du signal rayonné ne doit pas dépasser les limites suivantes par rapport au niveau de la bande latérale de 9 960 Hz :

<i>Sous-porteuse</i>	<i>Niveau</i>
9 960 Hz	0 dB (niveau de référence)
2 ^e harmonique	-30 dB
3 ^e harmonique	-50 dB
4 ^e harmonique et au-dessus	-60 dB

3.3.6 Radiotéléphonie et identification

3.3.6.1 Lorsque le VOR permet de communiquer simultanément du sol avec l'aéronef, les communications auront lieu sur la fréquence porteuse utilisée pour les signaux de navigation. Les émissions sur cette fréquence doivent être polarisées horizontalement.

3.3.6.2 Le taux de modulation en pointe de la porteuse sur ce canal de communication ne doit pas être supérieur à 30 %.

3.3.6.3 La caractéristique basse fréquence du canal de communication radiotéléphonique dans la bande de 300 Hz à 3 000 Hz ne doit pas s'écartez de plus de 3 dB du niveau correspondant à 1 000 Hz.

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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-34 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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 une fois toutes les 30 s et la fréquence de modulation doit être égale à $1\ 020\ Hz \pm 50\ Hz$.

3.3.6.5.1 Un signal d'identification serait transmis au moins trois fois toutes les 30 s, les signaux étant également espacés au cours de chacune de ces périodes de 30 s. L'un des signaux d'identification pourrait être transmis en phonie.

Note: Lorsqu'un VOR et un DME sont associés conformément au § 3.5.1.2, les dispositions de du § 3.5.3.6.4 ci-après 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 %.

3.3.6.6.1 Lorsque le VOR permet de communiquer simultanément du sol avec l'aéronef, le taux de modulation du signal codé d'identification devrait être de $5 \pm 1\ %$ en vue d'assurer une qualité satisfaisante des communications radiotéléphoniques.

3.3.6.7 Les communications radiotéléphoniques ne doivent pas gêner en aucune façon les émissions principales du VOR. Le signal d'identification doit être maintenu au cours des émissions radiotéléphoniques.

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, 3.3.6.6 et 3.3.6.7.

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 et interrompra les modulations des signaux de navigation où interrompra le rayonnement lorsque les irrégularités suivantes se produiront, 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, des composantes de modulation de la tension 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 doivent entraîner la transmission d'un avertissement à un point de contrôle 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 à la section 3 des Suppléments C et E.

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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-35 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

3.3.8.1 Le système récepteur VOR doit assurer une immunité suffisante à l'égard du brouillage causé par les produits d'inter modulation 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

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

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'inter modulation 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.

Δf = 108,1 — f₁, f₁ étant la fréquence de N₁, signal FM VHF le plus proche de 108,1 MHz.

3.3.8.2 Le système récepteur VOR ne doit être 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
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 § 3.6.5 du Supplément C 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.

3.4. Spécifications des radiophares non directionnels (NDB)

(Réservée)

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

Note 1. — Le présent sous chapitre traite de trois types de DME : le DME/N pour les applications générales et le DME/P à utiliser selon les dispositions du § 3.11.3.

3.5.1 Définitions

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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-36 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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'écarte pas l'aéronef de l'alignement de piste et/ou de l'alignement de descente souhaités (voir le § 3.11).

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. 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'écartier l'aéronef de l'alignement de piste et/ou de l'alignement de descente souhaité (voir 3.11 ci-après).

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 inter opérables.

Mode W, X, Y ou 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).

Point de repère d'approcheMLS : Point situé sur l'alignement de descente minimal, à une hauteur spécifiée au-dessus du seuil (voir § 3.11 ci-après).

Point d'origine MLS : Point de l'axe de piste le plus proche du centre de phase de l'antenne de site d'approche (voir. § 3.11 ci-après).

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).

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-37 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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- I et 3-2).

Temps de travail (du manipulateur) : Temps pendant lequel un point ou un trait faisant partie d'un caractère en code morse est émis.

Temps mort DME : Période qui suit immédiatement le décodage d'une interrogation valide, et pendant laquelle la réception d'une interrogation ne pourra pas déclencher une réponse.

Note: Le temps mort est destiné à empêcher le transpondeur de répondre à des échos résultant de multitrajets.

3.5.2 Généralités

3.5.2.1 Le dispositif DME doit indiquer de façon permanente et précise, dans le poste de pilotage, la distance oblique entre un aéronef pourvu de ce dispositif et le point de référence d'une installation au sol.

3.5.2.2 Le dispositif doit comprendre deux éléments fondamentaux, l'un installé à bord de l'aéronef, l'autre au sol. L'équipement embarqué doit être appelé interrogateur, l'équipement au sol transpondeur.

3.5.2.3 Les interrogateurs doivent être utilisés pour interroger les transpondeurs qui, à leur tour, transmettront à l'interrogateur des réponses synchronisées avec les interrogations, et fourniront ainsi un moyen de mesurer la distance avec précision.

3.5.2.4 Le DME/P doit fonctionner dans deux modes différents: IA et FA.

3.5.2.5 Lorsqu'un DME est associé avec un ILS, un MLS ou un VOR de façon à constituer une installation unique, les installations en question:

- a) fonctionneront sur une des paires de fréquences prévues au § 3.5.3.3.4 ;
- b) devront être coimplantées dans les limites prescrites au § 3.5.2.6 pour des installations associées ;
- c) rempliront les conditions d'identification prescrites au § 3.5.3.6.4.

3.5.2.6 Limites de coïmplantation pour un dme associe avec un ILS, un MLS ou un VOR

3.5.2.6.1. Les VOR et DME associés doivent être coïmplantés conformément aux dispositions ci-après:

- a) pour les installations destinées, dans les régions terminales, aux procédures d'approche ou autres,lorsque le système doit permettre de déterminer la position avec toute la précision dont il est capable, l'espacement entre les antennes du VOR et du DME ne dépasse pas 80 m (260 ft) ;
- b) lorsque les deux systèmes doivent servir à des fins autres que celles indiquées au point a) ci-dessus, l'espacement entre les antennes du VOR et du DME ne dépassera pas 600 m (2 000 ft).

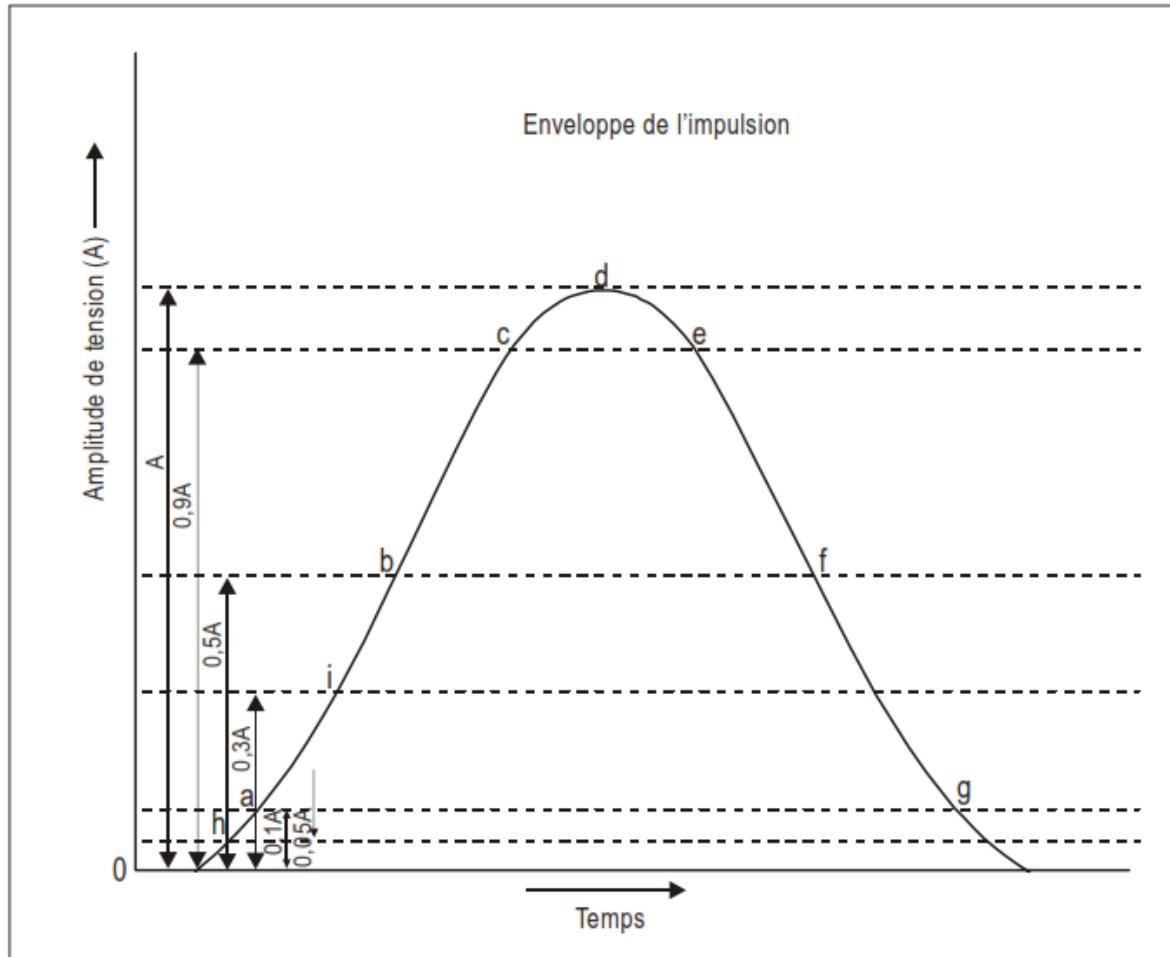
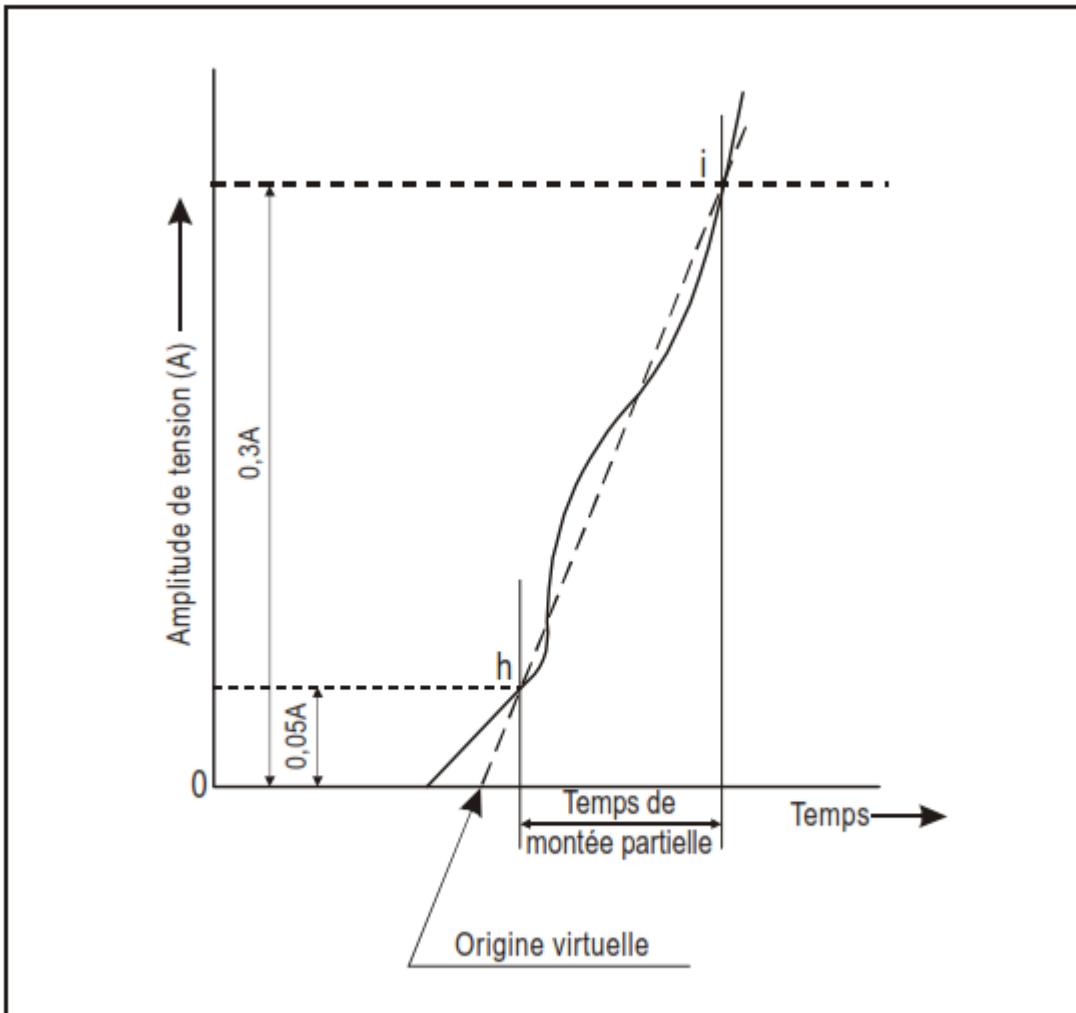


Figure 3-1

**Figure 3-2**

3.5.2.6.2. Association du DME avec l'ILS

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

3.5.2.6.3. Association du DME avec le MLS

3.5.2.6.3.1 Si un DME/P est utilisé pour donner des informations de distance, il serait implanté aussi près que possible de l'installation d'azimut MLS.

Note: Des indications sur l'implantation du DME associé avec le MLS figurent en Section 5 dans le Supplément G et au § 7.1.6 dans le Supplément C. Il s'agit notamment des mesures à prendre pour éviter une indication de distance nulle différente si le DME/P associé au MLS et le DME/N associé à l'ILS couvrent la même piste.

3.5.2.7 Les exigences des sections 3.5.3, 3.5.4 et 3.5.5 précédées du symbole ‡ ne s'appliqueront qu'à l'équipement DME installé pour la première fois après le 1er janvier 1989.

3.5.3 Caractéristiques du système

3.5.3.1 Performances

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-40 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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), 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.

3.5.3.1.2.4 Réservé

3.5.3.1.3 Précision

3.5.3.1.3.1 *Précision du système.* Les présentes normes de précision spécifiées aux § 3.5.3.1.4, 3.5.4.5 et 3.5.5.4 doivent être respectées avec une probabilité de 95 %.

3.5.3.1.4 Précision du DME/P

Note 1. — Deux normes de précision (1 et 2) sont données ci-dessous dans le cas du DME/P en vue de diverses applications.

Note 2. — Des indications sur les normes de précision figurent au § 7.3.2 dans le Supplément C.

3.5.3.1.4.1 *Composantes de l'erreur.* L'erreur de suivi (PFE) doit être constituée par les composantes fréquentielles de l'erreur DME/P à la sortie de l'interrogateur qui sont inférieures à 1,5 radis. Le bruit sur les commandes (CMN) doit être constitué par les composantes fréquentielles de l'erreur DME/P à la sortie de l'interrogateur qui sont comprises entre 0,5 rad/s et 10 rad/s.

Note: Les limites d'erreur spécifiées en un point doivent être appliquées sur un segment de vol qui comprend ce point. Des renseignements au sujet de l'interprétation des erreurs DME/P et au sujet de la mesure de ces erreurs sur un segment de vol adapté à la vérification en vol figurent au § 7.3.6.1 dans le Supplément C.

3.5.3.1.4.2 Les erreurs constatées dans le prolongement de l'axe de piste ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau B à la fin de ce chapitre.

3.5.3.1.4.3 Dans le secteur d'approche, hors du prolongement de l'axe de piste, il doit être toléré que la PFE admissible aux termes de l'exigence 1 comme de l'exigence 2 croisse linéairement en fonction de l'angle jusqu'à $\pm 40^\circ$ d'angle d'azimut MLS, angle sous lequel l'erreur admissible est égale à 1,5 fois sa valeur dans le prolongement de l'axe de piste à la même distance. Le CMN admissible ne croîtra pas en fonction de l'angle. Ni la PFE, ni le CMN ne croîtront en fonction de l'angle de site.

3.5.3.2 Fréquences radioélectriques et polarisation.



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-41
Révision: 04
Date: 10/11/2025

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 : Deux codes d'impulsions doivent être utilisés sur les canaux DME/P comme l'indique le tableau au § 3.5.4.4.1. L'un de ces codes doit être utilisé dans le mode approche initiale (IA), et l'autre dans le mode approche finale (FA).

3.5.3.3.3. Les canaux d'interrogation réponse du DME doivent être choisis parmi les 352 canaux prévus au Tableau A (à la fin de ce chapitre) qui précise les numéros de canal, les fréquences et les codes d'impulsions.

3.5.3.3.4. Appariement des canaux : Lorsqu'un transpondeur DME sera destiné à fonctionner en association avec une simple installation de navigation VHF dans la bande 108 — 117,95 MHz et/ou une installation de guidage en angle MLS dans la bande 5 031,0 — 5 090,7 MHz, le canal d'interrogation réponse DME sera associé avec le canal VHF et/ou la fréquence de guidage en angle MLS selon les indications du Tableau A.

Note: Il se pourra qu'un canal DME soit apparié à la fois avec la fréquence ILS et avec un canal MLS (voir partie 5, Chapitre 4, § 4.3).

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.

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 ont été émises sans qu'on ait obtenu l'indication de la distance, il faudrait limiter à 60 paires d'impulsions par seconde la fréquence de répétition des impulsions 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 ne sera pas établie au bout de 30s, la fréquence de répétition des impulsions ne dépassera pas ensuite 30 paires d'impulsions par seconde.

3.5.3.4.5. *DME/P.* La fréquence de répétition des impulsions de l'interrogateur ne doit pas dépasser les valeurs suivantes du nombre de paires d'impulsions par seconde:

a)	Recherche	40
b)	aéronef au sol	5
c)	poursuite en mode approche initiale	16
d)	poursuite en mode approche finale	40

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-42 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

Note 1. — La fréquence de répétition des impulsions peut dépasser 5 paires d'impulsions par seconde pour les aéronefs au sol dans le cas où l'aéronef a besoin d'une information précise de distance.

Note 2. — 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 serait capable de traiter cette circulation.

Note : Des éléments indicatifs sur le nombre d'aéronefs à traiter figurent au § 7.1.5 dans le Supplément C.

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 de 3.5.3.6.5 ci-dessous:

- 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 ou de guidage en angle MLS émettant elle-même un signal d'identification.

Note: Une installation de guidage en angle MLS communique son identité sous la forme d'un mot numérique transmis sur le canal de données vers les zones de couverture en azimut d'approche et en azimut arrière conformément aux dispositions du § 3.11.4.6.2.1.

3.5.3.6.2. Pour ces deux méthodes d'identification, il doit être fait usage de signaux qui consisteront 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 remplaceront temporairement toutes les impulsions de réponse qui seraient alors émises, sauf dispositions du § 3.5.3.6.2.2. Ces impulsions auront 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 il faudrait émettre, $100 \mu s \pm 10 \mu s$ après chaque paire d'impulsions d'identification, une paire d'impulsions d'égalisation ayant les mêmes caractéristiques que les paires d'impulsions d'identification.

3.5.3.6.2.3 *DME/P.* Les impulsions de réponse doivent être émises entre les temps de travail.

3.5.3.6.2.4 Dans le cas du transpondeur DME/P, les paires d'impulsions de réponse à des interrogations valides en mode FA doivent être aussi émises pendant les temps de travail et auront priorité sur les paires d'impulsions d'identification.

3.5.3.6.2.5 Le transpondeur DME/P ne doit pas employer la paire d'impulsions d'égalisation spécifiée au § 3.5.3.6.2.2.

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

- a) il consiste 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 ;

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-43 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

- 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 sera 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 être pas inférieur à la durée de trois points. La durée totale d'émission d'un groupe codé d'identification ne dépassera pas 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 doit être associé avec une installation VHF ou une installation de guidage en angle MLS, l'identification sera émise sous forme de points et de traits (code morse international) comme il est prescrit au § 3.5.3.6.3 et sera synchronisée avec le signal d'identification de l'installation VHF;
- b) chaque intervalle de 40s 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 et de l'installation de guidage en angle MLS, le cas échéant pendant les autres périodes;
- c) lorsqu'un transpondeur DME sera associé avec un MLS, il sera identifié par les trois dernières lettres d'identification de l'installation de guidage en angle MLS spécifiées au § 3.11.1.4.6.

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 ne sera pas spécifiquement associé avec une installation de navigation VHF ou une installation MLS.

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

3.5.3.6.5.3 Lorsque des communications vocales seront rayonnées par une installation de navigation VHF associée, un signal «associé» émanant du transpondeur sera maintenu.

3.5.3.7 Transition de mode DME/P

3.5.3.7.1 L'interrogateur DME/P conforme à la norme de précision 1 passera de la poursuite en mode IA à la poursuite en mode FA à 13 km (7 NM) du transpondeur lorsque l'aéronef s'approchera du transpondeur, ou à 13 km (7 NM) au maximum du transpondeur dans toute autre circonstance.

3.5.3.7.2 Lorsque la norme de précision 1 sera appliquée, la transition de la poursuite en mode IA à la poursuite en mode FA pourra être amorcée à 14,8 km (8 NM) au maximum du transpondeur à plus de 14,8 km (8 NM), l'interrogateur n'interrogera pas en mode FA.

Note: Les dispositions du § 3.5.3.7.1 ne s'appliquent pas si le transpondeur est un transpondeur DME/N ou si le mode FA du transpondeur DME/P est hors service.

3.5.3.8 Rendement du système.

La précision spécifiée au § 3.5.3.1.4 pour le système DME/P doit être obtenue avec un rendement du système d'au moins 50 %.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-44 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

3.5.4 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DÉTAILLÉES DU TRANSPONDEUR ET DU MONITEUR ASSOCIÉ

3.5.4.1 Émetteur

3.5.4.1.1 *Fréquence de fonctionnement.* Le transpondeur doit émettre sur la fréquence de réponse du canal DME assigné.

3.5.4.1.2 *Stabilité de fréquence.* La fréquence radio-électrique de fonctionnement ne doit pas s'écartez de plus de 0,002 % de la fréquence assignée.

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

a) Temps de montée :

- 1) *DME/N* : Le temps de montée de l'impulsion ne dépassera pas 3 µs.
 - 2) *DME/P* : Le temps de montée de l'impulsion ne dépassera pas 1,6 µs. Pour le mode FA, le temps de montée partielle de l'impulsion sera égal à $0,25 \pm 0,05$ µs. En ce qui concerne le mode FA et lorsque la norme de précision 1 sera appliquée, la pente de l'impulsion dans le temps de montée partielle ne variera pas de plus de $\pm 20\%$. Lorsque la norme de précision 2 sera appliquée, la pente ne variera pas de plus de $\pm 10\%$.
 - 3) *DME/P* : Le temps de montée de l'impulsion ne dépasserait pas 1,2 µs.
- b) La durée de l'impulsion sera de $3,5 \mu s \pm 0,5 \mu s$.
 - c) Le temps de descente de l'impulsion aura une valeur nominale de 2,5 µs mais ne doit pas dépasser 3,5 µs.
 - d) L'amplitude instantanée de l'impulsion ne tombera à aucun moment 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 et DME/P* : Le spectre du signal modulé par impulsions sera 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 dépassera pas 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 dépassera pas dans chaque cas 2 mW. La p.i.r.e contenue dans toute bande de 0,5 MHz diminuera de façon monotone à mesure que la fréquence centrale de la bande s'éloigne de la fréquence nominale de canal.

Note: Le document ED-57 (Amendement no 1 compris) de l'Eurocade contient des éléments indicatifs sur la mesure du spectre du signal modulé par impulsions.

- 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, sera inférieure à 1 % de l'amplitude de crête de l'impulsion. Le processus de déclenchement ne sera pas 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-45 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

Note 2. — La puissance dans les bandes de fréquences spécifiées au § 3.5.4.1.3, alinéas 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 § 3.5.1.7.

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

3.5.4.1.4.3 *DME/N* : La tolérance d'espacement entre impulsions *DME/N* serait de $\pm 0,10 \mu s$.

3.5.4.1.4.4 *DME/P* : La tolérance d'espacement entre impulsions doit être de $\pm 0,10 \mu s$.

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.

3.5.4.1.5 *Puissance de crête*

3.5.4.1.5.1 *DME/N* : La p.i.r.e de crête ne serait pas inférieure à celle qui est nécessaire pour garantir une densité de puissance de crête de l'impulsion d'environ -83 dBW/m^2 à la valeur maximale spécifiée de la portée utile horizontale et de la portée utile verticale.

3.5.4.1.5.2 *DME/N*. La puissance isotrope rayonnée équivalente de crête ne doit être pas 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: Bien que l'exigence du § 3.5.4.1.5.2 suppose une amélioration de la sensibilité du récepteur de l'interrogateur, il est entendu que la densité de puissance spécifiée au § 3.5.4.1.5.1 sera obtenue à la valeur maximale spécifiée de la portée utile horizontale et de la portée utile verticale.

3.5.4.1.5.3 *DME/P*. La p.i.r.e de crête ne doit être pas inférieure à celle qui est nécessaire pour garantir les valeurs ci-dessous de la densité de puissance de crête de l'impulsion dans toutes les conditions météorologiques opérationnelles:

- a) - 89 dBW/m^2 en tout point de la couverture spécifiée au § 3.5.3.1.2 ci-dessus à plus de 13 km (7 NM) de l'antenne du transpondeur;
- b) - 75 dBW/m^2 en tout point de la couverture spécifiée au § 3.5.3.1.2 ci-dessus à moins de 13 km (7 NM) de l'antenne du transpondeur;
- c) - 70 dBW/m^2 au point de repère d'approche MLS;
- d) - 79 dBW/m^2 à 2,5 m (8 ft) au-dessus du point d'origine MLS ou du point le plus éloigné sur l'axe de piste qui soit en visibilité directe de l'antenne du transpondeur DME.

Note: Les § 7.2.1 et 7.3.8 du Supplément C contiennent des éléments indicatifs sur la p.i.r.e.

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

3.5.4.1.5.5 La capacité de répondre de l'émetteur serait 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).

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-46 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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

3.5.4.1.5.6 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. Pour le DME/P, il ne dépassera en aucun cas 1 200 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.* 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 50 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 *DME/N.* Le niveau de puissance du rayonnement non essentiel spécifié au § 3.5.4.1.6 doit être de plus de 80 dB inférieur au niveau de puissance d'impulsion de crête.

3.5.4.1.6.2 *DME/P.* Le niveau de puissance du rayonnement non essentiel spécifié au § 3.5.4.1.6 doit être de plus de 80 dB inférieur au niveau de puissance d'impulsion de crête.

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'écartez de plus de ±0,002 % de la fréquence assignée.

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 déclencheront le transpondeur si la densité de puissance de crête à l'antenne du transpondeur est d'au moins :

- a. –103 dBW/m² pour le DME/N avec une zone de couverture supérieure à 56 km (30 NM);
- b. –93 dBW/m² pour le DME/N avec une zone de couverture ne dépassant pas 56 km (30 NM) ;
- c. –86 dBW/m² pour le DME/P en mode IA ;

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-47 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

d. -75 dBW/m^2 pour le DME/P en mode FA.

3.5.4.2.3.2 Avec les densités minimales de puissance spécifiées au § 3.5.4.2.3.1, le transpondeur répondra avec un rendement d'au moins :

- a. 70 % pour le DME/N ;
- b. 70 % pour le DME/P en mode IA ;
- c. 80 % pour le DME/P en mode FA.

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 variera 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 ou le MLS, et -35 dBW/m^2 lorsqu'il est installé pour d'autres applications.

3.5.4.2.3.4 *Gamme dynamique du DME/P* : Les performances du transpondeur doivent être les mêmes lorsque la densité de puissance du signal d'interrogation capté par son antenne variera entre le minimum spécifié au § 3.5.4.2.3.1 et un maximum de -22 dBW/m^2 .

3.5.4.2.3.5 Le seuil de sensibilité du transpondeur ne variera pas 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 variera 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.

3.5.4.2.3.7 *DME/P* : Lorsque l'espacement entre les impulsions d'une paire d'impulsions d'interrogation variera au maximum de $\pm 1 \mu\text{s}$ par rapport à la valeur nominale, la sensibilité du récepteur ne sera pas 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, il faudrait réduire automatiquement la sensibilité du récepteur 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).

3.5.4.2.4.2 *DME/P* : Pour éviter toute surcharge, le transpondeur limitera automatiquement ses réponses de manière que le régime maximal admissible d'émission ne soit pas dépassé. Si la réduction de sensibilité du récepteur est utilisée à cet effet, elle ne s'appliquera qu'au mode IA et n'aura pas d'incidence sur le mode FA.

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

3.5.4.2.6 *Bandé 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 baissera pas de plus de 3 dB lorsque la dérive totale du récepteur doit être 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-48 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

3.5.4.2.6.3 *DME/P — Mode IA* : 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. La bande passante à 12 dB ne dépassera pas 2 MHz et la bande passante à 60 dB ne dépassera pas 10 MHz.

3.5.4.2.6.4 *DME/P — Mode FA* : 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 du § 3.5.5.1.3. La bande passante à 12 dB ne dépassera pas 6 MHz et la bande passante à 60 dB ne dépassera pas 20 MHz.

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 et au § 3.5.4.2.3.4 pour le DME/P ne doivent pas déclencher le transpondeur. Les signaux arrivant à la fréquence intermédiaire doivent être atténus 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 atténus d'au moins 75 dB.

3.5.4.2.7 *Temps de rétablissement* : Dans les 8 µs qui suivront 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 sera égal, à 3 dB près, à la valeur obtenue en l'absence de signaux. La présente spécification sera respectée lorsque les circuits de suppression d'écho, s'il y en a, auront été mis hors service. Ce délai de 8µsdoit être mesuré entre les points de demi-tension des bords avant des deux signaux, dont la forme satisfiera 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 serait suffisante pour l'emplacement du transpondeur.

Note. — Dans cette recommandation, 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 serait suffisante pour l'emplacement du transpondeur.

3.5.4.3 *Décodage*

3.5.4.3.1 Le transpondeur comprendra 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 différera de $\pm 2 \mu s$ ou davantage de la valeur nominale et dont le niveau de signal s'élèvera 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.

3.5.4.3.4 *DME/P — Réjection par le décodeur*. Une paire d'impulsions d'interrogation dont l'espacement différera de $\pm 2 \mu s$ ou davantage de la valeur nominale et dont le niveau de signal s'élèvera



jusqu'à la valeur spécifiée au § 3.5.4.2.3.4 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 sera associé seulement avec une installation VHF, le retard systématique sera l'intervalle entre le point de demi-tension du flanc avant de la deuxième impulsion élémentaire de la paire d'impulsions d'interrogation et le point de demi-tension du flanc avant de la deuxième impulsion élémentaire de la paire d'impulsions de réponse. Ce retard sera conforme aux indications du tableau suivant lorsque l'on souhaitera que les interrogateurs embarqués indiquent la distance à l'emplacement du transpondeur.

Code de canal	Mode de fonctionnement	Espacement entre impulsions d'une même paire (μ s)		Retard systématique (μ s)	
		Interrogation	Réponse	Séquencement sur 1 ^e impulsion	Séquencement sur 2 ^e impulsion
X	DME/N	12	12	50	50
	DME/P IA M	12	12	50	—
	DME/P FA M	18	12	56	—
Y	DME/N	36	30	56	50
	DME/P IA M	36	30	56	—
	DME/P FA M	42	30	62	—
W	DME/N	—	—	—	—
	DME/P IA M	24	24	50	—
	DME/P FA M	30	24	56	—
Z	DME/N	—	—	—	—
	DME/P IA M	21	15	56	—
	DME/P FA M	27	15	62	—

Note 1. — W et X sont obtenus par multiplexage sur la même fréquence.

Note 2. — Z et Y sont obtenus par multiplexage sur la même fréquence.

3.5.4.4.2 Lorsque le DME sera associé avec une installation de guidage en angle MLS, le retard systématique sera l'intervalle entre le point de demi-tension du bord avant de la première impulsion élémentaire de la paire d'impulsions d'interrogation et le point de demi-tension du bord avant de la première impulsion élémentaire de la paire d'impulsions de réponse. Ce retard sera de 50 μ s pour les canaux du mode X et de 56 μ s pour les canaux du mode Y si l'on veut que les interrogateurs embarqués indiquent la distance à l'emplacement du transpondeur.

3.5.4.4.2.1 Dans le cas du transpondeur DME/P, aucune adaptation du retard systématique ne doit être permise.

3.5.4.4.3 Dans le cas du DME/N, le retard systématique du transpondeur pourrait être réglé à une valeur convenable comprise entre la valeur nominale et la valeur nominale moins 15 μ s de façon que les interrogateurs embarqués puissent indiquer la distance à un point spécifique éloigné de l'emplacement du transpondeur.

Note. — Les modes qui ne permettent pas d'utiliser la marge totale de 15 μ s de retard systématique du transpondeur risquent de ne pouvoir être adaptés que dans les limites imposées par le retard et le temps de rétablissement des circuits du transpondeur.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-50 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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.

3.5.4.4.3.2 *DME/P — Mode IA* : 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.

3.5.4.4.3.3 *DME/P — Mode FA* : Le retard systématique doit être l'intervalle entre l'origine virtuelle de la première impulsion de la paire d'impulsions d'interrogation et l'origine virtuelle de la première impulsion de la paire d'impulsions de réponse. Les points de mesure du temps d'arrivée doivent être compris dans le temps de montée partielle de la première impulsion de la paire d'impulsions dans chaque cas.

3.5.4.4.4 *DME/N* : Le transpondeur serait 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.

Note 2. — Des éléments indicatifs sur l'implantation d'un DME associé avec un MLS figurent au Supplément C, § 7.1.6, et au Supplément G, Section 5. Il s'agit notamment des mesures à prendre pour éviter une indication de distance nulle différente si le DME/P associé au MLS et le DME/N associé à l'ILS couvrent la même piste.

3.5.4.5 Précision

3.5.4.5.1 *DME/N* : La partie de l'erreur globale du système attribuable au transpondeur ne doit pas dépasser $\pm 1 \mu\text{s}$ (150 m [500 ft]).

3.5.4.5.1.1 *DME/N* : La partie de l'erreur totale du système attribuable à la combinaison des erreurs du transpondeur, des erreurs de coordonnées du transpondeur, des effets de propagation et des effets du brouillage aléatoire par impulsions, ne serait pas supérieure à $\pm 340 \text{ m}$ (0,183 NM) plus 1,25 % de la mesure de distance.

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.

3.5.4.5.1.2 *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 $\pm 185 \text{ m}$ (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'atterrissement ne doit pas dépasser $\pm 0,5 \mu\text{s}$ (75 m [250 ft]).

3.5.4.5.3 *DME/P — Mode FA*

3.5.4.5.3.1 *Norme de précision 1* : La partie de l'erreur globale du système attribuable au transpondeur ne doit pas dépasser $\pm 10 \text{ m}$ ($\pm 33 \text{ ft}$) de PFE et $\pm 8 \text{ m}$ ($\pm 26 \text{ ft}$) de CMN.

3.5.4.5.3.2 *Norme de précision 2* : La partie de l'erreur globale du système attribuable au transpondeur ne doit pas dépasser $\pm 5 \text{ m}$ ($\pm 16 \text{ ft}$) de PFE et $\pm 5 \text{ m}$ ($\pm 16 \text{ ft}$) de CMN.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-51 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

3.5.4.5.4 *DME/P — Mode IA.* La partie de l'erreur globale du système attribuable au transpondeur ne doit pas dépasser ± 15 m (± 50 ft) de PFE et ± 10 m (± 33 ft) de CMN.

3.5.4.5.5 Dans le cas d'un DME associé avec une installation de guidage en angle MLS, la précision ci-dessus comprendrait l'erreur introduite par la détection de la première impulsion du fait des tolérances d'espacement entre impulsions.

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 et le DME/P (mode IA) et 80 % pour le DME/P (mode FA) 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 aura 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 et du mode IA du DME/P.

3.5.4.6.2.1 Dans le cas du DME/P, le temps mort en mode IA n'interrompra pas le canal mode FA et inversement.

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/N

3.5.4.7.2.1 Lorsqu'une des conditions spécifiées au § 3.5.4.7.2.2 se produira, le moniteur déclenchera le processus suivant :

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

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

- c) le retard systématique du transpondeur s'écarte de 1 μ s (150 m [500 ft]) ou davantage de la valeur fixée ;
- d) dans le cas d'un DME/N associé avec une aide d'atterrissement, 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 déclencherait 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.

3.5.4.7.2.4 Le moniteur ferait également 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 ;

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-52 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

- 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 de 1 µs ou davantage, par rapport à la valeur normale spécifiée au § 3.5.4.1.4, de l'espacement entre la première et la seconde impulsion de la paire d'impulsions de réponse du transpondeur ;
- d. 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 transitaires doit être aussi bref que possible et ne dépassera pas 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

3.5.4.7.3.1 Le moniteur fera cesser le rayonnement du transpondeur et avertira un point de commande si l'une quelconque des conditions ci-après dure plus longtemps que la période de temps spécifiée :

- a. variation de la PFE du transpondeur qui dépasse les limites spécifiées au § 3.5.4.5.3 ou au § 3.5.4.5.4 pendant plus d'une seconde. Si la limite applicable au mode FA est dépassée mais que la limite applicable au mode IA est respectée, le mode IA pourra rester en service ;
- b. chute de la p.i.r.e. dont la valeur tombe au-dessous du niveau nécessaire pour respecter les spécifications du § 3.5.4.1.5.3 pendant plus d'une seconde ;
- c. chute de 3 dB ou davantage de la sensibilité du transpondeur nécessaire pour respecter les spécifications du § 3.5.4.2.3 pendant plus de 5 s en mode FA et 10 s en mode IA (sous réserve que cette chute ne soit pas due aux circuits de réduction automatique de sensibilité du récepteur) ;
- d. variation de 0,25 µs ou davantage, par rapport à la valeur spécifiée au tableau présenté au § 3.5.4.4.1, de l'espacement entre la première et la seconde impulsion de la paire d'impulsions de réponse du transpondeur, pendant plus d'une seconde.

3.5.4.7.3.2 Le moniteur ferait donner à un point de commande une indication appropriée si le temps de montée partielle de l'impulsion de réponse augmente pour dépasser 0,3 µs ou diminue pour tomber à moins de 0,2 µs pendant plus d'une seconde.

3.5.4.7.3.3 Le temps de rayonnement de toute information de guidage erronée ne doit pas dépasser les périodes spécifiées au § 3.5.4.7.3.1. Les tentatives faites pour remédier à un dérangement en réarmant l'équipement sol principal ou en passant sur l'équipement sol de secours, s'il y en a, doivent être menées à bien dans ces délais. S'il n'est pas remédié au dérangement dans le délai accordé, le rayonnement cessera. Aucune tentative de rétablissement du service ne doit être faite moins de 20 s après l'arrêt de l'équipement.

3.5.4.7.3.4 Le transpondeur ne doit pas être déclenché plus de 120 fois par seconde en mode IA et 150 fois par seconde en mode FA aux fins de contrôle.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-53 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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

3.5.5 Caractéristiques techniques de l'interrogateur

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 Émetteur

3.5.5.1.1 *Fréquence de fonctionnement.* L'interrogateur émettra sur la fréquence d'interrogation du canal DME assigné (voir le § 3.5.3.3).

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'écartez 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) *Temps de montée*

1) *DME/N* : Le temps de montée de l'impulsion ne doit pas dépasser pas 3 µs.

2) *DME/P* : Le temps de montée de l'impulsion ne doit pas dépasser 1,6 µs. Dans le mode FA, le temps de montée partielle de l'impulsion doit être égal à $0,25 \pm 0,05$ µs. En ce qui concerne le même mode et la norme de précision 1, la pente de la partie de l'impulsion correspondant au temps de montée partielle ne doit pas varier de plus de $\pm 20\%$. Lorsque la norme de précision 2 s'appliquera, la pente ne variera pas de plus de $\pm 10\%$.

3) *DME/P* : Le temps de montée de l'impulsion ne dépasserait pas 1,2 µs.

b) La durée de l'impulsion doit être de $3,5 \pm 0,5$ µs.

c) Le temps de descente de l'impulsion doit avoir une valeur nominale de 2,5 µs mais ne dépassera pas 3,5 µs.

d) L'amplitude instantanée de l'impulsion ne doit pas tomber à aucun moment 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 doivent être 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 être pas amorcé plus d'une microseconde avant l'origine virtuelle.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-54 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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 supérieure de 0,8 MHz et inférieure 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 supérieure de 2 MHz et inférieure de 2 MHz à la fréquence nominale de canal est dans chaque cas inférieur 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 $\pm 0,5 \mu\text{s}$.

3.5.5.1.4.3 DME/N : La tolérance d'espacement entre impulsions serait de $\pm 0,25 \mu\text{s}$.

3.5.5.1.4.4 DME/P : La tolérance d'espacement entre impulsions doit être de $\pm 0,25 \mu\text{s}$.

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 variera suffisamment pour empêcher tout accrochage indésirable.

3.5.5.1.5.3 DME/P : Afin que la précision spécifiée pour le système au § 3.5.3.1.4 soit réalisée, l'intervalle entre paires successives d'impulsions d'interrogation variera de façon suffisamment aléatoire pour empêcher toute corrélation entre erreurs causées par des multitrajets haute fréquence.

Note. — Le Supplément C, § 7.3.7, contient des indications relatives aux incidences des multitrajets sur le DME/P.

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 50 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 s'appliquera 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 dépassera pas 20 μW (-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 -47 dBW , les États sont mis en garde contre le fait que, lorsque des interrogateurs DME et des transpondeurs de radar secondaire de surveillance sont utilisés à bord du même aéronef, il peut être nécessaire de protéger le SSR embarqué dans la bande de fréquences 1 015 –

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-55 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

1 045 MHz en limitant les ondes entretenues directes et rayonnées à un niveau de l'ordre de -77 dBW. 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 quelques-unes des fréquences en question sont utilisées dans le plan d'appariement des fréquences VHF/DME.

3.5.5.1.7 La puissance non essentielle de crête d'impulsion reçue et mesurée dans les conditions indiquées au § 3.5.5.1.6 serait de 80 dB inférieure à la puissance voulue de crête d'impulsion reçue.

Note. — Voir les § 3.5.5.1.6 et 3.5.5.1.7. 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 États sont mis en garde contre le fait que, lorsque les usagers utilisent un transpondeur de radar secondaire de surveillance à bord du même aéronef, il peut être nécessaire de limiter les ondes entretenues directes et rayonnées à 0,02 µW dans la bande de fréquences 1 015 – 1 045 MHz. Il convient de noter que seules quelques-unes des fréquences en question sont utilisées dans le plan d'appariement des fréquences VHF/DME.

3.5.5.1.8 *DME/P* : La p.i.r.e. de crête ne doit être pas inférieure à celle qui est nécessaire pour fournir les densités de puissance indiquées au § 3.5.4.2.3.1 dans toutes les conditions météorologiques opérationnelles.

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 seconde impulsion élémentaire d'interrogation et l'instant où les circuits de distance se seront mis dans l'état correspondant à une indication de distance nulle.

‡3.5.5.2.3 *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 seront mis dans l'état correspondant à une indication de distance nulle.

3.5.5.2.4 *DME/P — Mode IA* : 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 seront mis dans l'état correspondant à une indication de distance nulle.

3.5.5.2.5 *DME/P — Mode FA* : Le retard systématique doit être l'intervalle entre l'origine virtuelle du bord avant de la première impulsion élémentaire d'interrogation et l'instant où les circuits de distance se seront mis dans l'état correspondant à une indication de distance nulle. Le temps d'arrivée doit être mesuré dans les limites du temps de montée partielle de l'impulsion.

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 l'exigence 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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-56 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

transpondeurs DME/N indiquée au § 3.5.4.1.5.1 en vue de l'interopérabilité avec le mode IA des transpondeurs DME/P.

3.5.5.3.2.2 *DME/P* : L'équipement embarqué doit être suffisamment sensible pour acquérir et fournir l'indication de distance avec la précision spécifiée aux § 3.5.5.4.2 et 3.5.5.4.3 pour les densités de puissance du signal spécifiées au § 3.5.4.1.5.3.

‡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 variera entre les valeurs minimales indiquées au § 3.5.4.1.5 et un maximum de -18 dBW/m².

3.5.5.3.2.4 *DME/P* : 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 variera 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.

3.5.5.3.3.2 *DME/P — Mode IA* : La bande passante du récepteur doit être suffisante pour que les dispositifs du § 3.5.3.1.3 soient respectés en présence des signaux d'entrée spécifiés au § 3.5.4.1.3. La bande passante à 12 dB ne dépassera pas 2 MHz et la bande passante à 60 dB ne dépassera pas 10 MHz.

3.5.5.3.3.3 *DME/P — Mode FA* : 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. La bande passante à 12 dB ne dépassera pas 6 MHz et la bande passante à 60 dB ne dépassera pas 20 MHz.

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 fournira 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 espace 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 de canal utile et dont l'amplitude s'élèvera jusqu'à 42 dB au-dessus du seuil de sensibilité doivent être rejetés.

3.5.5.3.4.3 *DME/P*. Les signaux DME écartés de plus de 900 kHz de la fréquence nominale de canal utile et dont l'amplitude s'élèvera 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 différera de $\pm 2 \mu s$ ou davantage de la valeur nominale et dont le niveau de signal s'élèvera jusqu'à 42 dB au-dessus de la sensibilité du récepteur doit être rejetée.

3.5.5.3.5.3 *DME/P — Réjection par le décodeur* : Une paire d'impulsions de réponse dont l'espacement différera de $\pm 2 \mu s$ ou davantage de la valeur nominale et dont le niveau de signal s'élèvera jusqu'à 42 dB au-dessus de la sensibilité du récepteur doit être rejetée.

3.5.5.4 *Précision*

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-57 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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.

3.5.5.4.2 *DME/P — Mode IA* : La partie de la PFE globale du système et la partie du CMN global du système attribuables à l'interrogateur ne doit pas dépasser respectivement $\pm 30 \text{ m}$ ($\pm 100 \text{ ft}$) et $\pm 15 \text{ m}$ ($\pm 50 \text{ ft}$).

3.5.5.4.3 *DME/P — Mode FA*

3.5.5.4.3.1 *Norme de précision 1* : La partie de la PFE globale du système et la partie du CMN global du système attribuable à l'interrogateur ne doit pas dépasser respectivement $\pm 15 \text{ m}$ ($\pm 50 \text{ ft}$) et $\pm 10 \text{ m}$ ($\pm 33 \text{ ft}$).

3.5.5.4.3.2 *Norme de précision 2* : La partie de la PFE globale du système et la partie du CMN global du système attribuable à l'interrogateur ne doit pas dépasser $\pm 7 \text{ m}$ ($\pm 23 \text{ ft}$).

Note. — Des éléments indicatifs sur des filtres de nature à contribuer à cette précision figurent dans le Supplément C, § 7.3.4.

3.5.5.4.4 *DME/P* : La précision spécifiée au § 3.5.3.1.4 pour l'interrogateur doit être respectée avec un rendement du système d'au moins 50 %.

Note. — Des éléments indicatifs sur le rendement du système figurent dans le Supplément C, § 7.1.1.

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

3.6.1 Matériel

3.6.1.1 *Fréquences* : Les émissions des radiobornes VHF de navigation en route doivent se faire sur une fréquence de 75 MHz avec une tolérance de $\pm 0,005\%$.

3.6.1.2 Caractéristiques d'émission

3.6.1.2.1 Les radiobornes doivent émettre une onde porteuse ininterrompue modulée à un taux qui ne doit pas être inférieur à 95 % ni supérieur à 100 %. L'ensemble des harmoniques de la modulation ne doit être pas supérieur à 15 %.

3.6.1.2.2 La fréquence audible de modulation doit être de $3\,000 \text{ Hz} \pm 75 \text{ Hz}$.

3.6.1.2.3 Les émissions doivent être polarisées horizontalement.

3.6.1.2.4 *Identification*. Lorsqu'il sera nécessaire d'identifier une radioborne en code, la fréquence de modulation sera manipulée de manière à émettre des points ou des traits ou l'un et l'autre dans un ordre approprié. Le mode de manipulation doit être tel que les points, traits et espacements d'identification seront émis à une vitesse correspondant à environ six à dix mots par minute. L'émission de la porteuse ne doit pas être interrompue pendant l'identification.

3.6.1.2.5 Couverture et diagramme de rayonnement

Note. — La couverture et le diagramme de rayonnement des radiobornes seront normalement établis par les États sur la base des besoins d'exploitation, compte tenu des recommandations des réunions régionales. Le diagramme de rayonnement optimal est tel que la lampe de bord ne s'allume :

- a) *dans le cas des radiobornes en éventail, que lorsque l'aéronef se trouve dans un parallélépipède rectangle ayant comme axe de symétrie la verticale passant par la radioborne, et le grand et le petit axe étant réglés suivant la trajectoire de vol en cause ;*
- b) *dans le cas des radiobornes Z, que lorsque l'aéronef se trouve à l'intérieur d'un cylindre ayant comme axe la verticale passant par la radioborne.*

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-58 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

Ce genre de diagramme de rayonnement est pratiquement irréalisable ; il faut donc adopter une solution de compromis. La description des réseaux d'antennes actuellement en usage et qui se sont généralement avérés satisfaisants est donnée au Supplément C. Ces dispositifs, ou tous autres dispositifs plus récents permettant de réaliser un rayonnement plus proche du rayonnement optimal indiqué ci-dessus, répondront généralement aux besoins d'exploitation.

3.6.1.2.6 *Détermination de la couverture.* Les limites de couverture des radiobornes doivent être définies en fonction de l'intensité de champ spécifiée au § 3.1.7.3.2.

3.6.1.2.7 *Diagramme de rayonnement.* En principe le diagramme de rayonnement d'une radioborne serait tel que l'axe polaire soit vertical et que l'intensité de champ dans le diagramme soit symétrique par rapport à cet axe dans le ou les plans contenant les trajectoires de vol pour lesquelles la radioborne est prévue.

Note. — En raison des difficultés que présente l'implantation de certaines radiobornes il peut être nécessaire d'admettre que l'axe polaire s'écarte de la verticale.

3.6.1.3 Contrôle.

Pour chaque radioborne, serait installé un dispositif de contrôle, permettant de déceler en un endroit convenable l'une quelconque des situations suivantes :

- a. baisse de la puissance rayonnée de la porteuse de plus de 50 % par rapport à sa valeur normale ;
- b. diminution du taux de modulation l'amenant à moins de 70 % ;
- c. panne de manipulation.

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, Galileo 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-59 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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.

Pseudodistance sans le retard ionosphérique. Pseudodistance dans laquelle les effets ionosphériques de premier ordre sur la propagation du signal ont été éliminés par une combinaison linéaire de mesures de pseudodistance issues de signaux émis sur deux fréquences distinctes par le même 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.

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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-60 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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 Éléments 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 les signaux de navigation du 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 définies 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 ;
- 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.

*Le terme « système régional de renforcement au sol » remplace le terme « système d'augmentation régionale basé au sol ».

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 SARP relatives au WGS-84 se trouvent dans le Chapitre 2 du RANT 4, le chapitre 2 du RANT 11, le chapitre 1 du RANT 14 partie 1 et 2 et le chapitre 1 du RANT 15.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-61 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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) doivent 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'atterrissement 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.

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 normes 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 erreurs de position ne doivent pas dépasser les limites ci-dessous :

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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-62 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

Erreurs de position verticale

13 m

33 m

3.7.3.1.1.1.2 *Précision du transfert de temps* : Les erreurs de transfert de temps commises par le service de localisation standard du GPS ne doivent pas excéder 30 nanosecondes, 95 % du temps.

3.7.3.1.1.1.3 *Précision en distance* : Les erreurs de distance ne doivent pas dépasser les limites ci-dessous pendant les opérations normales pour tous les « âges » de données :

- a) erreur de distance, quel que soit le satellite 30 m (avec la fiabilité spécifiée au § 3.7.3.1.1.3 ;
- b) 95^e percentile de l'erreur sur le taux de variation de la distance, quel que soit le satellite — 0,006 m/s
- c) 95^e percentile de l'erreur sur l'accélération, quel que soit le satellite — 0,002 m/s² (moyenne mondiale);
- d) 95^e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite, 7,0 m moyenne mondiale).
- e) 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)

3.7.3.1.1.2 *Disponibilité* : La disponibilité pour les utilisateurs de la fréquence unique L1 en code C/A doit être la suivante :

- disponibilité du service horizontal : ≥ 99 %, emplacement moyen (seuil de 15 m, 95 %);
- disponibilité du service vertical : ≥ 99 %, emplacement moyen (seuil de 33 m, 95 %);
- disponibilité du service horizontal : ≥ 90 %, pire emplacement (seuil de 15 m, 95 %);
- disponibilité du service vertical : ≥ 90 %, pire emplacement (seuil de 33 m, 95 %).

3.7.3.1.1.3 *Fiabilité*. La fiabilité du service de localisation standard du GPS, compte tenu de l'erreur de distance pour l'usager (URE) de 30 m indiquée au § 3.7.3.1.1.3, alinéa a), doit se situer 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 (Rsat)*. La probabilité que l'erreur de distance pour l'usager (URE) instantanée d'un satellite dépasse 4,42 fois la valeur pertinente de la précision de distance pour l'usager à intégrité garantie (IAURA) diffusée par ce satellite sans qu'une alarme soit reçue par l'antenne du récepteur de l'usager au bout de 10 secondes ne dépassera pas $1 \times 10^{-5}/h$.

3.7.3.1.1.4.2 *Probabilité d'une condition de défaillance de service majeure d'un satellite (Psat)*. 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'usager dans les 10 secondes ne dépassera pas 1×10^{-5}

3.7.3.1.1.4.3 *Probabilité d'une condition de défaillance de service majeure de causes communes (Pconst)*. La probabilité qu'à un instant donné, l'URE instantanée de deux satellites ou plus dépasse 4,42 fois l'IAURA

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-63 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

pertinente diffusée par chaque satellite en raison d'une anomalie commune, sans qu'une alarme soit reçue par l'antenne du récepteur de l'usager dans les 10 secondes ne dépassera pas 1×10^{-8}

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

3.7.3.1.1.6 *Couverture.* Le service de localisation standard du GPS couvrira la surface de la Terre jusqu'à une altitude de 3 000 km.

Note.— Le Supplément D, § 4.1.1, 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 doivent 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, sera 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, sera d'au moins 0,99999.

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.* Chaque satellite GPS diffusera un signal SPS 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 doivent émettre 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 pour L5.

3.7.3.1.1.8.3.4 *Polarisation.* La polarisation des signaux transmis sera de type circulaire droite.

3.7.3.1.1.8.5 *Structure du signal.* Le signal L1 en code C/A sera constitué d'une seule composante porteuse. Le signal L5 sera 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 diffusera 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 entre, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-64 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

propagation n : 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 du SPS sera 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 aura un débit de 1,023 mégachip par seconde. Les codes sur I5 et Q5 auront 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 seront répétées toutes les millisecondes.

3.7.3.1.1.8.7.2 La séquence de code transmise sur L1 consistera 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 consistera 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 consistera 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.

3.7.3.1.1.8.7.4 Cohérence du signal. Tous les signaux transmis par un satellite seront dérivés de manière cohérente du même étalon de fréquence embarqué. Sur le canal L5, les transitions en chips des deux signaux modulants, I5 et Q5, seront 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 sera 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 par chaque satellite sur L1 et L5 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, § 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.

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



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-65
Révision: 04
Date: 10/11/2025

3.7.3.1.2.1 Précision du secteur spatial et du secteur de contrôle

Note. — Les normes de précision des systèmes à fréquence unique suivantes 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 indiquées 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

3.7.3.2.1.2 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 les limites ci-dessous :



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-66
Révision: 04
Date: 10/11/2025

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				
95° percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite	11,7 m				
95° percentile de l'erreur de distance sur tous les satellites	7,8 m				
95° percentile de l'erreur sur le taux de variation de la distance, quel que soit le satellite	0,014 m/s				
95° percentile de l'erreur sur l'accélération, quel que soit le satellite	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 %)				
Disponibilité du service vertical	99 %, (seuil de 25 m 95 %)				
Pire emplacement :					
disponibilité du service horizontal	90 %, (seuil de 12 m, 95 %)				
Disponibilité du service vertical	90 %, (seuil de 25 m 95 %)				

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



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-67
Révision: 04
Date: 10/11/2025

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Moyenne mondiale	99,37 %	99,37 %	99,37 %	99,37 %	99,37 %
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'usager (URE), quel que soit le satellite, dépasse le seuil ci-dessous sans qu'une alarme soit reçue par l'antenne du récepteur de l'usager au bout de 10 secondes ne dépassera pas 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)				

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

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Dysfonctionnement de constellation (P_{const})	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

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

de fonctionner d'un créneau de la constellation nominale à 24 crénées en raison d'une interruption imprévue ne dépassera

pas les limites ci-dessous :

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

Note. — Le Supplément D, § 4.2, 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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-68 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

Note. — Les caractéristiques radioélectriques détaillées se trouvent à l'Appendice B, § 3.2.1.1.

3.7.3.1.2.8.1 *Fréquence porteuse* : Chaque satellite GLONASS diffusera 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).

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 diffusera 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 diffusera 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 sera 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 sera de type circulaire droite.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-69 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

3.7.3.1.2.9.4 Niveau de puissance du signal. Le système GLONASS diffusera 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 comprendront 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 devancera la composante données par p/2-radians.

3.7.3.1.2.9.5.2 La composante L3OCd sera 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'horlogede 10,23 MHz) ;
- b) un message de navigation transmis à 100 bits/scodé au moyen d'un codeur à convolution présentant une longueur de contrainte de 7 et unrendement de code de 1/2, de manière à générer200 symboles par seconde ;
- c) le code de recouvrement « 00010 » (périodeT=5 ms).

3.7.3.1.2.9.5.3 La composante L3OCp sera 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'horlogede 10,23 MHz) ;
- b) le code de recouvrement « 0000110101 » (période T=10 ms).

3.7.3.1.2.10 Caractéristiques radioélectriques dessignaux 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 diffusera 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 sera confinée dans la bande de 1 592,9 à 1 610MHz.

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

3.7.3.1.2.10.4 Niveau de puissance du signal. Lesystème GLONASS diffusera 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 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).

Modulation

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-70 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

Note.— D'autres renseignements concernant lamodulation 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 »).

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

3.7.3.1.2.10.5.1 La composante L1OCd sera obtenue par addition modulo 2 des trois signauxbinaires 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/scodé au moyen d'un codeur à convolution présentant une longueur de contrainte de 7 et unrendement de code de 1/2, de manière à générer250 symboles par seconde ;
- c) le code de recouvrement « 01 » (période T=4ms).

3.7.3.1.2.10.5.3 La composante L1OCp sera obtenue par addition modulo 2 des trois signauxbinaires 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) avecfréquence 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, § 3.2.5.2.

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

3.7.3.1.3 Service ouvert de Galileo (GalileoOS) (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) : E5aet E5b. Pour les besoins de l'aviation, le service ouvertde Galileo à fréquence unique est basé soit sur le signalE1 soit sur le signal E5a ; et le service ouvert de Galileoà double fréquence est basé sur une combinaison dessignal E1 et E5a.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-71 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

Note 2.— La composante du signal E5b est décrite dans la présente Annexe, puisqu'elle constitue un sous-ensemble de l'ensemble du signal de Galileo modulés 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 dépasseront pas les limites ci-dessous :

Signaux	E1	E5a	E1-E5a
Moyenne mondiale 95 % du temps :			
Erreur de position horizontale sur une période de mesure de 30 jours	5m	5m	5m
Erreur de position verticale sur une période de mesure de 30 jours	8m	8m	8m
Pire emplacement 95 % du temps :			
Erreur de position horizontale sur une période de mesure de 30 jours	10m	10m	10m
Erreur de position verticale sur une période de mesure de 30 jours	16m	16m	16m

3.7.3.1.3.2 Précision de la détermination du temps. Les erreurs de détermination du temps UTC de Galileo n'excéderont pas 30 nanosecondes, 95 % du temps.

3.7.3.1.3.3 Précision en distance. Les erreurs de distance de Galileo ne dépasseront pas les limites ci-dessous :

Signaux	E1	E5a	E1-E5a
99,9e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite (pire emplacement)	20m	20m	20m
99,9e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)	10m	10m	10m
95e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)	7m	7m	7m
95e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)	2m	2m	2m
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



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-72
Révision: 04
Date: 10/11/2025

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 sera la suivante :

Signaux	E1	E5a	E1-E5a
Emplacement moyen :			
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 %)
Pire emplacement :			
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 (Psat). 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'usager diffusée par Galileo (URA de Galileo) et qu'aucune notification ne soit transmise à l'usager ne dépassera pas 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 du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-73
Révision: 04
Date: 10/11/2025

Note 2.— L'URA de Galileo correspond soit à σURA,DF dans le cas des usagers de la double fréquence soit à σURA,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 Psat est précisée dans le supplément D, § 4.1.3.6.1.

3.7.3.1.3.5.2 Probabilité de défaillance de la constellation (Pconst). 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'usager ne dépassera pas 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 σURA,DF dans le cas des usagers de la double fréquence soit à σURA,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 Pconst est précisée dans le supplément D, § 4.1.3.6.2.

3.7.3.1.3.5.3 URA de Galileo pour double fréquence (σURA,DF). L'σURA,DF de Galileo n'excédera pas 6 m.

Note 1.— L'σURA,DF s'applique à une combinaison de signaux E1-E5a double fréquence.

Note 2.— Une définition de l'σURA,DF figure dans le supplément D, § 4.1.3.6.3.

3.7.3.1.3.5.4 URA de Galileo pour fréquence unique (σURA,SF). L'σURA,SF de Galileo n'excèdera pas 6,5 m pour E1 et 7,5 m pour E5a.

Note.— Une définition de l'σURA,SF figure dans le supplément D, § 4.1.3.6.4.

3.7.3.1.3.5.5 σBGD de Galileo. Le paramètre σBGD de Galileo ne doit pas excéder 2,5 m pour E1 et E5a.

Note.— Une définition du paramètre σBGD 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 n'excéderont pas $2 \times 10^{-5}/h$ 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 dépassera pas la limite suivante :

Signaux	E1	E5a	E1-E5a
Continuité	$4 \times 10^{-4}/h$	$4 \times 10^{-4}/h$	$4 \times 10^{-4}/h$

3.7.3.1.3.5.7 Couverture. Le service ouvert de Galileo couvrira la surface de la Terre jusqu'à une altitude de 30,48 km.

3.7.3.1.3.5.8 Caractéristiques radioélectriques. Tous les satellites de Galileo diffuseront 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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-74 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

E5a et E5b.

Note 2.— La modulation AltBOC est décrite en détail dans l'Appendice B, § 3.1.3.1.3.13.

Note 3.— Les caractéristiques radioélectriques des signaux de Galileo sont décrites en détail dans l'Appendice B, § 3.1.3.1.1.

3.5.3.1.3.5.8.1 Caractéristiques radioélectriques du signal E1

3.7.3.1.3.8.1.1 Fréquence porteuse E1. Chaque satellite de Galileo diffusera 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 sera 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 sera émis à polarisation circulaire droite.

3.7.3.1.3.8.1.4 Niveau de puissance minimale du signal E1. Chaque satellite de Galileo diffusera 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 diffusera 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 sera 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, § 3.1.3.1.2.7.

3.5.3.1.3.5.8.2 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 »).

3.7.3.1.3.5.8.2.1 Fréquence porteuse E5a. Chaque satellite Galileo diffusera le signal E5a à la fréquence porteuse de 1 176,45 MHz en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

3.7.3.1.3.5.8.2.2 Spectre du signal E5a. La puissance du signal de Galileo sur E5a sera contenue dans une bande de 20,460 MHz centrée sur la fréquence de l'E5a.

3.7.3.1.3.5.8.2.3 Polarisation du signal E5a. Le signal radioélectrique E5a sera émis à polarisation circulaire droite.

3.7.3.1.3.5.8.2.4 Niveau de puissance minimale du signal E5a. Chaque satellite de Galileo diffusera 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.

3.7.3.1.3.5.8.2.5 Niveau de puissance maximale du signal E5b. Chaque satellite de Galileo diffusera un

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-75 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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.

3.7.3.1.3.5.8.2.6 Modulation du signal E5b. Le signal E5b sera 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).

3.7.3.1.3.5.9 Temps système Galileo. Le temps système Galileo (GST) sera référencé au temps UTC du BIPM (temps UTC du Bureau international des poids et mesures).

Note.— Des renseignements supplémentaires sur le temps système Galileo (GST) figurent dans l'Appendice B, § 3.1.3.4.1.

3.7.3.1.3.5.10 Système de coordonnées. Le système de coordonnées de Galileo sera 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 comprendront 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.

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 dépasseront pas les limites ci-dessous :

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-76 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

Signaux	B1I	B1C	B2a	B1C-B2a
Moyenne mondiale du seuil (95 %) :				
Erreure de position horizontale sur une période de mesure de 7 jours	9 m	9 m	9 m	9 m
Erreure de position verticale sur une période de mesure de 7 jours	15 m	15 m	15 m	15 m
Seuil de pire emplacement (95 %) :				
Erreure de position horizontale sur une période de mesure de 7 jours	15 m	15 m	15 m	15 m
Erreure 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 n'excéderont pas 50 nanosecondes, 95 % du temps.

3.7.3.1.4.1.3 Précision en distance. Les erreurs de distance du BDS ne dépasseront pas les limites ci-dessous :

Signaux	B1I	B1C	B2a	B1C- B2a
Erreure 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
95 ^e percentile de l'erreure 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
95 ^e percentile de l'erreure 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
95 ^e percentile de l'erreure 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 sera la suivante :



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-77
Révision: 04
Date: 10/11/2025

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 %)	≥ 90 % (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 %)	≥ 90 % (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 se situera 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 (Psat). La probabilité que l'erreur de distance pour l'usager (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'usager au bout de 300 secondes, ne dépassera pas 1×10^{-5} .

3.7.3.1.4.4.2 Probabilité d'une défaillance de service majeure de causes communes (Pconst). La probabilité que l'erreur de distance pour l'usager (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'usager au bout de 300 secondes, ne dépassera pas 6×10^{-5} .

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'usager (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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-78 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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 dépassera pas les limites ci-après :

<i>Signaux</i>	B1I	B1C	B2a
MEO	$2 \times 10^{-3}/\text{h}$	$2 \times 10^{-3}/\text{h}$	$2 \times 10^{-3}/\text{h}$
IGSO	$5 \times 10^{-3}/\text{h}$	$2 \times 10^{-3}/\text{h}$	$2 \times 10^{-3}/\text{h}$

3.7.3.1.4.6 Couverture. Le BDS OS couvrira 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 diffusera 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 sera 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 sera 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 diffusera 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 diffusera 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 –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 sera 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 diffusera 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 sera confinée dans une bande de 32,736 MHz centrée sur la fréquence B1C.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-79 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

3.7.3.1.4.9.3 Polarisation du signal B1C. La polarisation du signal radioélectrique transmis sur B1C sera 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 diffusera 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 diffusera 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 aura deux composantes, la composante de données B1C et la composante pilote B1C. La composante de données B1C sera 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 sera 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 auront la même vitesse de 1,023 mégachip 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 diffusera 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 sera 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 sera de type circulaire droite.

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 diffusera 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 diffusera 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 –

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-80 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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 aura deux composantes, la composante de données B2a et la composante pilote B2a. La composante de données B2a sera 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 sera 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 auront 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)

sera 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 sera 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 comprendront 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.

Note. — La structure et le contenu des messages de navigation sont précisés à l'Appendice B, aux § 3.2.1.2 et 3.2.1.3 respectivement.

3.7.3.3 Système de renforcement embarqué (ABAS)

3.7.3.3.1 Performances : L'ensemble constitué, d'une part, du système ABAS et d'un 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, doit répondre aux exigences de précision, d'intégrité, de continuité et de disponibilité énoncées au § 3.7.2.4.

Note.— Pour les récepteurs GNSS utilisant la fonction 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)

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-81 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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 aérodromes.

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, répondra 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.

3.7.3.4.2 Fonctions : Le SBAS assurera une ou plusieurs des fonctions suivantes :

- a) mesure de distance : 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 : déterminer et transmettre l'état des satellites GNSS (Appendice B, § 3.5.7.3) ;
- c) correction différentielle de base : fournir les corrections d'éphémérides des satellites GNSS et d'horloge (à court ou à long terme) à appliquer aux mesures de pseudodistance effectuées par les satellites (Appendice B, § 3.5.7.4) ;
- d) correction différentielle précise : déterminer et transmettre les corrections ionosphériques (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 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-82 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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

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 excède 150 m (490 ft) au cours d'une heure ne doit pas dépasser 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} .

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. 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 des satellites SBAS).

Note 3. — Les zones de couverture et les zones de service du SBAS sont expliquées au Supplément D, § 6.2.

3.7.3.4.5.4 Caractéristiques radioélectriques

Note. — Les caractéristiques radioélectriques détaillées se trouvent à l'Appendice B, § 3.5.2.

3.7.3.4.5.1 Fréquence porteuse. La fréquence porteuse doit être 1 575,42 MHz.

Note. — Une fois que les fréquences supérieures du GLONASS auront été libérées, après 2005, un autre type de SBAS utilisant certaines de ces fréquences pourra être mis en place.

3.7.3.4.5.2 Spectre radioélectrique : Au moins 95 % de la puissance de diffusion doit être confinée dans une bande de ± 12 MHz centrée sur la fréquence L1. La largeur de bande du signal émis par un satellite SBAS donné doit être d'au moins 2,2 MHz.

3.7.3.4.5.3 Niveau de puissance du signal du SBAS.

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 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-83 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

3.7.3.4.5.3.2 Chaque satellite SBAS mis en orbite après le 31 décembre 2013 se conformera aux dispositions ci-après :

- a) Le satellite diffusera les signaux de navigation 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 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-87 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 utilisateur à proximité du sol.
- c) Le niveau du signal reçu du SBAS à la borne d'une antenne présentant un gain de 0 dBic située à proximité du sol ne dépassera pas¹ $-152,5$ dBW.
- d) L'ellipticité du signal ne sera pas 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 doit être à polarisation circulaire droite.

3.7.3.4.5.5 *Modulation* : La séquence transmise se composera 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 subira 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 sera 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 sera 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 sera conforme aux dispositions supplémentaires ci-après :

a) Le satellite diffusera 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 sera 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 dépassera pas $-150,5$ dBW.

d) L'ellipticité du signal L5 diffusé ne sera pas inférieure à 2 dB pour une gamme d'écart angulaire de $\pm 9,1^\circ$ à partir de l'axe de pointage.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-84 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

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 sera à polarisation circulaire droite.

3.7.3.4.6.5 Modulation. La séquence transmise sur

la fréquence L5 en phase sera 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 sera 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

3.7.3.4.57.1 Temps réseau SBAS (SNT) L1. L'écart entre le temps des corrections du SBAS transmises sur la fréquence L1 et le temps GPS ne dépassera pas 50 nanosecondes.

3.7.3.4.8 Données de navigation : Les données de navigation transmises par un satellite comprendront les informations voulues pour déterminer :

- a) l'instant où le satellite SBAS effectue la transmission ;
- b) la position du satellite SBAS ;
- c) le temps corrigé corrigée 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'usager ;
- g) le décalage de temps par rapport au temps UTC ;
- 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 ;
- 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'usager ;
- 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile du Togo	RANT 10 – PART 1 Télécommunications aéronautiques Aides radio à la navigation	CHAP 3 : 3-85 Révision: 04 Date: 10/11/2025
---	--	---

3.7.3.5 Système de renforcement au sol (GBAS) et système régional de renforcement au sol (GRAS) *(Réservée)*

3.7.3.6 Récepteur GNSS embarqué

3.7.3.6.1 Le récepteur GNSS embarqué traitera 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, le GNSS doit être conforme aux critères de performance définis au § 3.7.2.4 et à l'Appendice B, § 3.7.

Note : Les éléments du GNSS exploités dans les bandes de fréquences 1 164 – 1 215 MHz et 1 559 – 1 610 MHz et sont classés par l'UIT dans la catégorie « 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 ils 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 RANT 04, RANT 11, RANT14 et RANT 15 contiennent les exigences applicables aux données aéronautiques et aux systèmes de navigation informatiques.

3.7.5.1 L'équipement GNSS embarqué utilisant une base de données doit permettre :

- 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, § 11, 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 du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-86
Révision: 04
Date: 10/11/2025

Tableau 3.7.2.4-1. Critères de performance relatifs aux signaux électromagnétiques

Type d'opération	Précision horizontale à 95 % (Notes 1 et 3)	Précision verticale à 95 % (Notes 1 et 3)	Intégrité (Note 2)	Délai d'alarme (Note 3)	Continuité (Note 4)	Disponibilité (Note 5)
En route	3,7 km (2,0 NM)	S/O	$1 - 1 \times 10^{-7}/\text{h}$	5 min	$1 - 1 \times 10^{-4}/\text{h}$ à $1 - 1 \times 10^{-8}/\text{h}$	0,99 à 0,99999
En route (région terminale)	0,74 km (0,4 NM)	S/O	$1 - 1 \times 10^{-7}/\text{h}$	15 s	$1 - 1 \times 10^{-4}/\text{h}$ à $1 - 1 \times 10^{-8}/\text{h}$	0,99 à 0,99999
Approche initiale, approche intermédiaire, approche classique (NPA), départ	220 m (720 ft)	S/O	$1 - 1 \times 10^{-7}/\text{h}$	10 s	$1 - 1 \times 10^{-4}/\text{h}$ à $1 - 1 \times 10^{-8}/\text{h}$	0,99 à 0,99999
Approche avec guidage vertical (APVI)	16,0 m (52 ft)	20 m (66 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ dans toute approche	10 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ par intervalle de 15 s	0,99 à 0,99999
Approche avec guidage vertical (APVII)	16,0 m (52 ft)	8,0 m (26 ft)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ dans toute approche	6 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ par intervalle de 15 s	0,99 à 0,99999
Approche de précision de catégorie I (Note 7)	16,0 m (52 ft)	6,0 m à 4,0 m (20 ft à 13 ft) (Note 6)	$1 - 2 \times 10^{-7}$ dans toute approche	6 s	$1 - 8 \times 10^{-6}$ par intervalle de 15 s	0,99 à 0,99999

NOTES. —

- 1) Les valeurs (centile 95) indiquées pour les erreurs de position du GNSS sont celles qui sont exigées pour le type d'opération considéré à la hauteur au-dessus du seuil la plus faible (le cas échéant). Les spécifications détaillées figurent à l'Appendice B et le Supplément D, § 3.2, contient les éléments indicatifs.
- 2) La définition de la spécification d'intégrité précise un seuil d'alarme à partir duquel l'intégrité peut être évaluée. Dans le cas de l'approche de précision de catégorie I, un seuil d'alarme vertical (VAL) supérieur à 10 m pour une conception de système particulière ne peut être employé que si une analyse de sécurité spécifique du système a été effectuée. Le Supplément D, § 3.3.6 à 3.3.10, donne d'autres indications sur les seuils d'alarme utilisables :



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-87
Révision: 04
Date: 10/11/2025

Type d'opération	Seuil d'alarme horizontal	Seuil d'alarme vertical
En route (espace aérien océanique/continental à faible densité)	7,4 km (4 NM)	S/O
En route (espace aérien continental)	3,7 km (2 NM)	S/O
En route (région terminale)	1,85 km (1 NM)	S/O
NPA	556 m (0,3 NM)	S/O
APVI	40 m (130 ft)	50 m (164 ft)
APVII	40 m (130 ft)	20,0 m (66 ft)
Approche de précision de catégorie I	40 m (130 ft)	35,0 m à 10,0 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'atterrissement 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 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).



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-88
Révision: 04
Date: 10/11/2025

- 8) Les termes APV-I et APV-II désignent deux niveaux d'approche et d'atterrissement 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 du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-89
Révision: 04
Date: 10/11/2025

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.—

- Le niveau maximal (puissance absolue) des rayonnements non désirés s'applique si la puissance d'émission autorisée dépasse 150 W.
- 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.
- Cette valeur est dictée par les limites de mesure. Les performances obtenues en situation réelle devraient être meilleures.
- Les points adjacents désignés par les canaux adjacents indiqués ci-dessus sont liés par une relation linéaire.

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 L'erreur dans l'indication de relèvement fournie par le système de radiogoniométrie automatique ne doit pas être 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 RANT 10, lorsqu'il existe également un signal inutile dont la direction est perpendiculaire à celle du signal utile et :

- qui est émis sur la même fréquence et de 15 dB plus faible ; ou
- qui est éloigné de $\pm 2 \text{ kHz}$ et de 4 dB plus faible ; ou
- 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.



Agence Nationale de
l'Aviation Civile du Togo

RANT 10 – PART 1
Télécommunications aéronautiques
Aides radio à la navigation

CHAP 3 : 3-90
 Révision: 04
 Date: 10/11/2025

3.10 (Réservé)

3.11 (Réservé)

Tableau B. Erreurs DME/P admissibles

Emplacement	Norme	Mode	PFE	CMN
De 37 km (20 NM) à 9,3 km (5 NM) du point de repère d'approche MLS	1 et 2	IA	décroissant linéairement de ± 250 m (± 820 ft) à ± 85 m (± 279 ft)	décroissant linéairement de ± 68 m (± 223 ft) à ± 34 m (± 111 ft)
À 9,3 km (5 NM) du point de repère d'approche MLS	1	FA	décroissant linéairement de ± 85 m (± 279 ft) à ± 30 m (± 100 ft)	± 18 m (± 60 ft)
	2	FA	décroissant linéairement de ± 85 m (± 279 ft) à ± 12 m (± 40 ft)	± 12 m (± 40 ft)
	Voir Note	IA	± 100 m (± 328 ft)	± 68 m (± 223 ft)
Au point de repère d'approche MLS et dans toute la couverture de piste	1	FA	± 30 m (± 100 ft)	± 18 m (± 60 ft)
	2	FA	± 12 m (± 40 ft)	± 12 m (± 40 ft)
Dans tout le volume de couverture de l'azimut arrière	1 et 2	FA	± 100 m (± 328 ft)	± 68 m (± 223 ft)
	Voir Note	IA	± 100 m (± 328 ft)	± 68 m (± 223 ft)

Note.— De 9,3 km (5 NM) au point de repère d'approche MLS et dans toute la zone de couverture de l'azimut arrière il est permis d'avoir recours au mode IA lorsque le mode FA est hors service.