67e ANNEE - EDITION SPECIALE N° 5
Du 23 septembre 2025

RÉPUBLIQUE DU CONGO
Unité - Travail - Progrès

Hors texte
Prix : 2000 F CFA

JOURNAL OFFICIEL

DE LA REPUBLIQUE DU CONGO

paraissant le jeudi de chaque semaine à Brazzaville

DESTINATIONS	ABONNEMENTS			NUMERO
	1 AN	6 MOIS	3 MOIS	
REPUBLIQUE DU CONGO	24.000	12.000	6.000	500 F CFA
	Voie aérienne exclusivement			
ETRANGER	38.400	19.200	9.600	800 F CFA

¤ Annonces judiciaires et légales et avis divers : 460 frs la ligne (il ne sera pas compté moins de 5.000 frs par annonce ou avis).
Les annonces devront parvenir au plus tard le jeudi précédant la date de parution du "JO".
¤ Propriété foncière et minière : 8.400 frs le texte. ¤ Déclaration d'association : 15.000 frs le texte.

DIRECTION : TEL./FAX : (+242) 281.52.42 - BOÎTE POSTALE 2.087 BRAZZAVILLE - Email : journal.officiel@sgg.cg
Règlement : espèces, mandat postal, chèque visé et payable en République du Congo, libellé à l'ordre du *Journal officiel* et adressé à la direction du Journal officiel et de la documentation.

SOMMAIRE

Volume XVI

Arrêté n° 3037 du 20 août 2025 relatif aux télécommunications aéronautiques

Arrêté n° 3037 du 20 août 2025 relatif aux télécommunications aéronautiques

La ministre des transports, de l'aviation civile
et de la marine marchande

et

Le ministre des postes, des télécommunications et
de l'économie numérique,

Vu la Constitution ;
Vu la convention relative à l'aviation civile internationale signée à Chicago le 7 décembre 1944, en son annexe 11 ;
Vu le traité révisé instituant la Communauté Economique et Monétaire de l'Afrique Centrale du 253 juin 2008 ;
Vu le règlement 05/23-UEAC-066-CM-40 du 18 juin 2024 portant adoption au code de l'aviation civile de Etats membres de la CEMAC ;
Vu le règlement n° 07/23-UEAC-066-CM-40 du 18 juin 2024 fixant les règles communes en matière de la sécurité aérienne dans le domaine de l'aviation civile en zone CEMAC ;
vu le décret n° 78-288 du 14 avril 1978 portant création et attributions de l'agence nationale de l'aviation civile ;
Vu le décret n° 2010-825 du 31 décembre 2010 portant réglementation de la sécurité aérienne ;
Vu le décret n° 2010-830 du 31 décembre 2010 portant réglementation de la navigation aérienne ;
Vu le décret n° 2012-328 du 12 avril 2012 portant réorganisation de l'agence nationale de l'aviation civile ;
Vu le décret n° 2017-411 du 10 octobre 2017 relatif aux attributions du ministre des postes, des télécommunications et de l'économie numérique ;
Vu le décret n° 2021-300 du 12 mai 2021 portant nomination du Premier ministre, chef du Gouvernement ;
Vu le décret n° 2021-335 du 6 juillet 2021 relatif aux attributions du ministre des transports, de l'aviation civile et de la marine marchande ;
Vu le décret n° 2025-1 du 10 janvier 2025 portant nomination des membres du Gouvernement,

Arrêtent :

Article premier : Le présent arrêté détermine les règles applicables aux services des télécommunications aéronautiques.

Article 2 : Les règles applicables aux services de télécommunications aéronautiques sont fixées dans l'annexe au présent arrêté.

Article 3 : Le directeur général de l'agence nationale de l'aviation civile et le directeur général de l'agence de régulation des postes et des communications électroniques sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'application du présent arrêté.

Article 4 : Le présent arrêté qui abroge toutes dispositions antérieures contraires, notamment celles de l'arrêté n° 11196/MTACMM/CAB du 5 mai 2015 relatif aux télécommunicutions aéronautiques modifié par l'arrêté n° 11055/MTACMM/CAB du 13 juin 2019, sera enregistré et publié au Journal officiel de la République du Congo.

Fait à Brazzaville, le 20 août 2025

La ministre des transports, de l'aviation civile
et de la marine marchande,

Ingrid Olga Ghislaine EBOUKA-BABACKAS

Le ministre des postes, des télécommunications
et de l'économie numérique,

Léon Juste IBOMBO

ANNEXE A L'ARRETE RELATIF AUX TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES
PARTIE I : AIDES RADIO A LA NAVIGATION

Edition du 1er Juin 2025

INSCRIPTION DES AMENDEMENTS

AMENDEMENTS				
N°		Applicable le	inscrit le	par
OACI	ANAC			ANAC
1-94	0	Incorporés dans la présente édition		

RECAPITULATIFS			
N°	applicable Le	inscrit le	Par

LISTE DES DOCUMENTS DE REFERENCE

Référence du document	Sources	Titre du document	N° Amendement
Annexe 10, Volume 1	OACI	Télécommunication aéronautiques, Volume 1 Aides radio à la navigation	8e édition, amendement 94

TABLE DES MATIÈRES

INSCRIPTION DES AMENDEMENTS

LISTE DES DOCUMENTS DE REFERENCE

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1 : DÉFINITIONS

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

2.1 Aides radio à la navigation normalisées
2.2 Essais en vol et au sol
2.3 Communication de renseignements sur l'état opérationnel des services de radionavigation .....
2.4 Alimentation électrique des aides radio à la navigation et des installations de télécommunications
2.5 Considérations relatives aux facteurs humains

CHAPITRE 3 : SPÉCIFICATIONS DES AIDES RADIO À LA NAVIGATION

3.1 Spécifications du système ILS
3.2 Spécifications du système radar d'approche de précision
3.3 Spécifications du radiophare omnidirectionnel VHF (VOR)
3.4 Spécifications des radiophares non directionnels (NDB)
3.5 Spécifications du dispositif UHF de mesure de distance (DME)
3.6 Spécifications des radiobornes VHF de navigation en route (75 MHz)
3.7 Spécifications du système mondial de navigation par satellite (GNSS)
3.9 Caractéristiques de système des systèmes récepteurs ADF de bord
3.10 (Réservé)
3.11 Caractéristiques du système d'atterrissage hyperfréquences (MLS)

APPENDICE A. CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME D'ATTERRISSAGE HYPERFRÉQUENCES (MLS) APPENDICE B. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DÉTAILLÉES RELATIVES AU SYSTÈME MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS)

1. DÉFINITIONS

2. GÉNÉRALITÉS

3. ÉLÉMENTS DU GNSS

3.2 (Réservé)
3.3 Utilisation de constellations satellitaires de base multiples
3.4 Système de renforcement embarqué (ABAS)
3.5 Système de renforcement satellitaire (SBAS)
où
où
3.6 Système de renforcement au sol (GBAS) et système régional de renforcement au sol (GRAS)
3.7 Protection contre le brouillage

SUPPLEMENT A : DÉTERMINATION DES OBJECTIFS D'INTÉGRITÉ ET DE CONTINUITÉ DU SERVICE PAR LA MÉTHODE DE L'ARBORESCENCE DE RISQUES

SUPPLÉMENT B : STRATÉGIE POUR L'INTRODUCTIONET L'UTILISATION D'AIDES NON VISUELLES D'APPROCHE ET D'ATTERRISSAGE

1. Introduction
2. Objectifs de la stratégie
3. Considérations
4. Stratégie

SUPPLEMENT C : RENSEIGNEMENTS DESTINÉS À SERVIR DE GUIDE DANS LA MISE EN APPLICATION DES NORMES ET PRATIQUES RECOMMANDÉES POUR LES INSTALLATIONS SUIVANTES : ILS, VOR, PAR RADIOBORNES EN ROUTE ÉMETTANT SUR 75 MHz, NDB ET DME

1. Introduction
2. Indications relatives aux installations ILS
3. Indications relatives au VOR/DVOR
4. Système radar d'approche de précision
5. Spécifications des radiobornes de navigation en route émettant sur 75 MHz
6. Indications relatives au NDB
7. Éléments indicatifs sur le DME

SUPPLÉMENT D. ÉLÉMENTS INDICATIFS RELATIFS À L'APPLICATION DES NORMES ET PRATIQUES RECOMMANDÉES SUR LE GNSS

1. DÉFINITIONS
2. GÉNÉRALITÉS
3. CRITÈRES DE PERFORMANCE RELATIFS AUX SYSTÈMES DE NAVIGATION
4. ÉLÉMENTS DE BASE DU GNSS
5. SYSTÈME DE RENFORCEMENT EMBARQUÉ (ABAS)

Tableau D-3 : Paramètres ISD par défaut

6. SYSTÈME DE RENFORCEMENT SATELLITAIRE (SBAS)
7. SYSTÈME DE RENFORCEMENT AU SOL (GBAS) ET SYSTÈME RÉGIONAL DE RENFORCEMENT AU SOL (GRAS)
9. SUIVI DE L'ÉTAT ET NOTAM
10. BROUILLAGE
11. ENREGISTREMENT DES PARAMÈTRES GNSS
12. ÉVALUATION DES PERFORMANCES DU GNSS
13. GNSS ET ACTUALISATION DES BASES DE DONNÉES SUPPLEMENT E: ÉLÉMENTS INDICATIFS SUR LA VÉRIFICATION AVANT LE VOL DE L'ÉQUIPEMENT VOR DE BORD

1. Spécifications Relatives à Une Installation de Vérification de l'Equipement VOR de Bord
2. Choix et utilisation des points de vérification VOR aux aérodromes

SUPPLEMENT F: ÉLÉMENTS INDICATIFS CONCERNANT LA FIABILITÉ ET LA DISPONIBILITÉ DES MOYENS DE RADIOCOMMUNICATION ET DES AIDES RADIO À LA NAVIGATION

1. Introduction et notions fondamentales
2. Aspects pratiques de la fiabilité et de la disponibilité

SUPPLEMENT G: RENSEIGNEMENTS ET ÉLÉMENTS INDICATIFS LIÉS À L'APPLICATION DES NORMES ET PRATIQUES RECOMMANDÉES SUR LE MLS

1. Définitions
2. Caractéristiques du signal électromagnétique - Fonctions d'angle et de données
3. Équipement sol
4. Considérations d'implantation
5. Aspects opérationnels de l'implantation de l'équipement sol DME
6. Rapports mutuels entre le moniteur et les mesures de commande de l'équipement sol
7. Équipement embarqué
8. Fonctionnement du MLS à la limite et à l'extérieur des secteurs de couverture MLS publiés
9. Critères d'espacement exprimés sous forme de rapports de signaux et affaiblissement de propagation
10. Éléments concernant les installations MLS implantées à des endroits particuliers
11. Intégrité et continuité du service - Équipement sol MLS
12. Classification des installations MLS sol d'azimut d'approche, de site et DME
13. Approches axiales calculées
14. Application des objectifs de niveau de service du Tableau G-15 aux opérations MLS/RNAV
15. Application des configurations MLS simplifiées

SUPPLÉMENT H STRATÉGIE POUR LA RATIONALISATION DES AIDES RADIO CONVENTIONNELLES À LA NAVIGATION ET L'ÉVOLUTION VERS LA PRISE EN CHARGE DE LA NAVIGATION FONDÉE SUR LES PERFORMANCES

1. INTRODUCTION

2. OBJECTIFS DE LA STRATÉGIE

3. CONSIDÉRATIONS

4. STRATÉGIE

CHAPITRE 1 : DÉFINITIONS

1- Partout dans le présent règlement, « Règlement des radiocommunications » désigne le Règlement des radiocommunications publié par l'Union internationale des télécommunications (UIT).
Dans le présent règlement, les termes suivants ont la signification indiquée ci-après *:*

2- *La terminologie employée dans le présent règlement pour désigner les opérationsd'approche aux instruments est fondée sur une ancienne version de la classification des opérations d'approche et d'atterrissage aux instruments définie dans le règlement relatif à l'exploitation technique des aéronefs civils. Le tableau suivant donne la correspondance entre la terminologie règlement relatif aux télécommunications aéronautiques et le règlement relatif à l'exploitation technique des aéronefs civils, Partie 1.*

Performances requises pour les opérations d'approche aux instruments		
Performance du système selon le présent règlement relatif aux télécommunications aéronautiques		Méthode du règlement relatif à l'exploitation technique des aéronefs civils, Partie 1 -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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Principes des facteurs humains. Principes ~~qui s'ap~~pliquent 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.

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

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

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

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

Service de radionavigation. Service fournissant des informations de guidage ou des données de position au moyen d'une ou de plusieurs aides radio à la navigation pour assurer l'efficacité et la sécurité de l'exploitation des aéronefs.
Service de radionavigation essentiel. Service de radionavigation dont la perturbation a des incidences importantes sur les opérations dans l'espace aérien ou à l'aérodrome touchés par la perturbation.

Spécification de navigation. Ensemble de conditions à remplir par un aéronef et un équipage de conduite pour l'exécution de vols en navigation fondée sur les performances dans un espace aérien défini. Il y a deux types de spécification de navigation :

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

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

Dans le présent document, le terme RNP, est 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.

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.

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

2.1 Aides radio à la navigation normalisées

2.1.1 Les aides radio à la navigation normalisées seront :

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

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

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

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).

- 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 *Les données GNSS relatives aux opérations fondées sur le GNSS doivent être enregistrées. Les données enregistrées sont destinées essentiellement à être utilisées dans les enquêtes sur les accidents et les incidents.*

Elles peuvent également aider à confirmer périodiquement que la précision, l'intégrité, la continuité et la disponibilité sont maintenues dans les limites requises pour les opérations approuvées.

2.1.4.3 *Les enregistrements doivent être conservés pendant une période d'au moins 14 jours. Lorsqu'il s'agit d'enregistrements intéressant des enquêtes sur des accidents ou incidents, ils doivent 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 sera conforme aux normes du Chapitre 15.1.3, § 3.2.

- *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.*

- 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'atterrissage de précision, cette aide radio à la navigation doit être complétée, selon les besoins, par un ou plusieurs moyens de guidage qui, utilisés selon les procédures appropriées, assureront un guidage efficace jusqu'à la trajectoire de référence choisie et un couplage efficace (manuel ou automatique) avec celle-ci.*

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

2.2 Essais en vol et au sol

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

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 recevront en temps opportun, compte tenu du ou des services utilisés, des renseignements sur l'état opérationnel des services de radionavigation indispensables à l'approche, à l'atterrissage et au décollage sur l'aérodrome ou les aérodromes dont ils ont la charge.

- 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 présent règlement seront dotés d'une alimentation électrique convenable et de moyens d'assurer la continuité du service compatibles avec l'emploi du ou des services assurés.

2.5 Considérations relatives aux facteurs humains

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

CHAPITRE 3 : SPÉCIFICATIONS DES AIDES RADIO À LA NAVIGATION

3.1 Spécifications du système ILS

3.1.1 Définitions

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

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

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

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

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

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

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

Installations ILS de catégorie de performances I. Tout système ILS qui assure le guidage depuis la limite de couverture de l'ILS jusqu'au point où l'alignement de piste coupe l'alignement de descente ILS à une hauteur égale ou inférieure à 60 m (200 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil.

- 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.

- 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 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.

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.

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

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

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

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

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

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

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

3.1.2 Spécifications fondamentales

3.1.2.1 Le système ILS comprendra 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.

3.1.2.1.1 Une information de distance jusqu'au seuil destinée à permettre des vérifications de l'alignement de descente doit être fournie par 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.

a) ILS de catégories II et III : l'organisme des services de la circulation aérienne chargé du contrôle de l'aéronef au cours de l'approche finale sera l'un des endroits de commande à distance désignés et recevra les renseignements sur l'état de fonctionnement de l'ILS dans un délai qui tient compte des exigences de l'environnement opérationnel ;

b) ILS de catégorie 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 sera l'un des endroits de commande à distance désignés et recevra les renseignements sur l'état de fonctionnement de l'ILS dans un délai qui tient compte des exigences de l'environnement opérationnel.

- 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 § 2.8.1). 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.

- Le système de la circulation aérienne exigera probablement les dispositions supplémentaires qui pourraient être jugées indispensables pour répondre aux besoins de l'exploitation complète de catégorie III, par exemple, pour assurer un guidage supplémentaire, latéral et longitudinal, au cours du roulement à l'atterrissage et sur les voies de circulation et afin de réaliser le plus haut degré d'intégrité et de fiabilité du système.

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.

- Des éléments indicatifs sur l'emploi du DME pour remplacer l'élément radioborne de l'ILS et/ou d'autres aides radio à la navigation normalisées en remplacement de radiobornes figurent dans la NMO C, § 2.11.

3.1.2.1.3 Les installations ILS de 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 de 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 sera l'un des endroits de commande à distance désignés et recevra 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 catégories 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 sera l'un des endroits de commande à distance désignés et recevra les renseignements sur l'état de fonctionnement de l'ILS dans un délai qui tient compte des exigences de l'environnement opérationnel ;

- 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 § 2.3.1).

3.1.2.2 Le système ILS sera construit et réglé de façon qu'à une distance spécifiée du seuil, des indications identiques des instruments de bord correspondent à des déplacements identiques par rapport à l'alignement de piste ou à l'alignement de descente ILS, suivant le cas, quelle que soit l'installation au sol utilisée.

3.1.2.3 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 seront au moins conformes aux normes 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 seront conformes aux normes applicables à ces éléments dans le cas d'une installation ILS de catégorie I, complétées ou modifiées par les normes des § 3.1.3 et 3.1.5 indiquées expressément comme étant applicables aux installations ILS de catégorie de performances II.

3.1.2.5 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, seront conformes aux normes applicables à ces éléments dans le cas d'une installation ILS de catégories I et II, sauf lorsqu'elles sont complétées ou modifiées par les normes 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 sera 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.

- Les spécifications relatives à l'installation ILS de catégories de performances II et III visent à assurer le plus haut degré d'intégrité, de fiabilité et de stabilité de fonctionnement du système dans les conditions d'environnement les plus défavorables susceptibles d'être rencontrées Le Supplément C, § 2.8, contient des éléments indicatifs permettant de réaliser cet objectif

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 sera 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 garantira que seul le radiophare d'alignement de piste desservant la direction d'approche utilisée émet des signaux.

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.

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

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

3.1.2.8 Aux emplacements où une installation ILS et installation GBAS desservent les extrémités opposées d'une même 7 piste, quand la direction d'approche utilisée n'est pas celle desservie par l'ILS, le radiophare d'alignement de piste ne rayonnera pas 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.

- 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

Introduction. - Les spécifications de la présente section s'appliquent aussi bien aux radiophares d'alignement de piste ILS qui assurent un guidage effectif sur 360° d'azimut qu'à ceux qui n'assurent un tel guidage que sur une partie spécifiée de la couverture avant (voir le § 3.1.3.7.4). Lorsqu'un radiophare d'alignement de piste ILS assurant un guidage effectif sur un secteur limité seulement est installé, 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 produira 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 créera 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 prédominera à sa droite et le taux de modulation de la porteuse à 90 Hz prédominera à sa gauche.

3.1.3.1.3 Tous les angles horizontaux utilisés pour définir les diagrammes de rayonnement du radiophare auront 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 fonctionnera dans la bande 108 – 111,975 MHz. Lorsqu'une seule fréquence porteuse est utilisée, la tolérance de fréquence ne dépassera pas ±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. 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 sera 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*

3.1.3.3.1 Les radiophares d'alignement de piste émettront 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.

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

3.1.3.3.2 En tous les points du volume de couverture spécifié au § 3.1.3.3.1, sauf dans les cas spécifiés aux § 3.1.3.3.2.1, 3.1.3.3.2.2 et 3.1.3.3.2.3, l'intensité de champ ne sera pas inférieure à 40 µV/m (-114 dBW/m^2).

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

3.1.3.3.2.1 Dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances I, le champ minimal sur l'alignement de descente ILS et à l'intérieur du secteur d'alignement de piste, à partir de 18,5 km (10 NM) et jusqu'à 30 m (100 ft) de hauteur au-dessus du plan horizontal passant par le seuil, ne sera pas inférieur à 90 µV/m (-107 dBW/m^2).

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, sera au moins égale à 100 µV/m (-106 dBW/m^2) à une distance de 18,5 km (10 NM) et augmentera pour atteindre une valeur au moins égale à 200 µV/m (-100 dBW/m^2) 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 sera au moins égale à 100 µV/m (-106 dBW/m^2) à une distance de 18,5 km (10 NM) et augmentera pour atteindre une valeur au moins égale à 200 µV/m (-100 dBW/m^2) à 6 m (20 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil. À 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 sera au moins égale à 100 µV/m (-106 dBW/m^2).

- 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 doit être ramenée à une valeur aussi faible que possible.*
- 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.

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, sera au moins égal à 10 dB.

3.1.3.3.5 D*ans 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 doit pas être inférieur à 16 dB.*

3.1.3.4 *Structure de l'alignement de piste*

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

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

3.1.3.4.2 Dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégories de performances II et III, l'amplitude des coudes de l'alignement de piste ne dépassera pas les valeurs spécifiées ci-après :

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

et, pour les installations de catégorie de performances 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

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.

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, sera 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 sera compris entre les limites de 18 et 22 %.

3.1.3.5.3 Les tolérances suivantes seront admises pour les fréquences de modulation :

a) les fréquences de modulation seront de 90 Hz et de 150 Hz, ±2,5 % ;
b) les fréquences de modulation seront de 90 Hz et de 150 Hz, ±1,5 % pour les installations de catégorie deperformances II ; c) les fréquences de modulation seront de 90 Hz et de 150 Hz, ±1 % pour les installations de catégorie de performances III ;
c) les fréquences de modulation seront de 90 Hz et de 150 Hz, ± 1% pour les installations de catégorie de performances III
d) l'ensemble des harmoniques de la modulation à 90 Hz ne sera pas 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 sera pas supérieure à 5 % ;
e) l'ensemble des harmoniques de la modulation à 150 Hz ne sera pas supérieur à 10 %.

3.1.3.5.3.1 D*ans le cas des installations ILS de catégorie de performances I, les fréquences de modulationdoivent être de 90 Hz et 150 Hz, ±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 sera pas 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 seront pas supérieures à 0,05 % du taux de modulation de la porteuse.

3.1.3.5.3.3 Les fréquences de modulation seront 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.

- 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.

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 s'appliqueront à chacune des porteuses. En outre, la fréquence de modulation à 90 Hz de l'une des porteuses sera 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 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 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 installations de catégories de performances I et II : à 20° près,
2) dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances 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 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 seront réglées à leurs valeurs nominales entre des limites correspondant aux limites indiquées au § 3.1.3.5.3.4.

- 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 doit pas dépassé60 % 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 dépassera pas 60 % ou sera inférieure à 30 % dans les limites de couverture prescrites.

- 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.

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

- La norme 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 %.

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 L*a 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 doit être réduite au minimum dans la mesure du possible.*

3.1.3.6 *Précision d'alignement de piste*

3.1.3.6.1 L'alignement de piste moyen sera 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 : ±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 : ±7,5m (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 performance moyen doit être réglé et maintenu entre des limites correspondant à ±4,5 m (15 ft) d'écart par rapport à l'axe de piste au point de repère ILS.*

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 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.

2.- Il est prévu que les nouvelles installations de catégorie de performances II satisferont aux dispositions du § 3.1.3.6.2.

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 sera 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 sera 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 sera obtenue au point B de l'ILS. L'angle maximal du secteur d'alignement de piste ne sera pas supérieur à 6°.

3.1.3.7.2 La sensibilité d'écart latérale sera 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 doit être réglée et maintenue, lorsque cela est possible, entre des limites correspondant à ±10 % de la valeur nominale.*

- 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.

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) sera 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. À partir de cet angle et jusqu'à ±10°, la DDM sera au moins égale à 0,180. À partir de ±10° et jusqu'à ±35°, la DDM sera au moins égale à 0,155. Si la couverture doit être assurée en dehors du secteur de ±35°, la DDM sera au moins égale à 0,155 dans la zone de couverture, à l'exception du secteur d'alignement arrière.

- La linéarité de la variation de la DDM en fonction de l'écart angulaire est particulièrement importante au voisinage de l'alignement de piste.
- La DDM donnée ci-dessus dans le secteur de 10° à 35° doit être considérée comme un besoin minimal en dessous duquel l'ILS ne peut pas être utilisé comme aide d'atterrissage. Lorsqu'elle est possible, une DDM d'une valeur supérieure, par exemple 0,180, présente l'avantage d'aider les aéronefs très rapides à exécuter leur interception sous un grand angle à des distances souhaitables du point de vue de l'exploitation à condition que les limites du § 3.1.3.5.3.6 sur le pourcentage de modulation soient respectées.
- 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 exploité 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 performances III ne seront pas 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 œuvre, ce canal sera conforme aux normes 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 sera 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 émettra 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 gênera en aucune façon l'accomplissement de la fonction de base de l'alignement de piste.

3.1.3.9.2 Le signal d'identification sera produit par la modulation en classe A2A de la fréquence porteuse ou des fréquences porteuses au moyen d'une tonalité de 1 020 Hz ±50 Hz. Le taux de modulation sera compris entre 5 et 15 % ; toutefois, si un canal de communication radiotéléphonique est utilisé, le taux de modulation sera 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 seront polarisées horizontalement. Si deux porteuses sont modulées par des signaux d'identification, les phases relatives des modulations seront 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 sera émis en code morse international et sera composé de deux ou de trois lettres. Il pourra être précédé du signal du code morse international correspondant 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 sera émis à l'aide de points et de traits à une vitesse correspondant à environ sept mots à la minute et sera répété, à des intervalles à peu près égaux, au moins six fois par minute tant que le radiophare d'alignement de piste est disponible pour l'exploitation. Lorsque le radiophare d'alignement de piste n'est pas disponible pour l'exploitation, par exemple après la suppression des éléments de navigation, ou au cours des opérations d'entretien ou d'émissions de réglage, le signal d'identification sera interrompu. La durée des points sera de 0,1 à 0,160 s. La durée des traits sera normalement égale à trois fois celle des points. L'intervalle entre points et/ou traits sera égal à la durée d'un point ±10 %. L'intervalle entre lettres ne sera pas inférieur à la durée de trois points.

3.1.3.10 *Implantation*

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 sera installé sur le prolongement de l'axe de la piste, et le radiophare sera 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 seront 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 sera 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 sera installé et réglé conformément aux dispositions relatives à l'ILS décalé spécifiées dans les *procédures pour les services de navigation aérienne*, et les normes sur le radiophare d'alignement de piste seront rapportées au point de seuil fictif correspondant.

3.1.3.11 *Contrôle*

3.1.3.11.1 Le dispositif de contrôle automatique donnera un avertissement aux points de contrôle désignés et provoquera 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 ;
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 ;

   - *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 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.

— 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 doit intervenir notamment lorsque la DDM tombe à moins de 0,155 dans les limites de couverture prescrites au-delà de ±10° 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 sera aussi brève que possible, compte tenu de la nécessité d'éviter des interruptions du service de navigation assuré par le radiophare d'alignement de piste.

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

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

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

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 doit être 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 1 s dans le cas des radiophares d'alignement de piste des installations de catégorie de performances III.*

3.1.3.11.4 Il sera 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.

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.

- 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 :

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

3.1,3.12.2.1 *la probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage ne doit pas être inférieure à 1 - 1,0 × 10^{-7} pour tout atterrissage dans le cas des radiophares d'alignement de piste de niveau I.*

3.1.3.12.4.2 *la probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné doit dépasser 1 - 4 × 10^{-6} dans toute période de 15 secondes dans le cadre radiophares d'alignement de piste de niveau I (équivalant à 1 000 heures de moyenne des temps entre interruption de service).*

- 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.

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, on procédera 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 :

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

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

- la probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage n'est pas inférieure à 1 – 0,5 x105 pour tout atterrissage ; et si
- la probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné dépasse 1 – 2 x 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 :

- la probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage n'est pas inférieure à 1 – 0,5 x 10^{9} pour tout atterrissage ; et si
- la probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné dépasse 1 – 2 x 10^{6} dans toute période de 30 secondes (équivalant à 4 000 heures de moyenne des temps entre interruptions du service).
- *Le Supplément C, § 2.8, contient des éléments indicatifs sur des façons de réaliser l'intégrité et la continuité de 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 assurera une immunité suffisante à l'égard du brouillage causé par les produits d'intermodulation du troisième ordre émanant de deux signaux FM VHF dont les niveaux correspondent aux équations suivantes :

$$2N1 + N2 + 72 \leq 0$$

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

$$2N_1 + N_2 + 3 \; 24 - 20 \log \leq 0$$

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

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.
.*f* = 108,1 – f1, f1 étant la fréquence de *N1*, signal FM VHF le plus proche de 108,1 MHz.

3.1.4.2 Le système récepteur du radiophare d'alignement de piste ILS ne sera pas désensibilisé par les signaux de radiodiffusion FM VHF dont les niveaux correspondent au tableau suivant :

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

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

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

- 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 produira 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 sera 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 doit être de 3°. un angle supérieur à 3° pour l'alignement de descente ILS ne doit pas être adopté, 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 sera réglé et maintenu dans les limites de :

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

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

3.1.5.1.4 La hauteur du point de repère ILS sera 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 L*a hauteur du point de repère ILS doit être de 15 m (50 ft) pour les installations ILS de catégorie de performances I. Une tolérance de +3 m (10 ft) est autorisée.*

- 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.

3.1.5.1.6 L*a hauteur du point de repère ILS doit être de 12 m (40 ft) pour les installations ILS de catégorie de performances I 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 fonctionnera dans la bande 328,6 – 335,4 MHz. Si une seule porteuse est utilisée, la tolérance de fréquence ne dépassera pas ±0,005 %. Si des systèmes d'alignement de descente à deux porteuses sont utilisés, 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. 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 sera 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 contiendront 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 émettra 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 sera 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 sera de 400 µV/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 sera 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 sera fournie sera de 15 m (50 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le seuil.

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

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 dépassera pas les valeurs spécifiées ci-dessous :

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

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

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

- 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.

- 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.

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, sera 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 seront observées pour les fréquences de modulation :

a) les fréquences de modulation seront de 90 Hz et 150 Hz, ±2,5 % dans le cas des installations ILS de catégorie de performances I ;
b) les fréquences de modulation seront de 90 Hz et 150 Hz, ±1,5 % dans le cas des installations ILS de catégorie I de performances II ;
c) les fréquences de modulation seront de 90 Hz et 150 Hz, ±1 % dans le cas des installations ILS de catégorie de performances III ;

d) l'ensemble des harmoniques de la modulation à 90 Hz ne sera pas supérieur à 10 % ; de plus, dans le cas des installations de catégorie de performances III, la deuxième harmonique de la modulation à 90 Hz ne sera pas supérieure à 5 % ;
e) l'ensemble des harmoniques de la modulation à 150 Hz ne sera pas 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, ±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 sera pas supérieur à 1 %.

3.1.5.5.3 Les modulations seront 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.

- 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.

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 s'appliqueront à chacune des porteuses. En outre, la fréquence de modulation à 90 Hz de l'une des porteuses sera 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 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 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 catégories de 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 sera autorisé. Dans de tels systèmes, la mise en phase des signaux à 90 Hz et celle des signaux à 150 Hz seront réglées à leurs valeurs nominales entre les limites correspondant aux limites indiquées au § 3.1.5.5.3.1.

- 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 doit être réduite au minimum dans la mesure du possible.*

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 0,07θ et 0,14θ au-dessus et au-dessous de l'alignement de descente.

- 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 D*ans le cas des radiophares d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances I, la sensibilité nominale d'écart angulaire doit correspondre à une DDM de 0,0875 pour un écart angu-*

laire de 0,12θ au-dessous de l'alignement de descente avec une tolérance de ±0,02 θ 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 sera 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 θ au-dessous de l'alignement de descente, avec une tolérance de ±0,02 . ;
b) 0,12 θ 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 correspondra 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 sera réalisée avec un angle de site d'au moins 0,30θ. Au-dessus de l'horizontale. Toutefois, si cette valeur est atteinte avec un angle de site dépassant 0,45θ. la valeur de la DDM ne descendra pas au-dessous de 0,22, au moins jusqu'à un angle de site de 0,45θ. ou jusqu'au site le plus bas, jusqu'à concurrence de 0,30 θ qui sera nécessaire pour protéger la procédure promulguée pour l'interception de l'alignement de descente.

3.1.5.6.6 La sensibilité d'écart angulaire du radiophare d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances I sera réglée et maintenue à la valeur nominale choisie ±25 %.

3.1.5.6.7 La sensibilité d'écart angulaire du radiophare d'alignement de descente des installations ILS de catégorie de performances II sera réglée et maintenue à la valeur nominale choisie ±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 sera réglée et maintenue à la valeur nominale choisie ±15 %.

3.1.5.7 *Contrôle*

3.1.5.7.1 Le dispositif de contrôle automatique transmettra 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 θ et + 0,10 θpar 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 ;

- 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) ±0,0375 θ ; 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 θ, par rapport à l'horizontale ;
g) réduction de la DDM à moins de 0,175 à l'intérieur de la couverture spécifiée au-dessous du secteur d'alignement de descente.

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 , comme limite du détecteur.*

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. de l'horizontale.

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 . par rapport à l'horizontale.

3.1.5.7.2 L*e contrôle des caractéristiques de l'alignement de descente ILS doit être assuré 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 sera 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 dépassera en aucun cas :

6 s dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS des installations catégorie de performances I ;
2 s dans le cas des radiophares d'alignement de descente ILS des installations catégorie de performances II et III.

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.

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

3.1.5.7.3.2 L*orsque 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 catégorie de performances II et III nedoit pas dépasser pas 1 s.*

3.1.5.7.4 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.

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 sera attribué aux radiophares d'alignement de descente comme il est indiqué aux § 3.1.5.8.2 à 3.1.5.8.5.

- 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 doit pas être inférieure à 1 - 1,0 x 10^7 pour tout atterrissage pour les radiophares d'alignement de descente de niveau I.*

3.1.5.8.2.2 *La probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné dépasse 1 – 4 x 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).*

- 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 *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, on procédera 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 – 1,0x107 pour tout atterrissage ; et si
- la probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné dépasse 1 – 4x106 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 x 10^9 pour tout atterrissage ; et si
- la probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné dépasse 1 – 2 x 10^6 dans toute période de 15 secondes (équivalant à 2 000 heures de moyenne des temps entre interruptions du service).

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).

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 radiophares d'alignement de descente

3.1.6.1 Les fréquences d'émission des radiophares d'alignement de piste et des radiophares d'alignement de descente des systèmes d'atterrissage aux instruments seront choisies par paires dans la liste suivante conformément aux dispositions de l'arrêté relatif aux télécommunications aéronautiques Part.5 paragraphe 4.2

Radiophare d'alignement de piste (MHz)	*Radiophare d'alignement de descente (MHz)*	*Radiophare d'alignement de piste (MHz)*	*Radiophare d'alignement de descente (MHz)*
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

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

3.1.7.1 *Généralités*

a) Chaque installation comportera 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 sera 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.
c) Les radiobornes produiront 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 sera 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 ±0,005 %, et leurs émissions seront polarisées horizontalement.

3.1.7.3 *Couverture*

3.1.7.3.1 Les radiobornes seront 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 m ± 50 m (500 ft ± 160 ft) ;
b) radioborne intermédiaire : 300 m ± 100 m (1 000 ft ± 325 ft) ; c) *radioborne extérieure :* 600 m ± 200 m (2 000 ft ± 650 ft).

3.1.7.3.2 L'intensité de champ, aux limites de couverture spécifiées au § 3.1.7.3.1, sera égale à 1,5 mV/m (-82 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 mV/m (-76 dBW/m^2).

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.

2- Une installation type de récepteur de radiobornes 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 mV/m (-82 dBW/m^2).

3.1.7.4 *Modulation*

3.1.7.4.1 Les fréquences de modulation seront 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 sera de ±2,5 % et l'ensemble des harmoniques pour chacune des fréquences ne sera pas supérieur à 15 %.

3.1.7.4.2 Le taux de modulation des radiobornes sera de 95 ± 4 %.

3.1.7.5 *Identification*

3.1.7.5.1 Les émissions de la porteuse ne seront pas interrompues. Les fréquences audibles de modulation seront 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 seront observées avec une tolérance de ±15 %.

3.1.7.6 *Implantation*

3.1.7.6.1 La radioborne intérieure sera 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 doit être implantée 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.

- 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.

- 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.

3.1.7.6.1.2 *Si le diagramme de rayonnement n'est pas vertical, la radioborne doit être soit implantée 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 sera 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 intermédiaire doit être implantée 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.*

3.1.7.6.2.2 *Si le diagramme de rayonnement n'est pas vertical, la radioborne doit être implantée 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 § 3.1.7.6.2.1.*

3.1.7.6.3 La radioborne extérieure sera 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 doit être 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 doit pas être 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 produit 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 de l'Annexe 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 alimentera en signaux et fera 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 U*n dispositif de contrôle approprié donnant une indication en un lieu convenablement choisi lorsque le taux de modulation de la radioborne baisse au-dessous de 50 % doit être installé pour chaque radioborne.*

3.2 Spécifications du système radar d'approche de précision

- Les distances indiquées dans ces spécifications sont des distances réelles dans l'espace.
3.2.1 Un système radar d'approche de précision comprendra 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 sera 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 ».

3.2.3 Radar d'approche de précision (PAR)

3.2.3.1 *Couverture*

3.2.3.1.1 Le PAR devra pouvoir détecter et indiquer la position d'un aéronef ayant une surface réfléchissante de 15 m^2 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.

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

Appareil privé (monomoteur) : de 5 à 10 m^2.
Bimoteur de petites dimensions : 15 m^2 et plus.
Bimoteur de dimensions moyennes : 25 m^2 et plus.
Quadrimoteur : de 50 à 100 m^2.

3.2.3.2 *Implantation*

3.2.3.2.1 Le PAR sera implanté et réglé de façon à couvrir entièrement un volume dont la pointe sera située à 150 m (500 ft) du point d'atterrissage 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.

- Il est possible de se conformer aux dispositions du § 3.2.3.2.1 en implantant le dispositif en arrière du point d'atterrissage, 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° 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).

3.2.3.3 *Précision*

3.2.3.3.1 *Précision des indications en azimut.* Les indications en azimut seront 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 sera implanté de telle façon que l'erreur au point d'atterrissage n'excède pas 9 m (30 ft). Le dispositif sera aligné et réglé de telle façon que l'erreur au point d'atterrissage, lue 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 sera possible de distinguer la position de deux aéronefs dont les azimuts diffèrent de 1,2°.

3.2.3.3.2 *Précision des indications en site.* Les indications en site seront 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 sera implanté de telle façon que l'erreur au point d'atterrissage n'excédera pas 6 m (20 ft) ; il sera aligné et réglé de telle façon que l'erreur au point d'atterrissage, 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 sera possible de distinguer la position de deux aéronefs dont les angles de site diffèrent de 0,6°.

3.2.3.3.3 *Précision des indications en distance.* L'erreur sur l'indication de la distance d'un aéronef au point d'atterrissage n'excédera pas 3 % de cette distance, +30 m (100 ft). Il sera 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.

3.2.3.4 Des indications seront 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.

3.2.3.5 Les indications seront entièrement renouvelées au moins toutes les secondes.

3.2.4 Radar de surveillance (SRE)

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

3.2.4.2 *Couverture*

3.2.4.2.1 Le SRE permettra de détecter des aéronefs ayant une surface réfléchissante égale ou supérieure à 15 m^2 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.

3.2.4.2.2 *Il faut s'efforcer d'améliorer la couverture obtenue pour un aéronef d'une surface réfléchissante de 15 m^2, 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°.*

3.2.4.3 *Précision*

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

3.2.4.3.2 *Précision des indications en distance.* L'erreur sur l'indication de distance ne sera pas supérieure à la plus grande des deux valeurs ci-après : 5 % de la distance réelle ou 150 m (500 ft). Il sera 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 (750 ft).

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

3.2.4.4 Le dispositif devra pouvoir renouveler complètement, au moins toutes les 4 s, les indications en distance et en azimut, de tout aéronef situé dans le volume de couverture du dispositif.

3.2.4.5 *Il faut s'efforcer 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 sera 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 émettra une fréquence porteuse à laquelle seront appliquées deux modulations distinctes à 30 Hz. L'une de ces modulations sera telle que sa phase soit indépendante de l'azimut du point d'observation (phase de référence). L'autre modulation sera 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 seront en phase sur le méridien de référence magnétique passant par la station.

- 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 des § 4.2.1 et 4.2.3.1 du Chapitre 4, Volume V, l'emploi de ces fréquences est acceptable. La plus haute fréquence assignable sera 117,950 MHz. Les canaux seront 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 ou de 200 kHz entre les canaux, la tolérance de fréquence de la porteuse sera de ±0,005 %.

3.3.2.2 La tolérance de fréquence de la porteuse sera de ±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 les 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 ±0,002 % la tolérance de fréquence des VOR existants.

3.3.3 Polarisation et degré de précision

3.3.3.1 Les émissions du VOR seront polarisées horizontalement ; la composante polarisée verticalement sera aussi faible que possible.

- 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 sur les possibilités de déterminer, par des essais en vol, l'influence de la polarisation verticale sur la précision des relèvements.)

3.3.3.2 La contribution de la station sol à l'erreur des relèvements fournis par la composante du champ du VOR polarisée horizontalement ne dépassera pas ±2° 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 émettront 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°.

3.4.2 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 spécifiéedoit être de 90* $\mu V/m$*, ou -107 dBW/*m^2 *.*

3.3.5 Modulations des signaux de navigation

3.3.5.1 La porteuse, observée en n'importe quel point de l'espace, sera 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 %.

- 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°, sera 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°, sera 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.

- 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

3.3.5.4 Les fréquences de modulation correspondant à la phase variable et à la phase de référence seront égales à 30 Hz ±1 %.

3.3.5.5 La fréquence moyenne de modulation de la sous-porteuse sera égale à 9 960 Hz ± 1 %.

3.3.5.6

a) Dans le cas du VOR classique, le taux de modulation en amplitude de la sous-porteuse de 9 960 Hz ne dépassera pas 5 %.

b) 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 dépassera pas 40 %.

3.3.5.7 Lorsqu'un espacement 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 dépassera pas les limites suivantes par rapport au niveau de la bande latérale de 9 960 Hz

Sous-porteuse	*Niveau*
9 960 Hz	0 dB (niveau de référence)
2e harmonique	–30 dB
3e harmonique	–50 dB
4e 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 seront polarisées horizontalement.

3.3.6.2 Le taux de modulation de crête de la porteuse sur ce canal de communication ne sera pas 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 s'écartera pas de plus de 3 dB du niveau correspondant à 1 000 Hz.

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

3.3.6.5 Le signal d'identification sera transmis en code morse international et sera composé de deux ou de trois lettres. Il sera émis à une vitesse correspondant à environ sept mots à la minute. Le signal sera répété au moins une fois toutes les 30 s et la fréquence de modulation sera égale à 1 020 Hz ± 50 Hz.

3.3.6.5.1 U*n signal d'identification doit être transmis au moins trois fois toutes les 30 s, les signaux étant également espacés au cours de chacune de ces périodes de 30 s. L'un des signaux d'identification pourra être transmis en phonie.*

3.3.6.6 Le taux de modulation de la porteuse par le signal codé d'identification sera 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'identificationdoit être de 5 ± 1 % en vue d'assurer une qualité satisfaisante des communications radiotéléphoniques.*

3.3.6.7 Les communications radiotéléphoniques ne gêneront en aucune façon les émissions principales du VOR. Le signal d'identification sera 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, fournira les signaux nécessaires au fonctionnement d'un dispositif de contrôle automatique. Le dispositif de contrôle automatique transmettra un avertissement à un point de contrôle et interrompra les modulations des signaux de navigation ou 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 entraîneront 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.

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

3.3.8.1 Le système récepteur VOR assurera une immunité suffisante à l'égard du brouillage causé par les produits d'intermodulation du troisième ordre émanant de deux signaux de radiodiffusion FM VHF dont les niveaux correspondent aux équations suivantes :

$$2N1 + N2 + 72 \leq 0$$

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

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

pour les signaux de radiodiffusion FM VHF sur les fréquences inférieures à 107,7 MHz, dans lesquelles les fréquences des deux signaux de radiodiffusion FM VHF donnent naissance, dans le récepteur, à un produit d'intermodulation du troisième ordre sur la fréquence 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 n'excédera les critères de désensibilisation spécifiés au § 3.3.8.2. $.f = 108{,}1 - f1$, 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 sera pas désensibilisé par les signaux de radiodiffusion FM VHF dont les niveaux correspondent au tableau suivant :

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

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

3.4 Spécifications des radiophares non directionnels (NDB)

3.4.1 Définitions

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

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

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

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

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

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

3.4.2 Couverture

3.4.2.1 L*a valeur minimale de l'intensité de champ dans la zone de couverture nominale d'un NDB doit être de 70 µV/m.*

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

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

3.4.2.2 Les notifications ou renseignements publiés concernant les NDB seront fondés sur le rayon moyen de la couverture nominale.

- Les radiophares situés dans les régions où la zone de couverture nominale peut subir des variations journalières et saisonnières importantes seront classés en tenant compte de ces variations.

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

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

La désignation du radiophare devrait donc comprendre le rayon de couverture dans chaque secteur, suivi des angles qui limitent ces secteurs, mesurés à partir du nord magnétique dans le sens des aiguilles d'une montre. Lorsqu'il est souhaitable de classer ainsi un NDB, le nombre des secteurs devrait être réduit au minimum ; il est préférable de se limiter à deux secteurs.

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

150/210° - 30°
100/30° - 210°

3.4.3 Limitation de la puissance rayonnée

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

3.4.4 Fréquences radio

3.4.4.1 Les fréquences radio assignées au NDB seront choisies parmi les fréquences disponibles dans la partie du spectre comprise entre 190 kHz et 1 750 kHz.

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

3.4.4.3 L*orsque deux radiobalises LF/MF sont utilisées comme complément du système ILS, l'intervalle de fréquence entre leurs porteuses respectives ne doit pas être inférieur à 15 kHz, afin d'assurer le bon fonctionnement*

du radiocompas, et, de préférence, pas supérieur à 25 kHz, de façon à permettre le changement rapide de fréquence lorsque l'aéronef n'est pourvu que d'un seul radiocompas.

3.4.4.4 Lorsqu'une fréquence commune est assignée aux radiobalises associées aux installations ILS qui desservent une même piste dans les deux sens, des dispositions seront prises pour garantir que l'installation qui n'est pas en service ne puisse émettre de signaux.

3.4.5 Identification

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

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

3.4.5.2.1 S*auf lorsque l'identification du radiophare est effectuée par manipulation par tout ou rien de la porteuse, le signal d'identification doit être transmis au moins trois fois toutes les 30 s, les signaux étant également espacés au cours de chacune de ces périodes de 30 s.*

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

3.4.5.4 La fréquence de modulation utilisée pour l'identification sera de 1 020 Hz ± 50 Hz ou de 400 Hz ± 25 Hz.

3.4.6 Caractéristiques d'émission

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

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

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

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

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

3.4.6.2 Pour tout NDB identifié par manipulation par tout ou rien d'une modulation à fréquence audible, le taux de modulation restera aussi voisin que possible de 95 %.

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

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

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

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

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

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

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

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

3.4.7 Implantation des radiobalises LF/MF

3.4.7.1 *Les radiobalises LF/MF sont utilisées comme complément de l'ILS, elles doivent être installées aux emplacements de la radioborne extérieure et de la radioborne intermédiaire. Si l'ILS n'est complété que par une seule radiobalise LF/MF, il est préférable d'installer cette dernière à l'emplacement de la radioborne extérieure. Lorsque des radiobalises LF/MF sont utilisées comme aides à l'approche finale en l'absence d'un ILS, il convient de choisir des emplacements équivalant à ceux qui seraient adoptés si un ILS était installé, compte tenu des dispositions appropriées relatives à la marge de franchissement des obstacles.*

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

3.4.8 Contrôle

3.4.8.1 À chaque NDB sera associé un dispositif de contrôle approprié permettant de déceler en un endroit convenable l'une quelconque des situations suivantes :

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

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

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

3.4.8.4 P*endant le fonctionnement d'un NDB autre qu'une radiobalise LF/MF, le dispositif de contrôledoit assurer en permanence la vérification du bon fonctionnement du radiophare, ainsi qu'il est prescrit au § 3.4.8.1, alinéas a), b) et c).*

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

- La présente section traite de deux 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).

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'écarter l'aéronef de l'alignement de piste et/ou de l'alignement de descente souhaité (voir le § 3.11).

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

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

Mode W, X, Y 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'approche MLS. Point situé sur l'alignement de descente minimal, à une hauteur spécifiée au-dessus du seuil (voir le § 3.11).

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 le § 3.11).

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

Puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.). Produit de la puissance fournie à l'antenne par le gain de l'antenne dans une direction donnée par rapport à une antenne isotrope (gain absolu ou isotrope).
Recherche. Condition dans laquelle l'interrogateur DME tente de capter et d'accrocher la réponse à ses propres interrogations émise par le transpondeur choisi.

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

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

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

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

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

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

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.

- 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 indiquera 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 comprendra deux éléments fondamentaux, l'un installé à bord de l'aéronef, l'autre au sol. L'équipement embarqué sera appelé interrogateur, l'équipement au sol transpondeur.

3.5.2.3 Les interrogateurs seront 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 fonctionnera 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) seront coïmplantées 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 associé avec un ILS, un MLS ou un VOR*

3.5.2.6.1 Les VOR et DME associés seront 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 à l'alinéa a), l'espacement entre les antennes du VOR et du DME ne dépasse pas 600 m (2 000 ft).

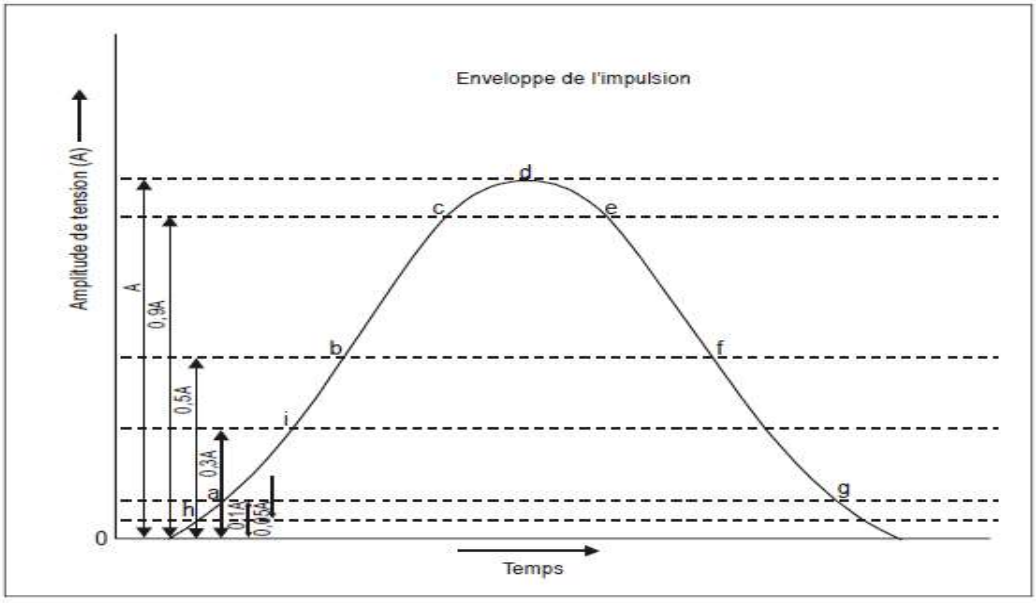

Figure 3-1

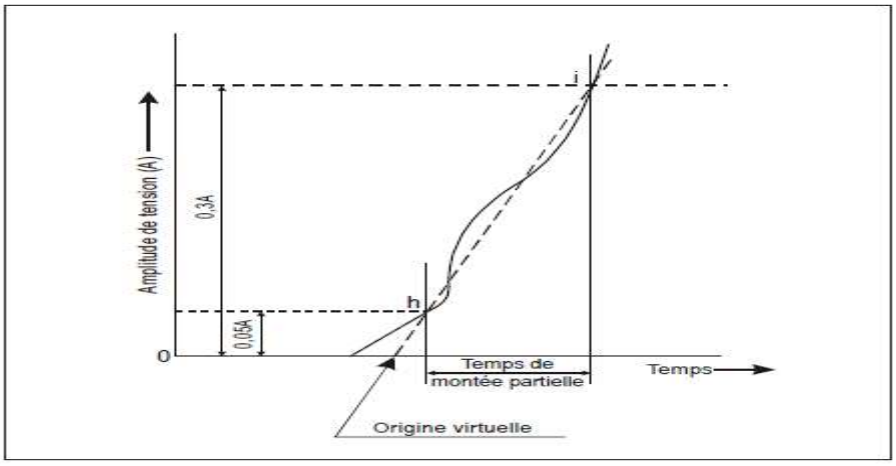

Figure 3-2

3.5.2.6.2 *Association du DME avec l'ILS — Le Supplément C, § 2.11, 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 doit être implanté aussi près que possible de l'installation d'azimut MLS.*

3.5.2.7 Les normes 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*

3.5.3.1.1 *Portée.* Le système permettra 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 émettra 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°.

- 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 sera, 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 sera au moins égale à celle du secteur de couverture de l'alignement de piste ILS entre ±10°, 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 La couverture du DME/P ou celle du DME/N lorsqu'il est associé avec un MLS sera au moins égale aux secteurs de couverture du guidage en angle d'azimut MLS.

- Ces dispositions ne spécifient pas la portée et la couverture opérationnelles du système ; la distance entre les installations déjà en service peut limiter la portée dans certaines régions.

3.5.3.1.3 *Précision*

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

3.5.3.1.4 *Précision du DME/P 1.— Deux normes de précision (1 et 2) sont données ci-dessous dans le cas du DME/P en vue de diverses applications. 2.— Des indications sur les normes de précision figurent dans le Supplément C, § 7.3.2.*

3.5.3.1.4.1 *Composantes de l'erreur.* L'erreur de suivi (PFE) sera constituée par les composantes fréquentielles de l'erreur DME/P à la sortie de l'interrogateur qui sont inférieures à 1,5 rad/s. Le bruit sur les commandes (CMN) sera 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.

- 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

3.5.3.1.4.2 Les erreurs constatées dans le prolongement de l'axe de piste ne dépasseront pas 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 sera toléré que la PFE admissible aux termes de la norme 1 comme de la norme 2 croisse linéairement en fonction de l'angle jusqu'à ±40° 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.* Le système fonctionnera en polarisation verticale dans la bande de fréquences 960 – 1 215 MHz. Les fréquences d'interrogation et de réponse seront 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 seront 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 seront utilisés sur les canaux DME/P comme l'indique le tableau au § 3.5.4.4.1. L'un de ces codes sera 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 seront 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.

- Il se pourra qu'un canal DME soit apparié à la fois avec la fréquence ILS et avec un canal MLS 3.5.3.4 *Fréquence de répétition des impulsions d'interrogation*
- 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 dépassera pas 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 dépassera pas 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 faut 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 30 s, 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 dépassera pas 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

- *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.*

- *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 sera 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 transpondeurdoit être capable de traiter cette circulation.*

3.5.3.6 *Identification du transpondeur*

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

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

- 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 sera 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 seront 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 faut émettre, 100* µs ± *10* µs *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 seront 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 seront 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 n'emploiera pas la paire d'impulsions d'égalisation spécifiée au § 3.5.3.6.2.2.
3.5.3.6.3 Le signal d'identification indépendante présentera les caractéristiques suivantes :

a) il consistera en l'émission de l'indicatif du transpondeur sous forme de points et de traits (code morse international) d'impulsions d'identification au moins toutes les 40 s, à la vitesse d'au moins 6 mots par minute ;
b) les caractéristiques du codage d'identification et la vitesse d'émission des lettres, pour le transpondeur DME, seront 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 sera 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 sera égal à la durée d'un point ±10 %. L'intervalle de temps entre lettres ou chiffres ne sera pas inférieur à la durée de trois points. La durée totale d'émission d'un groupe codé d'identification ne dépassera pas 10 s.

- 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 » présentera les caractéristiques suivantes :

a) lorsque le DME sera 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 40 s sera 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 § 3.11.4.6.2.1.

3.5.3.6.5 *Utilisation des systèmes d'identification*

3.6.5.1 Le système d'identification indépendante sera 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 se fera 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.

15.1.3.5.3.7.2 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.

- 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 sera obtenue avec un rendement du système d'au moins 50 %.

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 émettra sur la fréquence de réponse du canal DME assigné (voir le § 3.5.3.3.3).

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

3.5.4.1.3 *Forme des impulsions et spectre.* Toutes les impulsions rayonnées seront 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 ± 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 ±20 %. Lorsque la norme de précision 2 sera appliquée, la pente ne variera pas de plus de ±10 %.

3) *DME/P.le temps de montée de l'impulsion ne doit pas dépassé 1,2* µs.

b) La durée de l'impulsion sera de 3,5 µs ± 0,5 µs.

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

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.

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.

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

3.5.4.1.4 *Espacement entre impulsions*

3.5.4.1.4.1 L'espacement entre les impulsions d'une même paire sera conforme aux spécifications du tableau du § 15.1.3.5.4.4.1.

3.5.4.1.4.2 *DME/N.* La tolérance d'espacement entre impulsions sera de ±0,25 µs.

3.5.4.1.4.3 *DME/N. la tolérance d'espacement entre impulsions DME/N doit être de ±0,10* µs.

3.5.4.1.4.4 *DME/P.* La tolérance d'espacement entre impulsions sera de ±0,10 µs.

3.5.4.1.4.5 L'espacement entre impulsions sera 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 doit pas être 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 p.i.r.e de crête ne sera 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.

- Bien que la norme 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 sera 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 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.

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

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

3.5.4.1.5.6 L'émetteur devra 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 sera 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.

- 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 sera 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 sera 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 sera 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 dépassera pas -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 dépassera pas –10 dBm.

3.5.4.2 *Récepteur*

3.5.4.2.1 *Fréquence de fonctionnement.* La fréquence centrale du récepteur sera 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 s'écartera pas 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/m^2 pour le DME/N avec une zone de couverture supérieure à 56 km (30 NM) ;
b) -93 dBW/m_2 pour le DME/N avec une zone de couverture ne dépassant pas 56 km (30 NM) ;
c) -86 dBW/m_2 pour le DME/P en mode IA ;
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 seront 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 seront 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 ±1 µs par rapport à la valeur nominale, la sensibilité du récepteur ne sera pas 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 ±1 µs 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, la sensibilité du récepteur doit être réduite automatiquement 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 *Bande passante*

3.5.4.2.6.1 La bande passante minimale admissible du récepteur sera telle que le seuil de sensibilité du transpondeur ne baissera pas de plus de 3 dB lorsque la dérive totale du récepteur sera ajoutée à une dérive de ±100 kHz de la fréquence d'interrogation à l'arrivée.

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

3.5.4.2.6.3 *DME/P — Mode IA.* La bande passante du récepteur sera 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 sera 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 déclencheront pas le transpondeur. Les signaux arrivant à la fréquence intermédiaire seront atténués d'au moins 80 dB. Toutes les autres réponses non essentielles ou tous les autres signaux non essentiels dans la bande 960 – 1 215 MHz et toutes les fréquences-images seront atténués 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 8 µs sera mesuré entre les points de demi-tension des bords avant des deux signaux, dont la forme satisfera 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 satisfera 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 échosdoit être suffisante pour l'emplacement du transpondeur.

3.5.4.2.10 *Protection contre le brouillage*

- la protection contre le brouillage hors de la bande de fréquences DMEdoit être 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 seront pas 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 ±2 µs 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 sera 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 ±2 µs 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 sera 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.

		Espacement entre impulsions d'une même paire (µs)		*Retard systématique (µs)*	
Code canal	*Mode de fonctionnement*	*Interrogation*	*Réponse*	*Séquencement sur 1re impulsion*	*Séquencement sur 2e 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	–

- W et X sont obtenus par multiplexage sur la même fréquence.
- 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 µs pour les canaux du mode X et de 56 µs 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 sera permise.

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

- Les modes qui ne permettent pas d'utiliser la marge totale de 15 µs *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.*

3.5.4.4.3.1 *DME/N.* Le retard systématique sera 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 sera 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 sera 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 seront 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 doit être situé aussi près que possible du point où la distance indiquée doit être nulle.*

- 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.

3.5.4.5 *Précision*

3.5.4.5.1 *DME/N.* La partie de l'erreur globale du système attribuable au transpondeur ne dépassera pas ±1 µs (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 doit pas être supérieure à ±340 m (0,183 NM) plus 1,25 % de la mesure de distance.*

- 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 dépassera pas ±185 m (0,1 NM).

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

3.5.4.5.2 *DME/N.* La partie de l'erreur globale du système attribuable à un transpondeur associé avec une aide d'atterrissage ne dépassera pas ±0,5 µs (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 dépassera pas ±10 m (±33 ft) de PFE et ±8 m(±26 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 dépassera pas ±5 m (±16 ft) de PFE et ±5 m(±16 ft) de CMN.

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

3.5.4.5.5 D*ans le cas d'un DME associé avec une installation de guidage en angle MLS, la précision ci-dessusdoit comprendre 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 sera 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.

- 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 sera mis hors service pendant une période n'excédant pas normalement 60 µs 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 seront mis en œuvre pour contrôler et commander automatiquement le transpondeur en service.

15.1.3.5.4.7.2 *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 sera donnée à un point de commande ;
b) le transpondeur en service sera automatiquement arrêté ;
c) le transpondeur de secours, s'il existe, sera 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 :

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

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

3.5.4.7.2.4 L*e moniteur doit faire 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 ;
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 seront prises afin que chacune des conditions et anomalies de fonctionnement énumérées aux § 3.5.4.7.2.2, 15.1.3.5.4.7.2.3 et 3.5.4.7.2.4 puisse persister pendant quelques instants avant que n'intervienne le moniteur correspondant. Le délai à prévoir pour éviter d'interrompre le service pour des causes transitoires sera aussi bref que possible et ne dépassera pas 10 s.

3.5.4.7.2.6 Le transpondeur ne sera pas 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 § 15.1.3.5.4.5.3 ou au § 15.1.3.5.4.5.4 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 L*e moniteur doit faire 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 dépassera pas 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, seront 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 sera faite moins de 20 s après l'arrêt de l'équipement.

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

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

- 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.

15.1.3.5.5.1 *Émetteur*

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

- 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 s'écartera pas de plus de 100 kHz de la fréquence assignée.

3.5.5.1.3 *Forme des impulsions et spectre.* Toutes les impulsions rayonnées posséderont les caractéristiques 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. Dans le mode FA, le temps de montée partielle de l'impulsion sera égal à 0,25 ± 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 variera pas de plus de ±20 %. Lorsque la norme de précision 2 s'appliquera, la pente ne variera pas de plus de ±10 %.
3) DME/P. le temps de montée de l'impulsion ne doit pas dépasser 1,2 µs.

b) La durée de l'impulsion sera de 3,5 ± 0,5 µs.

c) Le temps de descente de l'impulsion aura une valeur nominale de 2,5 µs mais ne dépassera pas 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 du bord arrière d'amplitude égale à 95 % de l'amplitude maximale.
e) Le spectre du signal modulé par impulsions sera tel qu'au moins 90 % de l'énergie dans chaque impulsion seront 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, 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.

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).

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 inférieure d'au moins 38 dB à la puissance contenue dans une bande de 0,5 MHz centrée sur la fréquence nominale de canal. Tout lobe supplémentaire du spectre a une amplitude inférieure à celle du lobe adjacent plus proche de la fréquence nominale de canal.

3.5.5.1.4 *Espacement entre impulsions*

3.5.5.1.4.1 L'espacement entre les impulsions d'une même paire sera 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 sera de ±0,5 µs.
3.5.5.1.4.3 *DME/N. La tolérance d'espacement entre impulsionsdoit être de ±0,25* µs.
3.5.5.1.4.4 *DME/P.* La tolérance d'espacement entre impulsions sera de ±0,25 µs.
3.5.5.1.4.5 L'espacement entre impulsions sera 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 sera 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.

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 sera 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).

- 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, 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 – 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 pla-

çant 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 L*a puissance non essentielle de crête d'impulsion reçue et mesurée dans les conditions indiquées au § 3.5.5.1.6 doit être de 80 dB inférieure à la puissance voulue de crête d'impulsion reçue.*

- 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,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 sera 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 sera conforme aux indications du tableau présenté au § 3.5.4.4.1.
3.5.5.2.2 *DME/N.* Le retard systématique sera 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 sera 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 sera 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 sera 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 sera 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 sera la fréquence de transpondeur du canal d'interrogationréponse 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 sera 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.
- Bien que la norme du § 3.5.5.3.2.1 s'applique aux interrogateurs DME/N, la sensibilité du récepteur est supérieure à celle qui est nécessaire pour fonctionner avec la densité de puissance des transpondeurs DME/N indiquée au § 3.5.4.1.5.1 en vue de l'interopérabilité avec le mode IA des transpondeurs DME/P.

3.5.5.3.2.2 *DME/P.* L'équipement embarqué sera 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 seront 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/m^2.

3.5.5.3.2.4 *DME/P.* Les performances de l'interrogateur seront 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/m^2.

3.5.5.3.3 *Bande passante*

3.5.5.3.3.1 *DME/N.* La bande passante du récepteur sera 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 sera 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 sera 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.

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

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

3.5.5.3.5 *Décodage*

3.5.5.3.5.1 L'interrogateur comprendra 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 ±2 µs 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 sera rejetée.

3.5.5.3.5.3 *DME/P - Réjection par le décodeur.* Une paire d'impulsions de réponse dont l'espacement différera de ±2 µs 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 sera rejetée.

3.5.5.4 *Précision*

3.5.5.4.1 *DME/N.* La partie de l'erreur globale du système attribuable à l'interrogateur ne dépassera pas la plus grande des deux valeurs suivantes : ±315 m (±0,17 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 dépasseront pas respectivement ±30 m (±100 ft) et ±15 m (±50 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 attribuables à l'interrogateur ne dépasseront pas respectivement ±15 m (±50 ft) et ±10 m (±33 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 attribuables à l'interrogateur ne dépasseront pas ±7 m (±23 ft).

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

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 se feront sur une fréquence de 75 MHz avec une tolérance de ±0,005 %.

3.6.1.2 *Caractéristiques d'émission*

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

3.6.1.2.2 La fréquence audible de modulation sera de 3 000 Hz ± 75 Hz.

3.6.1.2.3 Les émissions seront 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 sera 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 sera pas interrompue pendant l'identification.

3.6.1.2.5 *Couverture et diagramme de rayonnement*

- La couverture et le diagramme de rayonnement des radiobornes seront normalement établis 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.

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 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 seront définies en fonction de l'intensité de champ spécifiée au § 3.1.7.3.2.

3.6.1.2.7 *Diagramme de rayonnement.* E*n principe le diagramme de rayonnement d'une radioborne doit être 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.*

- 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, un dispositif de contrôledoit être installé, 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 et le GLONASS.*

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.*

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

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

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.*

- Un ou plusieurs ISM peuvent comprendre les ISD diffusées.

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

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

Service 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.

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.*

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 Chine.

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

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

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

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

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

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

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

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

3.7.2 Généralités

3.7.2.1 *Fonctions*

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

- 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 sera 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 ;
b) le système mondial de navigation par satellite (GLONASS) fournissant les signaux de navigation du canal de précision standard (CSA) défini au § 3.7.3.2 ;
c) le système de renforcement embarqué (ABAS) défini au § 3.7.3.3 ;
d) le système de renforcement satellitaire (SBAS) défini au § 3.7.3.4 ;
e) le système de renforcement au sol (GBAS) défini au § 3.7.3.5 ;
f) f) le système régional de renforcement au sol (GRAS) défini au § 3.7.3.5 ;
g) le récepteur GNSS embarqué défini au § 3.7.3.6.

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 seront exprimées selon le référentiel géodésique du Système géodésique mondial (1984) (WGS-84).

- 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.

3.7.2.3.2 *Référence temporelle*. Les données temporelles fournies à l'utilisateur par le GNSS seront 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) satisfera aux spécifications du Tableau 3.7.2.4-1 (situé à la fin du § 3.7).

- 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.

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)*

- 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*

- 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 du service de localisation standard du GPS ne dépasseront pas les limites ci-dessous :

	Moyenne mondiale 95% du temps	Pire emplacement 95% du temps
Erreur de position horizontale	39 m (30 ft)	17 m (56 ft)
Erreur de position verticale	15 m (49 ft)	37 m (121 ft)

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 n'excéderont pas 40 nanosecondes, 95 % du temps.

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

a) erreur de distance, quel que soit le satellite 30 m (100 ft) avec la fiabilité spécifiée au § 3.7.3.1.3 ;
b) 95e percentile de l'erreur sur le taux de variation de la distance, quel que soit le satellite 0,006 m/s (0,02 ft/s) (moyenne mondiale) ;
c) 95e percentile de l'erreur sur l'accélération, quel que soit le satellite 0,002 m/s² (0,006 ft/s²) (moyenne mondiale) ;
d) 95e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite, pour toutes les différences de temps entre le moment de la génération des données et le moment de l'utilisation des données 7,8 m (26 ft) (moyenne mondiale).

3.7.3.1.1.2 *Disponibilité*. La disponibilité du service de localisation standard du GPS sera la suivante :

disponibilité du service horizontal : ≥ 99 %, emplacement moyen (seuil de 17 m, 95 %) ;
disponibilité du service vertical : ≥ 99 %, emplacement moyen (seuil de 37 m, 95 %) ;
disponibilité du service horizontal : ≥ 90 %, pire emplacement (seuil de 17 m, 95 %) ;
disponibilité du service vertical : ≥ 90 %, pire emplacement (seuil de 37 m, 95 %).

3.7.3.1.1.3 *Fiabilité*. La fiabilité du service de localisation standard du GPS se situera 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 majeur.*

- 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) d'un satellite dépasse 4,42 fois la limite supérieure de l'exactitude de distance pour l'usager (URA) 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 1×10^{-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 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 électromagnétique (SIS) du SPS du GPS d'un créneau de la constellation nominale 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.

- 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 soient occupés soit par un satellite diffusant un signal L1 en code C/A, en état de fonctionner et qui peut être suivi, dans la configuration de créneaux de base, soit par une paire de satellites diffusant chacun un signal L1 en code C/A, en état de fonctionner et qui peut être suivi, dans les configurations de créneaux élargies, 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.

- 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

- Les caractéristiques radioélectriques détaillées se trouvent à l'Appendice B, § 3.1.1.1.

3.7.3.1.1.8.1 *Fréquence porteuse L1*. Chaque satellite GPS diffusera un signal SPS de mesure de distance sur la fréquence porteuse de 1 575,42 MHz (fréquence L1 du GPS) en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

3.7.3.1.1.8.2 *Fréquence porteuse L5*. Certains satellites GPS diffuseront 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 sera 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.

3.7.3.1.1.8.4 Polarisation. La polarisation des signaux radioélectriques transmis sur L1 et L5 sera de typecirculaire 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 à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi soit compris dans les fourchettes suivantes, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation : de –158,5 dBW à –153 dBW pour L1 en code C/A et de –157,9 dBW à –150 dBW pour chacun des canaux I5 et Q5 sur L5.

3.7.3.1.1.8.7 Modulation. Chaque signal L1 et L5 du SPS sera modulé selon la méthode de modulation par déplacement de phase bivalente (BPSK) à l'aide d'un code de bruit 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.

- 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 sera le systèmegéodésique mondial WGS-84.

3.7.3.1.1.11*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 ;
f) le décalage de temps par rapport au temps UTC ;
g) l'état de la constellation.

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

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

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

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

- Les normes de précision suivantes ne comprennent pas les erreurs atmosphériques ni certaines erreurs du récepteur

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

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

3.7.3.1.2.1.2 *Précision du transfert de temps*. Les erreurs de transfert de temps commises par le canal CSA du système GLONASS n'excéderont pas 700 nanosecondes, 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 dépasseront pas les limites ci-dessous :

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Erreur de distance, quel que soit le satellite, selon les limites de fiabilité spécifiées au § 3.7.3.1.2.3	18 m	18 m	18 m	18 m	18 m
95e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite	11,7 m	11,7 m	11,7 m	11,7 m	11,7 m
95e percentile de l'erreur de distance sur tous les satellites	7,8 m	7,8 m	7,8 m	7,8 m	7,8 m

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
95e percentile de l'erreur sur le taux de variation de la distance, quel que soit le satellite	0,014 m/s	0,014 m/s	0,014 m/s	0,014 m/s	0,014 m/s
95e percentile de l'erreur sur l'accélération, quel que soit le satellite	0,005 m/s^2	0,005 m/s^2	0,005 m/s^2	0,005 m/s^2	0,005 m/s^2

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

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Emplacement moyen :					
Disponibilité du service horizontal	99 %, (seuil de12 m, 95 %)	99 %, (seuil de12 m, 95 %)	99 %, (seuil de12 m, 95 %)	99 %, (seuil de12 m, 95 %)	99 %, (seuil de12 m, 95 %)
Disponibilité du service vertical	99 %, (seuil de 25 m 95 %)	99 %, (seuil de 25 m 95 %)	99 %, (seuil de 25 m 95 %)	99 %, (seuil de 25 m 95 %)	99 %, (seuil de 25 m 95 %)
Pire emplacement :					
disponibilité du service horizontal	90 %, (seuil de12 m, 95 %)	90 %, (seuil de12 m, 95 %)	90 %, (seuil de12 m, 95 %)	90 %, (seuil de12 m, 95 %)	90 %, (seuil de12 m, 95 %)
Disponibilité du service vertical	90 %, (seuil de 25 m 95 %)	90 %, (seuil de 25 m 95 %)	90 %, (seuil de 25 m 95 %)	90 %, (seuil de 25 m 95 %)	90 %, (seuil de 25 m 95 %)

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

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Moyenne mondiale	99,37 %	99,37 %	99,37 %	99,37 %	99,37 %
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)	1×10^{-4}, (seuil de 70 m)	1×10^{-4}, (seuil de 70 m)	1×10^{-4}, (seuil de 70 m)	1×10^{-4}, (seuil de 70 m)

3.7.3.1.2.5 Probabilité de dysfonctionnement de constellation. La probabilité que l'erreur de distance pour l'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)	1×10^{-4}, (seuil de 70 m)	1×10^{-4}, (seuil de 70 m)	1×10^{-4}, (seuil de 70 m)	1×10^{-4}, (seuil de 70 m)

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

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

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

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

3.7.3.1.2.8*Caractéristiques radioélectriques L1OF*

- Les caractéristiques radioélectriques détaillées se trouvent à l'appendice B, § 3.1.2.1.1.

3.7.3.1.2.8.1 *Fréquence porteuse.* Chaque satellite GLONASS 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).

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

- 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 sera confinée dans une bande de ±5,75 MHz centrée sur chaque fréquence porteuse.

3.7.3.1.2.8.3 *Polarisation.* La polarisation des signaux transmis sera 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.

- 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).

- 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 transmettra sur sa fréquence porteuse le signal de navigation sous la forme d'un train binaire en modulation BPSK. La modulation de la porteuse sera effectuée à p-radians avec une erreur maximale de ±0,2 radian. La séquence de code pseudo-aléatoire sera répétée toutes les millisecondes.
3.7.3.1.2.8.5.2 Le signal de navigation modulant sera 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

- 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.

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.

- 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

- 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'horloge de 10,23 MHz) ;
b) un message de navigation transmis à 100 bits/s codé au moyen d'un codeur à convolution présentant une longueur de contrainte de 7 et un rendement de code de 1/2, de manière à générer 200 symboles par seconde ;
c) le code de recouvrement « 00010 » (période T=5 ms).

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

3.7.3.1.2.10 Caractéristiques radioélectriques des signaux L1OC

- 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 1 610 MHz.

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. Le système 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.

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

3.7.3.1.2.10.5 Modulation

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

3.7.3.1.2.10.5.1 Les signaux de navigation L1OC du système GLONASS 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 bivalente BPSK(1), alors que la composante L1OCp sera modulée selon la méthode de modulation de porteuse à double décalage BOC(1,1).

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

a) un code de mesure de distance (longueur N=10230, période T=2 ms, fréquence d'horloge de 0,5115 MHz) ;

b) un message de navigation transmis à 125 bits/s codé au moyen d'un codeur à convolution présentant une longueur de contrainte de 7 et un rendement de code de 1/2, de manière à générer 250 symboles par seconde ;

c) le code de recouvrement « 01 » (période T=4 ms).

3.7.3.1.2.10.5.3 La composante L1OCp sera obtenue par addition modulo 2 des trois signaux binaires suivants :

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

3.7.3.1.2.11 *Heure GLONASS.* L'heure GLONASS sera exprimée en temps UTC (SU)

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

3.7.3.1.2.13 *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 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 dans l'ionosphère (L1OC, L3OC seulement) ;
h) l'orientation du satellite dans l'ombre (L1OC, L3OC seulement).

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

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

1.- Les signaux du service ouvert de Galileo sont diffusés sur deux bandes de fréquence, E1 et E5. Dans la bande E5, deux types de signaux sont diffusés avec accès multiple par répartition en code (AMRC) : E5a et E5b. Pour les besoins de l'aviation, le service ouvert de Galileo à fréquence unique est basé soit sur le signal E1 soit sur le signal E5a ; et le service ouvert de Galileo à double fréquence est basé sur une combinaison des signaux E1 et E5a.

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 modulé sur la porteuse E5. Toutefois, il n'est pas prévu pour l'instant que les récepteurs de l'aviation utilisent le signal E5b.

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).

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.

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	5 m	5m	5m
Erreur de position verticale sur une période de mesure de 30 jours	8 m	8 m	8 m
Pire emplacement 95 % du temps :			
Erreur de position horizontale sur une période de mesure de 30 jours	10 m	10 m	10 m
Erreur de position verticale sur une période de mesure de 30 jours	16 m	16 m	16 m

3.7.3.1.3.2 Précision de la détermination du temps. Les erreurs de détermination du temps UTC de Galileo 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)	20 m	20 m	20 m
99,9e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)	10 m	10 m	10 m
95e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)	7 m	7 m	7 m
95e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)	2 m	2 m	2 m
95e percentile de l'erreur sur le taux de variation de la distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)	5 mm/s	5 mm/s	5 mm/s

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.

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

- 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}.

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.

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.

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}.

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, § 3.1.3.1.3.4.
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.
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.

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

- 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 n'excédera pas 2,5 m pour E1 et E5a.

- 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 Rsat et Rconst de Galileo. Les paramètres Rsat et Rconst de Galileo n'excéderont pas 2×10-5/h et 1×10-4/h respectivement.

- 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	4×10^{-4}/h	4×10^{-4}/h	4×10^{-4}/h

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

3.7.3.1.3.8 Caractéristiques radioélectriques. Tous les satellites de Galileo diffuseront les signaux E1, E5a et E5b du service ouvert de Galileo.

1.- Les signaux E5a et E5b sont multiplexés par modulation AltBOC et transmis à la fréquence porteuse E5 centrée à 1 191,795 MHz. La modulation AltBOC permet aux composantes des signaux E5a et E5b d'être récupérées séparément à l'aide d'un récepteur QPSK centré sur les fréquences individuelles E5a et E5b.

2.- La modulation AltBOC est décrite en détail dans l'appendice B, § 3.1.3.1.1.3.13.

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

3.7.3.1.3.8.1 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).

3.7.3.1.3.8.2 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.

3.7.3.1.3.8.3 Polarisation du signal E1. Le signal radioélectrique E1 sera émis à polarisation circulaire droite.

3.7.3.1.3.8.4 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.

3.7.3.1.3.8.5 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.

3.7.3.1.3.8.6 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.

- La modulation CBOC est présentée en détail dans l'appendice B, § 3.1.3.1.1.2.7.

3.7.3.1.3.9 *Caractéristiques radioélectriques du signal E5a*

- 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 »).*

3.7.3.1.3.9.1 *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).

3.7.3.1.3.9.2 *Spectre du signalE5a.* La puissance du signal de Galileo sur E5a sera contenue dans une bande de 20,460 MHz centrée sur la fréquence de l'E5a.

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

3.7.3.1.3.9.4 *Niveau de puissance minimale du signalE5a.* 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.

3.7.3.1.3.9.5 *Niveau de puissance maximale du signal E5a.* Chaque satellite de Galileo diffusera un signal de navigation E5a avec une puissance suffisante pour que le niveau du signal reçu ne dépasse pas –149,45 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi.

3.7.3.1.3.9.6 *Modulation du signal E5a.* Le signal E5a sera généré par addition modulo 2 du flux de données de navigation du signal E5a avec le code de mesure de distance de la composante données du signal E5a de 10,23 mégachips par seconde (E5a-I), et du code de mesure de distance de la composante pilote du signal E5a de 10,23 mégachips par seconde (E5a-Q).

3.7.3.1.3.10 *Caractéristiques radioélectriques du signal E5b*

- Des renseignements supplémentaires sur la modulation du signal E5 figurent dans le document Galileo OS SIS ICD.

3.7.3.1.3.10.1 *Fréquence porteuse E5b.* Chaque satellite Galileo diffusera le signal E5b à la fréquence porteuse de 1 207,14 MHz en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

3.7.3.1.3.10.2 *Spectre du signal E5b.* La puissance du signal de Galileo sur E5b sera contenue dans une bande de 20,460 MHz centrée sur la fréquence de l'E5b.

3.7.3.1.3.10.3 *Polarisation du signal E5b.* La polarisation du signal E5b transmis sera de type circulaire droite.

3.7.3.1.3.10.4 *Niveau de puissance minimale du signalE5b.* Chaque satellite de Galileo diffusera un signal de navigation E5b avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou davantage, le niveau du signal reçu ne soit pas inférieur à –155,90 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.3.10.5 *Niveau de puissance maximale du signal E5b.* Chaque satellite de Galileo diffusera un signal de navigation E5b avec une puissance suffisante pour que le niveau du signal reçu ne dépasse pas –149,45 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi.

3.7.3.1.3.10.6 *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).

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

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

3.7.3.1.3.12*Système de coordonnées.* Le système de coordonnées de Galileo sera le repère de référence terrestre de Galileo (GTRF).

- Des renseignements sur le GTRF sont précisés dans l'appendice B, § 3.1.3.5.2.

3.7.3.1.3.13*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.

- 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)*

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.

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).

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*

- 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 :

Signaux	B1I	B1C	B2a	B1C-B2a
Moyenne mondiale du seuil (95 %) :				
Erreur de position horizontale sur une période de mesure de 7 jours	9 m	9 m	9 m	9 m
Erreur de position verticale sur une période de mesure de 7 jours	15 m	15 m	15 m	15 m
Seuil de pire emplacement (95 %) :				
Erreur de position horizontale sur une période de mesure de 7 jours	15 m	15 m	15 m	15 m
Erreur de position verticale sur une période de mesure de 7 jours	22 m	22 m	22 m	22 m

3.7.3.1.4.1.2 *Précision du temps de transfert.* Les erreurs de transfert de temps du BDS OS 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
Erreur de distance quel que soit le satellite selon les limites de fiabilité spécifiées au § 3.7.3.1.4.3	15 m	15 m	15 m	15 m
95e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite, mesurée sur une période de 7 jours (moyenne mondiale)	4,6 m	4,6 m	4,6 m	4,6 m
95e percentile de l'erreur sur le taux de variation de la distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)	0,02 m/s	0,02 m/s	0,02 m/s	0,02 m/s
95e percentile de l'erreur sur l'accélération, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)	0,008 m/s^2	0,008 m/s^2	0,008 m/s^2	0,008 m/s^2

3.7.3.1.4.2 Disponibilité. La disponibilité du BDS OS sera la suivante :

Signaux	B1I	B1C	B2a	B1C- B2a
Emplacement moyen :				
Disponibilité du service horizontal mesurée sur une période de 7 jours	≥ 99 % (seuil de 15 m, 95 %)	≥ 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 %)

- 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).

- 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*

- Les normes s'appliquent si le satellite émet une indication de bon fonctionnement.

3.7.3.1.4.4.1 *Probabilité d'une défaillance de service majeure (P_{sat}).* La probabilité que l'erreur de distance pour l'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 (P_{const}).* 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}.

1.- Pour les signaux B1I, le seuil de tolérance est fixé à 4,42 fois la limite supérieurede 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.
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.
3.- La mise en correspondance entre l'état du SIS du signal B1I du BDS et les indicateurs du signal B1I du BDS contenus dans le message de données de navigation est spécifiée dans l'appendice B, § 3.1.4.1.3.1.3. La mise en correspondance entre l'état du SIS du signal B1C et du signal B2a du BDS et les indicateurs du B1C et du B2a du BDS contenus dans le message de données de navigation est spécifiée dans l'appendice B, § 3.1.4.1.3.2.7.2.

3.7.3.1.4.5 *Continuité.* La probabilité de perdre la disponibilité du SIS du service ouvert du BDS d'un créneau de la constellation nominale à 27 créneaux en raison d'une interruption imprévue ne dépassera pas les limites ci-après :

Signaux	B1I	B1C	B2a
MEO	2×10^{-3}/h	2×10^{-3}/h	2×10^{-3}/h
IGSO	5×10^{-3}/h	2×10^{-3}/h	2×10^{-3}/h

- La continuité s'applique si le satellite émet une indication de bon fonctionnement.

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*

- 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 ±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.

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.

- Des renseignements supplémentaires concernant la modulation du signal B1C figurent dans le document Bei-Dou 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 –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.

- 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.

- 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).

- 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.

3.7.3.2 *Réservé*

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, répondra aux exigences de précision, d'intégrité, de continuité et de disponibilité énoncées au § 3.7.2.4.

- 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 satisfera aux exigences énoncées dans l'appendice B, section 3.4.1.

3.7.3.4 *Système de renforcement satellitaire (SBAS)*

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, répondra 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 § 3.7.3.4.3).

- 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.

- 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, sections 3.3 et 6.2.3.

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

a) mesure de distance : fournir un signal de pseudodistance supplémentaire assorti d'un indicateur de précision transmis par un satellite SBAS;
b) état des satellites GNSS : déterminer et transmettre l'état des satellites GNSS ;
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 ;
d) correction différentielle précise : déterminer et transmettre les corrections ionosphériques.

- Quand toutes les fonctions sont assurées, l'ensemble composé du SBAS et de la ou des constellations satellitaires de base peuvent prendre en charge les types d'opérations « départ », « en route », « région terminale » et « approche », y compris les approches de précision 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.

3.7.3.4.2.1 *Mesure de distance*

3.7.3.4.2.1.1 Compte non tenu des effets atmosphériques, la contribution des satellites SBAS à l'erreur de mesure de distance ne dépassera pas 25 m (82 ft) (95 %).

3.7.3.4.2.1.2 La probabilité pour que l'erreur en distance excède 150 m (490 ft) au cours d'une heure ne dépassera pas 10^{-5}.

3.7.3.4.2.1.3 La probabilité de défaillance de la fonction de mesure de distance d'un satellite SBAS n'excédera pas 10^{-3}.

3.7.3.4.2.1.4 L'erreur sur le taux de variation de la distance ne dépassera pas 2 m/s (6,6 ft).

3.7.3.4.2.1.5 L'erreur sur l'accélération ne dépassera pas 0,019 m/s^2 (0,06 ft).

3.7.3.4.3 *Zone de service*. Une zone de service SBAS pour tout type d'opérations approuvées sera 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.

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.).

2- La zone de couverture est la zone dans laquelle il est possible de recevoir les diffusions du SBAS (c'est-à-dire l'empreinte des satellites géostationnaires).

3.7.3.4.4 *Caractéristiques radioélectriques*

3.7.3.4.4.1 *Fréquence porteuse*. La fréquence porteuse sera 1 575,42 MHz.

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

3.7.3.4.4.3*Niveau de puissance du signal SBAS*

3.7.3.4.4.3.1 Chaque satellite SBAS mis en orbite avant le 1er janvier 2014 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 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 linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.4.4.3.2 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-88 de l'Appendice B.
b) L'angle de site minimal utilisé pour déterminer la couverture GEO sera 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 pas dépassera pas -152,5 dBW.
d) L'ellipticité du signal ne sera pas inférieure à 2 dB pour une gamme d'écart angulaire de ± 9,1° à partir de l'axe de pointage.

3.7.3.4.4.4 *Polarisation*. Le signal émis sera à polarisation circulaire droite.

3.7.3.4.4.5 *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.

3.7.3.4.5 *Heure du réseau SBAS.* L'écart entre le temps SBAS et le temps GPS ne dépassera pas 50 nanosecondes.

3.7.3.4.6 *Données de navigation*. Les données de navigation transmises par chaque satellite comprendront les informations voulues pour déterminer :

a) l'instant où le satellite SBAS effectue la transmission ;
b) la position du satellite SBAS ;
c) l'heure 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.

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

- Sauf indication contraire expresse, les normes et pratiques recommandées sur le GBAS s'appliquent aussi au GRAS.
- Sauf indication contraire expresse, on entend par « procédure d'approche avec guidage vertical » (APV) les approches APV-I et APV-II.

3.7.3.5.1 *Performances*. L'ensemble constitué, d'une part, du système GBAS et d'un ou de plusieurs autres éléments du GNSS, et, d'autre part, d'un récepteur GNSS exempt de défauts, répondra aux exigences de précision, d'intégrité, de continuité et de disponibilité énoncées au § 3.7.2.4 pour le type d'opération considéré., dans le volume de service utilisé pour prendre en charge l'opération et défini au § 3.7.3.5.3.

- Le GBAS est destiné à prendre en charge tous les types d'opérations (approche, atterrissage, décollage guidé, départ et opérations à la surface) et peut appuyer les opérations en route et en région terminale. Le GRAS est prévu pour les opérations en route et en région terminale, et les opérations d'approche classique, de départ et d'approche avec guidage vertical. Les SARP qui suivent ont été élaborées pour toutes les catégories d'approche de précision, les approches avec guidage vertical et le service de localisation GBAS.

3.7.3.5.2 *Fonctions*. Le GBAS assurera les fonctions suivantes :

a) fournir des corrections de pseudodistance pertinentes au niveau local ;

b) fournir des données sur le GBAS ;

c) fournir des données sur le segment d'approche finale lorsqu'il prend en charge les approches de précision ;

d) fournir des données sur la disponibilité prévue des sources de mesure de distance ;

e) assurer le contrôle de l'intégrité des sources de mesure de distance du GNSS.

3.7.3.5.3 *Volume de service*

3.7.3.5.3.1. *Spécification générale pour les services d'approche*. Le volume de service minimal pour les approches GBAS sera celui qui est indiquée ci-dessous, sauf lorsque les caractéristiques topographiques imposent d'autres conditions ou que les besoins opérationnels permettent un volume de service différent :

a) latéralement : à partir de 140 m (450 ft) de chaque côté du point de seuil à l'atterrissage/point de seuil fictif (LTP/FTP), en s'éloignant suivant un angle de ±35 degrés de chaque côté de la trajectoire d'approche finale, jusqu'à 28 km (15 NM), puis de ±10 degrés jusqu'à 37 km (20 NM) ;

b) verticalement : à l'intérieur de la zone définie ci-dessus, jusqu'à un angle de site de 7 degrés ou 1,75 fois la valeur publiée de l'angle de site de l'alignement de descente (GPA) au-dessus de l'horizontale (la plus grande de ces deux valeurs ayant préséance), depuis le point d'interception de l'alignement de descente (GPIP) jusqu'à une limite supérieure de 3 000 m (10 000 ft) au-dessus du seuil (HAT) et 0,45 fois le GPA au-dessus de l'horizontale ou un angle du même ordre de grandeur (non inférieur toutefois à 0,30 GPA), selon le cas, afin de respecter la procédure officielle relative à l'interception de l'alignement de descente. La limite inférieure est la moitié de la hauteur de décision la plus faible prise en charge ou 3,7 m (12 ft), si cette dernière valeur est plus élevée.

- Les points LTP/FTP et GPIP sont définis à l'appendice B, § 3.6.4.5.1.
- Le supplément D, § 7.3, contient des éléments indicatifs sur le volume de service d'approche.

3.7.3.5.3.2 Services d'approche prenant en charge l'atterrissage automatique et le décollage guidé. Le volume de service GBAS supplémentaire minimal pour prendre en charge les opérations d'approche qui comprennent un atterrissage et un roulement automatiques, y compris pendant le décollage guidé, sera comme suit, sauf lorsque les exigences opérationnelles le permettent :

a) horizontalement, dans un secteur couvrant la largeur de la piste, qui part de l'extrémité aval de la piste et s'étend parallèlement à l'axe de piste vers le LTP jusqu'au volume de service minimal décrit au § 3.7.3.5.3.1 ;
b) verticalement, entre deux surfaces horizontales, l'une à 3,7 m (12 ft) et l'autre à 30 m (100 ft) au-dessus de l'axe de piste jusqu'au volume de service minimal décrit au § 3.7.3.5.3.1.

- Le supplément D, § 7.3, contient des éléments indicatifs sur le volume de service d'approche.

3.7.3.5.3.3*Service de localisation GBAS.*Le volume de service du service de localisation GBAS sera la zone où les données diffusées peuvent être captées et où le service de localisation satisfait aux spécifications du § 3.7.2.4 et prend en charge les opérations approuvées correspondantes.

3.7.3.5.4 *Caractéristiques de la diffusion des données*

3.7.3.5.4.1 *Fréquence porteuse*. Les fréquences utilisées pour la diffusion des données seront choisies dans la bande 108 – 117,975 MHz. La fréquence assignable la plus basse sera 108,025 MHz et la plus haute sera 117,950 MHz. La séparation entre les fréquences assignables (espacement entre les canaux) sera de 25 kHz.

- Le Manuel relatif aux besoins de l'aviation civile en matière de spectre radioélectrique (Doc 9718, volume II) contient des éléments indicatifs sur l'assignation de fréquences pour les systèmes ILS/VOR/GBAS, ainsi que sur les critères de séparation géographique.

3.7.3.5.4.2 *Technique d'accès*. La technique utilisée sera une technique d'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) avec une structure de trame fixe. De 1 à 8 créneaux seront affectés à la diffusion des données.

- Deux créneaux sont nominalement affectés à la diffusion des données, mais certaines installations GBAS qui emploient des antennes de diffusion de données VHF (VDB) multiples pour améliorer la couverture VDB peuvent en exiger plus. On trouvera au Supplément D, § 7.12.4, des éléments indicatifs sur l'utilisation des antennes multiples. Certaines stations émettrices GBAS d'un GRAS pourraient utiliser un créneau temporel.

3.7.3.5.4.3 *Modulation.* Les données GBAS seront transmises sous forme de symboles de 3 bits, la porteuse étant modulée en D8PSK, à raison de 10 500 symboles par seconde.

3.7.3.5.4.4 *Intensité et polarisation du champ RF de diffusion des données*

1- Le GBAS peut assurer la diffusion des données VHF avec une polarisation horizontale

(GBAS/H) ou une polarisation elliptique (GBAS/E) qui utilise à la fois la composante à polarisation horizontale (HPOL) et la composante à polarisation verticale (VPOL). Les aéronefs qui emploient la composante VPOL ne pourront pas utiliser l'équipement GBAS/H pour les opérations. Le Supplément D, § 7.1, contient les éléments indicatifs à ce sujet.

2- Les intensités de champ minimales et maximales correspondent à une distance minimale de 80 m (263 ft) de l'antenne émettrice, pour une portée de 43 km (23 NM).

3- Lors de la prise en charge de services d'approche aux aéroports où l'implantation des antennes VDB se heurte à des contraintes, il est acceptable d'ajuster le volume de service lorsque les exigences opérationnelles le permettent (comme il est indiqué aux § 3.7.3.5.3.1 et 3.7.3.5.3.2 sur les définitions du volume de service). Ces ajustements du volume de service peuvent être acceptables du point de vue opérationnel lorsqu'ils n'ont pas d'incidences sur le service GBAS en dehors d'un rayon de 80 m autour de l'antenne VDB, en supposant une puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) nominale de 47dBm.

3.7.3.5.4.4.1 *GBAS/H*

3.7.3.5.4.4.1.1 Un signal à polarisation horizontale sera diffusé.

3.7.3.5.4.4.1.2 La puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) fournira un signal à polarisation horizontale ayant un champ minimal de 215 μV/m (–99 dBW/m²) et un champ maximal de 0,879 V/m (–27 dBW/m²) dans le volume de service GBAS spécifié au § 3.7.3.5.3.1. L'intensité du champ sera mesurée sous forme de moyenne pendant la période du champ synchronisation et levée de l'ambiguïté de la rafale. Dans le volume de service GBAS supplémentaire spécifié au § 3.7.3.5.3.2, la puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) fournira un signal à polarisation horizontale ayant une intensité de champ minimale de 215 μV/m (-99 dBW/m²) au-dessous de 36 ft et jusqu'à 12 ft au-dessus de la surface de la piste, et de 650 μV/m (-89,5 dBW/m²) à 36 ft ou davantage au-dessus de la surface de la piste.

3.7.3.5.4.4.2 *GBAS/E*

3.7.3.5.4.4.2.1 U*n signal à polarisation elliptique doit être diffusé dans la mesure du possible.*

3.7.3.5.4.4.2.2 Lorsqu'un signal à polarisation elliptique est diffusé, la composante horizontale sera conforme aux spécifications du § 3.7.3.5.4.4.1.2 et puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) fournira un signal à polarisation verticale ayant un champ minimal de 136 μV/m (-103 dBW/m²) et un champ maximal de 0,221 0,555 volts par mètre (-31 dBW/m²) dans le volume de service GBAS. L'intensité du champ sera mesurée sous forme de moyenne pendant la période du champ synchronisation et levée de l'ambiguïté de la rafale.

3.7.3.5.4.5 *Puissance transmise dans les canaux adjacents.* Quelles que soient les conditions d'utilisation, la puissance transmise dans une bande de 25 kHz centrée sur l'i^{e} canal adjacent ne dépassera pas les valeurs indiquées au Tableau 3.7.3.5-1 (situé à la fin du § 15.1.3.7).

15.1.3.7.3.5.4.6 *Rayonnements non désirés.* Les rayonnements non désirés, notamment les rayonnements non essentiels et les rayonnements provenant des émissions hors bande, seront conformes aux niveaux indiqués dans le Tableau 3.7.3.5-2 (situé à la fin du § 15.1.3.7). La puissance totale dans tout signal VDB harmonique ou discret ne dépassera pas –53 dBm.

3.7.3.5.5 *Données de navigation.* Les données de navigation transmises par le GBAS contiendront les informations suivantes :

a) corrections de pseudodistance, temps de référence et données d'intégrité ;
b) données sur le GBAS ;
c) données relatives au segment d'approche finale quand les approches de précision sont prises en charge ;
d) données relatives à la disponibilité prévue des sources de mesure de distance.

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.

3.7.4 Protection contre le brouillage

3.7.4.1 En situation de brouillage répondant à la description donnée par décision du Directeur Général de l'ANAC, le GNSS sera conforme aux critères de performance définis au § 3.7.2.4 et par décision du Directeur Général de l'ANAC

- Le GPS et le GLONASS exploitent la bande de fréquences 1 559 – 1 610 MHz et sont classés par l'UIT dans les-catégories « service de radionavigation par satellite (RNSS) » et « service de radionavigation aéronautique (ARNS) ». À titre de RNSS, ils bénéficient d'une protection spéciale de la partie du spectre qu'ils utilisent. 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, les seuls services à utiliser la bande 1 559 – 1 610 MHz, et que les émissions provenant des systèmes exploitant les bandes de fréquences adjacentes seront strictement contrôlées par les organismes nationaux ou internationaux.

3.7.5 Base de données

.

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

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.

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

TYPES D'OPERATIONS	PRECISION HORIZONTALE À 95%	PRECISION VERTICALE À 95%	INTEGRITE	DELAI D'ALARME	CONTINUITE	DISPONI-BILITE
En route	3, 7 km (2. 0 NM)	N / A	1. 10^{-7}/ h	5 min	1. 10^{-4}/ h à 1. 10^{-8}/ h	0,99 à 0,99999
En route (TMA)	0, 74 km (0, 4 NM)	N / A	1. 10^{-7}/ h	15 S	1. 10^{-4}/ h à 1. 10^{-8}/ h	0,999 à 0,99999
Approche initiale, approche intermédiaire, approche classique (NPA), départ	220 m (720 ft)	N / A	1. 10^{-7}/ h	10 S	1. 10^{-4}/ h à 1. 10^{-8}/ h	0,99 à 0,99999
Approche avec guidage vertical (APV I)	16,0 m (52 ft)	20 m (66 ft)	1. 2 x 10^{-7}/ Approche	10 S	1. 8 10^{-6}/ dans tout l'intervalle de 15 S	0,99 à 0,99999
Approche avec guidage vertical (APV II)	16,0 m (52 ft)	8.0 m (26 ft)	1. 2 x 10^{-7}/ Approche	6 S	1. 8 10^{-6}/ dans tout l'intervalle de 15 S	0,99 à 0,99999
Approche de précision de cat I	16,0 m (52 ft)	6,0 m à 4,0 m (20 ft à 13 ft)	1. 2 x 10^{-7}/ Approche	6 S	1. 8 10^{-6}/ dans tout l'intervalle de 15 S	0,99 à 0,99999

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. Voici les seuils d'alarme utilisables :

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)

1- Les spécifications relatives à la précision et au délai d'alarme supposent l'utilisation d'un « récepteur exempt de défauts ».

2- 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).

3- Le tableau donne également des plages de valeurs pour les spécifications de disponibilité, car celles-ci dépendent des besoins opérationnels, lesquels reposent sur différents facteurs, notamment la fréquence des opérations, les conditions climatiques, l'importance et la durée des interruptions de service, la disponibilité d'autres aides à la navigation, la couverture radar, la densité de la circulation ou encore les procédures de repli. La valeur inférieure de chaque plage correspond au seuil à partir duquel un système peut être considéré comme utilisable, sans pouvoir remplacer toutefois les aides à la navigation non GNSS. Les valeurs supérieures indiquées pour la navigation en route sont celles pour lesquelles le GNSS peut être la seule aide fournie. Les valeurs supérieures indiquées pour l'approche et le départ découlent des impératifs de disponibilité des aéroports à forte densité de circulation, en supposant que le système est utilisé pour les opérations de décollage et d'atterrissage multipistes et qu'il existe des procédures de repli qui en assurent la sécurité (voir Supplément D, § 3.5).

4- 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).

5- Les critères de performance du GNSS pour les approches de précision de catégorie II ou III sont encore à l'étude et seront intégrés ultérieurement au présent document.

6- Les termes APV-I et APV-II désignent deux niveaux d'approche et d'atterrissage avec guidage vertical au GNSS et ils ne seront pas nécessairement utilisés en exploitation.

Tableau 3.7.3.5-1. Diffusion GBAS — Puissance transmise dans les canaux adjacents

Canal	Puissance relative	Puissance maximale
1er canal adjacent	−40 dBc	12 dBm
2e canal adjacent	−65 dBc	−13 dBm
4e canal adjacent	−74 dBc	−22 dBm
8e canal adjacent	−88,5 dBc	−36,5 dBm
16e canal adjacent	−101,5 dBc	−49,5 dBm
32e canal adjacent	−105 dBc	−53 dBm
64e canal adjacent	−113 dBc	−61 dBm
76e 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.

Tableau 3.7.3.5-2. Diffusion GBAS — Rayonnements non désirés

Fréquence	Niveau relatif des rayonnements non désirés (Note 2)	Niveau maximal des rayonnements non désirés (Note 1)
9 kHz à 150 kHz	−93 dBc (Note 3)	−55 dBm/1 kHz (Note 3)
150 kHz à 30 MHz	−103 dBc (Note 3)	−55 dBm/10 kHz (Note 3)
30 MHz à 106,125 MHz	−115 dBc	−57 dBm/100 kHz
106,425 MHz	−113 dBc	−55 dBm/100 kHz
107,225 MHz	−105 dBc	−47 dBm/100 kHz
107,625 MHz	−101,5 dBc	−53,5 dBm/10 kHz
107,825 MHz	−88,5 dBc	−40,5 dBm/10 kHz
107,925 MHz	−74 dBc	−36 dBm/1 kHz
107,9625 MHz	−71 dBc	−33 dBm/1 kHz
107,975 MHz	−65 dBc	−27 dBm/1 kHz
118,000 MHz	−65 dBc	−27 dBm/1 kHz
118,0125 MHz	−71 dBc	−33 dBm/1 kHz
118,050 MHz	−74 dBc	−36 dBm/1 kHz
118,150 MHz	−88,5 dBc	−40,5 dBm/10 kHz
118,350 MHz	−101,5 dBc	−53,5 dBm/10 kHz
118,750 MHz	−105 dBc	−47 dBm/100 kHz
119,550 MHz	−113 dBc	−55 dBm/100 kHz
119,850 MHz à 1 GHz	−115 dBc	−57 dBm/100 kHz
1 GHz à 1,7 GHz	−115 dBc	−47 dBm/1 MHz

NOTES.—

1. Le niveau maximal (puissance absolue) des rayonnements non désirés s'applique si la puissance d'émission autorisée dépasse 150 W.
2. Le niveau relatif des rayonnements non désirés doit être calculé en utilisant la même largeur de bande pour les signaux désirés et les signaux non désirés. Il peut être nécessaire de convertir les mesures des signaux non désirés effectuées en utilisant la largeur de bande indiquée dans la colonne « niveau maximal des rayonnements non désirés » du présent tableau.
3. Cette valeur est dictée par les limites de mesure. Les performances obtenues en situation réelle devraient être meilleures.
4. Les points adjacents désignés par les canaux adjacents indiqués ci-dessus sont liés par une relation linéaire.

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 sera pas supérieure à ±5° pour un signal d'entrée venant de n'importe quelle direction et ayant une intensité de champ égale ou supérieure à 70 μV/m, rayonnée par un NDB ou une radiobalise LF/MF fonctionnant dans les limites des tolérances admises par cette Annexe, lorsqu'il existe également un signal inutile dont la direction est perpendiculaire à celle du signal utile et :

1) qui est émis sur la même fréquence et de 15 dB plus faible ; ou
2) qui est éloigné de ±2 kHz et de 4 dB plus faible ; ou
3) qui est éloigné de ±6 kHz ou plus et de 55 dB plus fort.

- L'erreur d'indication de relèvement citée ci-dessus ne comprend pas l'erreur du compas magnétique de bord.

3.10 (Réservé)

3.11 Caractéristiques du système d'atterrissage hyperfréquences (MLS)

3.11.1 Définitions

Alignement de descente minimal. Angle minimal de descente, le long de l'axe d'azimut nul, compatible avec les procédures d'approche et critères de franchissement d'obstacles publiés.

- Il s'agit de l'angle de site le plus faible qui ait été homologué et publié pour la piste aux instruments.
Axe de pointage de l'antenne MLS. Plan passant par le centre de phase de l'antenne, perpendiculaire à l'axe horizontal contenu dans le plan de l'antenne-réseau.

- Normalement, dans le cas de l'azimut, l'axe de pointage de l'antenne coïncide avec l'azimut zéro degré. Cependant, on utilise de préférence le terme « axe de pointage » dans un contexte technique et le terme « azimut zéro degré » (voir la définition ci-dessous) dans le contexte de l'exploitation.

Azimut MLS. Lieu géométrique des points situés sur un quelconque plan horizontal où l'angle de guidage décodé est constant.

Azimut MLS zéro degré. Azimut MLS où l'angle de guidage décodé mesure zéro degré.
Bruit de suivi (PFN). Partie de l'erreur de signal de guidage susceptible d'écarter l'aéronef de l'alignement de piste moyen ou de l'alignement de descente moyen, selon le cas.

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 § 3.5).

Centre de faisceau. Milieu des points situés à –3 dB sur les fronts avant et arrière du lobe principal du faisceau battant.

CMN. Voir Bruit sur les commandes.

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.

Données auxiliaires. Données émises en plus des données de base, comprenant des informations sur l'implantation de l'équipement sol, destinées à améliorer les calculs de position à bord, ainsi que d'autres renseignements.

Données de base. Données émises par l'équipement sol, directement liées au fonctionnement du système de guidage d'atterrissage.

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

Erreur moyenne d'alignement de descente. Valeur moyenne de l'erreur de site le long de l'alignement de descente dans le cas d'une fonction de site.

Erreur moyenne d'alignement de piste. Valeur moyenne de l'erreur d'azimut le long du prolongement de l'axe de piste.

Fonction. Un des services de guidage assurés par le MLS (exemples : guidage en azimut d'approche, guidage en azimut arrière, données de base, etc.).

Largeur de faisceau. Largeur du lobe principal du faisceau battant exprimée en unités d'angle, mesurée aux points situés à -3 dB au moment où le faisceau est perpendiculaire à l'aérien, dans le plan horizontal pour la fonction d'azimut et dans le plan vertical pour la fonction de site.

PFE. Voir Erreur de suivi.

PFN. Voir Bruit de suivi.

Point de repère d'approche MLS. Point situé à une hauteur déterminée à la verticale de l'intersection de l'axe de la piste et du seuil.

Point de repère d'azimut arrière MLS. Point situé à une hauteur spécifiée au-dessus de l'axe de la piste et à égale distance de ses extrémités.

Point d'origine MLS. Point de l'axe de piste le plus proche du centre de phase de l'antenne de site d'approche.

Secteur de couverture. Volume d'espace aérien à l'intérieur duquel le service est assuré par une fonction donnée et où la densité de puissance du signal est supérieure ou égale au minimum spécifié.

Secteur de guidage complémentaire. Volume d'espace aérien compris dans le secteur de couverture, à l'intérieur duquel l'information de guidage en azimut n'est pas proportionnelle à l'écart angulaire de l'aéronef mais revêt la forme d'une indication constante « gauche » ou « droite » selon que l'aéronef se trouve à gauche ou à droite du secteur de guidage proportionnel.

Secteur de guidage proportionnel. Volume d'espace aérien à l'intérieur duquel l'information de guidage en angle fournie par une fonction est directement proportionnelle à l'écart angulaire de l'antenne de bord par rapport à l'axe de référence d'angle nul.

Signal d'indication hors limites. Signal rayonné au besoin vers des zones extérieures au secteur de couverture prévu pour prévenir spécifiquement la suppression injustifiée d'un avertissement à bord en présence d'une information de guidage trompeuse.

Site MLS. Lieu géométrique des points situés sur un quelconque plan vertical où l'angle de guidage décodé est constant.

Système de coordonnées. Coordonnées coniques. On dit qu'une fonction utilise des coordonnées coniques lorsque l'angle de guidage décodé varie de la même façon que l'angle minimal formé par la surface d'un cône contenant l'antenne de réception avec un plan perpendiculaire à l'axe de ce cône et passant par son sommet. Ce dernier coïncide avec le centre de phase de l'antenne. Dans le cas des fonctions d'azimut d'approche et d'azimut arrière, ce plan est le plan vertical passant par l'axe de piste. Dans le cas des fonctions de site, ce plan est horizontal.

Système de coordonnées. Coordonnées planes. On dit qu'une fonction utilise des coordonnées planes lorsque l'angle de guidage décodé varie de la même façon que l'angle formé avec un plan de référence par le plan passant par l'antenne de réception. Dans le cas des fonctions d'azimut, ce plan de référence est le plan vertical passant par l'axe de piste, et le plan passant par l'antenne de réception est le plan vertical passant par le centre de phase de l'antenne.

3.11.2 Généralités

3.11.2.1 Le MLS est un système de guidage de précision pour l'approche et l'atterrissage qui fournit une information de position et diverses données dans le sens sol-air. L'information de position est fournie dans un large secteur de couverture ; elle est déterminée par une mesure d'angle d'azimut, une mesure d'angle de site et une mesure de distance.

3.11.3 Configuration du MLS

3.11.3.1 *MLS de base.* La configuration de base du MLS comprendra les éléments suivants :

a) équipement d'azimut d'approche, moniteur correspondant, télécommande et télécontrôle ;
b) équipement de site d'approche, moniteur correspondant, télécommande et télécontrôle ;
c) moyen de codage et d'émission de mots de données essentielles, moniteur correspondant, télécommande et télécontrôle ;

- Les mots de données essentielles sont les mots de données de base et de données auxiliaires essentielles spécifiés au § 3.11.5.4.

d) DME/N, moniteur correspondant, télécommande et télécontrôle.

3.11.3.2 *Si une information de distance précise est nécessaire dans tout le secteur de couverture en azimut, l'option DME/P conforme aux normes du Chapitre 3, § 3.5,doit être utilisée.*

- Le DME est l'élément de mesure de distance du MLS et il est prévu de l'installer dès que possible. Cependant, on pourra utiliser temporairement avec le MLS les radiobornes associées à l'ILS tant que le service ILS sera assuré sur la même piste.

3.11.3.3 *Configurations MLS élargies.* Il sera permis de réaliser des configurations élargies par rapport au MLS de base par adjonction d'une ou plusieurs des fonctions ou caractéristiques améliorées suivantes :

a) équipement d'azimut arrière, moniteur correspondant, télécommande et télécontrôle ;
b) équipement de site d'arrondi, moniteur correspondant, télécommande et télécontrôle ;
c) DME/P, moniteur correspondant, télécommande et télécontrôle ;
d) moyen de codage et d'émission de mots de données auxiliaires supplémentaires, moniteur correspondant, télécommande et télécontrôle ;

e) secteur de guidage proportionnel élargi dépassant le minimum spécifié au § 15.1.3.11.5.

- Bien que la norme ait été élaborée pour prévoir la fonction de site d'arrondi, cette fonction n'est pas mise en œuvre et il n'est pas prévu de la mettre en œuvre dans le futur.
- Le format du signal MLS est conçu pour permettre l'adjonction ultérieure de fonctions supplémentaires (azimut sur 360°, par exemple).

3.11.3.4 *Configurations MLS simplifiées.* Il sera permis de réaliser des configurations simplifiées par rapport au MLS de base (§ 3.11.3.1), sur la base de l'assouplissement suivant des caractéristiques :

a) la couverture en azimut d'approche n'est assurée que dans la zone d'approche (§ 3.11.5.2.2.1.1) ; b) la couverture en azimut d'approche et en site d'approche (§ 3.11.5.2.2 et 3.11.5.3.2) ne s'étend pas au-dessous d'une hauteur de 30 m (100 ft) au-dessus du seuil ;

c) les limites de précision pour la PFE et le PFN sont élargies mais ne doivent pas dépasser 1,5 fois les valeurs spécifiées au § 15.1.3.11.4.9.4 pour le guidage d'azimut d'approche et au § 15.1.3.11.4.9.6 pour le guidage de site ;

d) la contribution de l'équipement au sol à l'erreur moyenne d'alignement de piste et à l'erreur moyenne d'alignement de descente est élargie à 1,5 fois les valeurs spécifiées aux § 3.11.5.2.5 et 3.11.5.3.5, respectivement ;

e) dérogation aux exigences CMN (§ 3.11.4.9.4 et 3.11.4.9.6) ;
f) période d'action des moniteurs et commandes (§ 3.11.5.2.3 et 3.11.5.3.3) élargie à une période de 6 secondes.

15.1.3.11.4 Caractéristiques du signal électromagnétique — Fonctions d'angle et de données

3.11.4.1 *Disposition des canaux*

3.11.4.1.1 *Canaux.* Les fonctions d'angle et de données MLS seront assurées sur un canal quelconque choisi parmi les 200 canaux assignés sur les fréquences 5 031,0 – 5 090,7 MHz et énumérés au Tableau A.

3.11.4.1.1.1 Les assignations de canaux qui viendront s'ajouter à celles qui sont spécifiées au §3.11.4.1.1 se feront dans la sous-bande 5 030,4 - 5 150,0 MHz en fonction des besoins futurs de la navigation aérienne.

3.11.4.1.2 *Appariement avec le DME.* L'appariement du canal d'angle et de données avec le canal de la fonction de distance se fera conformément au Tableau A.

3.11.4.1.3 *Tolérance de fréquence.* La fréquence radioélectrique de fonctionnement de l'équipement sol ne s'écartera pas de plus de ±10 kHz de la fréquence assignée. La stabilité de fréquence sera telle que l'écart par rapport à la fréquence nominale ne dépassera pas ±50 Hz pendant toute période d'une seconde.

3.11.4.1.4 *Spectre du signal radioélectrique*

3.11.4.1.4.1 Le signal émis sera tel que, pendant l'émission, la densité de puissance moyenne au-dessus de 600 m (2 000 ft) de hauteur, mesurée dans une bande de 150 kHz dont le centre se trouve à 840 kHz au minimum de la fréquence nominale, ne dépassera pas -94,5 dBW/m^2 pour le guidage en angle ou pour les signaux de données.

3.11.4.1.4.2 Le signal émis sera tel que, pendant l'émission, la densité de puissance moyenne à une distance de plus de 4 800 m (2,6 NM) de quelque antenne que ce soit et au-dessous de 600 m (2 000 ft) de hauteur, mesurée dans une bande de 150 kHz dont le centre se trouve à 840 kHz au minimum de la fréquence nominale, ne dépassera pas B94,5 dBW/m^2 pour le guidage en angle ou pour les signaux de données.

- Les spécifications du § 15.1.3.11.4.1.4.2 s'appliquent quand la couverture opérationnelle d'une autre station sol MLS chevauche l'horizon radioélectrique de la station sol considérée.

3.11.4.2 *Polarisation.* Les émissions radioélectriques de tout l'équipement sol seront à polarisation nominalement verticale. Aucune des composantes à polarisation horizontale ne provoquera, dans l'information de guidage, de modification supérieure à 40 % de la PFE admissible à l'endroit considéré lorsque l'antenne de bord sera inclinée de 30° par rapport à la position verticale, ni ne provoquera de dépassement de la limite de la PFE.

3.11.4.3 *Organisation du multiplexage par répartition dans le temps (MRT)*

3.11.4.3.1 L'information d'angle comme les données seront émises par multiplexage par répartition dans le temps (MRT) sur un seul et même canal radioélectrique.

3.11.4.3.2 *Synchronisation.* Les émissions des divers équipements sol d'angle et de données desservant une piste donnée seront synchronisées en vue d'un fonctionnement sans brouillage sur la fréquence radioélectrique commune.

3.11.4.3.3 *Cadences de fonction.* Chaque fonction émise sera répétée selon les indications du tableau suivant :

Fonction	*Cadence moyenne (Hz) mesurée sur une période quelconque de 10 s*
Guidage en azimut d'approche	13 ± 0,5
Guidage en azimut d'approche à cadence élevée	39 ± 1,5
Guidage en azimut arrière	6,5 ± 0,25
Guidage en site d'approche	39 ± 1,5
Guidage en site d'arrondi	39 ± 1,5
Données de base	voir Appendice A, Tableau A-7
Données auxiliaires	voir Appendice A, Tableaux A-10 et A-12

3.11.4.3.3.1 *Lorsque le secteur de guidage proportionnel d'une installation s'étend au maximum de -40° à +40° et que la nécessité d'une fonction de site d'arrondi ou d'autres fonctions n'est pas prévue à cette installation, la fonction d'azimut d'approche à cadence élevée doit être utilisée.*

3.11.4.3.4 *Séquencement des fonctions.* Les normes de séquencement applicables à chacune des fonctions d'angle et de données figurent dans l'Appendice A, Tableaux A-1 à A-6 et A-8. Dans le cas de l'équipement sol, la tolérance de séquencement interne de chaque événement énuméré, gigue comprise, sera de ±2 µs. La gigue sera inférieure à 1 µs en moyenne quadratique.

- Dans chaque cas, la valeur indiquée correspond au début du créneau de temps de l'événement et à la fin du créneau de temps de l'événement précédent. Les caractéristiques et le séquencement des émissions effectives sont spécifiés aux paragraphes qui s'y rapportent.

3.11.4.3.5 *Séquence des fonctions.* L'intervalle de temps entre les émissions successives d'une fonction donnée variera de manière à assurer une protection contre le brouillage synchrone.

- Chaque émission de fonction est une entité indépendante pouvant occuper n'importe quelle position dans la séquence MRT (sauf que la fonction d'azimut arrière doit être précédée du mot de données de base n° 2).

3.11.4.4 *Préambule*

3.11.4.4.1 Un signal de préambule sera émis dans tout le secteur de couverture considéré pour identifier la fonction particulière qui suit. Le préambule se composera d'une période d'acquisition de la porteuse radiofréquence, d'un code de temps de référence du récepteur et d'un code d'identification de fonction. Le séquencement des émissions du préambule sera conforme aux spécifications décidées par le Directeur Général de l'ANAC.

3.11.4.4.2 *Acquisition de la porteuse.* L'émission du préambule débutera par une période de porteuse radiofréquence non modulée, selon les spécifications décidées par le Directeur Général de l'ANAC.

3.11.4.4.3 *Modulation et codage*

3.11.4.4.3.1 *Modulation par déplacement de phase différentielle (MDPD).* Les codes de préambule et les signaux de données de base et de données auxiliaires spécifiés au § 3.11.4.8 seront émis par MDPD de la porteuse radiofréquence. Un déphasage de 0 ± 10° représentera le chiffre « zéro », tandis qu'un déphasage de 180 ± 10° représentera le chiffre « un ». La rapidité de modulation sera de 15 625 bauds. La précision de séquencement interne de la transition MDPD sera conforme aux spécifications du § 3.11.4.3.4. Il n'y aura aucune modulation d'amplitude pendant la transition de phase. Cette transition ne durera pas plus de 10 µs et la phase avancera ou retardera de façon monotone dans toute la région de transition.

3.11.4.4.3.2 *Temps de référence du récepteur.* Tous les préambules contiendront le code de temps de référence du récepteur, soit 11101 (bits I1 à I5). Le temps du point médian de la dernière transition de phase à l'intérieur du code sera le temps de référence du récepteur. Le code de temps de référence du récepteur sera validé par le décodage d'une identification de fonction valide suivant immédiatement le code de temps de référence du récepteur.

3.11.4.4.3.3 *Identification de fonction.* Un code d'identification de fonction suivra le code de temps de référence du récepteur. Ce code sera composé de cinq bits d'information (I6 à I10) permettant d'identifier 31 fonctions différentes, plus deux bits de parité (bits I11 et I12) selon les indications du tableau suivant :

Fonction	Code I_6	I_7	I_8	I_9	I_{10}	I_{11}	I_{12}
Azimut d'approche	0	0	1	1	0	0	1
Azimut d'approche à cadence élevée	0	0	1	0	1	0	0
Site d'approche	1	1	0	0	0	0	1
Site d'arrondi	0	1	1	0	0	0	1
Azimut arrière	1	0	0	1	0	0	1
Azimut sur 360°	0	1	0	0	1	0	1
Données de base 1	0	1	0	1	0	0	0
Données de base 2	0	1	1	1	1	0	0
Données de base 3	1	0	1	0	0	0	0
Données de base 4	1	0	0	0	1	0	0
Données de base 5	1	1	0	1	1	0	0
Données de base 6	0	0	0	1	1	0	1
Données auxiliaires A	1	1	1	0	0	1	0
Données auxiliaires B	1	0	1	0	1	1	1
Données auxiliaires C	1	1	1	1	0	0	0

- Les codes d'identification de fonction ont été choisis de façon que les bits de parité I11 et I12 satisfassent aux équations suivantes :

I6 + I7 + I8 + I9 + I10+ I11 = PAIR

I6 + I8 + I10 + I12 = PAIR

3.11.4.5 *Paramètres de guidage en angle.* L'information de guidage en angle sera codée en fonction de l'écart de temps à la réception entre les centres des lobes principaux de faisceau battant ALLER et RETOUR. Le codage sera interprété par l'équipement embarqué comme une fonction linéaire du temps selon l'équation :

$\theta = (T_0 - t)V/2$ dans laquelle : θ = angle de guidage en azimut ou en site, en degrés

t = écart de temps entre les centres de faisceau ALLER et RETOUR, en microsecondes
T0 = écart de temps entre les centres de faisceau ALLER et RETOUR pour 0°, en microsecondes
V = constante d'échelle de la vitesse de balayage, en degrés par microsecondes
3.11.4.5.1 Les paramètres de guidage en angle auront les valeurs indiquées au tableau suivant :

Fonction	Angle de balayage maximal (degrés)	Valeur de t pour l'angle de balayage maximal (µs)	To (µs)	V (degrés/µs)
Azimut d'approche	de −62 à +62	13 000	6 800	0,020
Azimut d'approche à cadence élevée	de −42 à +42	9 000	4 800	0,020
Azimut arrière	de −42 à +42	9 000	4 800	−0,020
Site d'approche	de −1,5 à +29,5	3 500	3 350	0,020
Site d'arrondi	de −2 à +10	3 200	2 800	0,010

- Une pause (temps de non-rayonnement) de durée est prévue entre la fin du balayage ALLER et le début du balayage RETOUR..

- Les angles de balayage maximaux indiqués tiennent compte du fait que l'angle de balayage doit dépasser la limite du secteur de guidage proportionnel d'au moins la moitié de la largeur de l'enveloppe de faisceau battant détectée (en angle équivalent) pour permettre le décodage.

3.11.4.5.2 Les tolérances de vitesse du faisceau battant de l'équipement sol et les tolérances d'écart de temps entre les impulsions ALLER et RETOUR correspondant à 0° devront être compatibles avec les spécifications du §

3.11.4.9 au sujet de la précision.

3.11.4.5.3 Les émissions de balayage ALLER et RETOUR seront disposées symétriquement par rapport au point médian de balayage indiqué dans une décision du Directeur Général de l'ANAC. Le point médian de balayage coïncidera avec le centre de l'intervalle de temps entre les émissions de balayage ALLER et RETOUR, avec une tolérance de ±10 µs.

3.11.4.6 *Fonctions de guidage en azimut*

3.11.4.6.1 Chaque émission d'angle de guidage se composera d'un balayage ALLER suivi d'un balayage RETOUR qui, pour un observateur placé au-dessus de l'antenne, se feront respectivement en sens d'horloge et en sens inverse. Pour les fonctions d'azimut d'approche, la valeur de l'angle croîtra dans le sens du balayage ALLER. Pour les fonctions d'azimut arrière, la valeur de l'angle croîtra dans le sens du balayage RETOUR.

3.11.4.6.2 *Signaux sectoriels.* Le format d'émission de toute fonction d'azimut comprendra des créneaux de temps destinés à la sélection d'une antenne de bord, à l'indication hors limites et aux impulsions d'essai que spécifient dansune décision du Directeur Général de l'ANAC La précision de séquencement interne des signaux sectoriels sera conforme à la précision de séquencement interne des transitions MDPD spécifiée au § 3.11.4.3.4.

3.11.4.6.2.1 *Identification de l'équipement sol.* Le MLS assurant des services sur une piste donnée sera identifié au moyen d'un indicatif alphabétique à quatre caractères commençant par la lettre M. Cet indicatif, diminué de la première lettre, sera émis sous la forme d'un mot numérique comme l'indique une décision du Directeur Général de l'ANAC.

- Il n'est pas exigé que l'équipement sol MLS émette l'identification en dehors des secteurs de couverture du guidage en angle. Si l'identification de canal MLS est opérationnellement exigée en dehors des secteurs de couverture du guidage en angle, elle peut être obtenue du DME omnidirectionnel associé

3.11.4.6.2.1.1 Ce signal sera émis sur le canal de données vers les zones de couverture en azimut d'approche et en azimut arrière.

3.11.4.6.2.1.2 Le bit de code occupant le créneau de temps précédemment attribué à l'autre identité (code morse) del'équipement sol à la suite du préambule d'azimut sera fixé dans l'état « ZÉRO ».

3.11.4.6.2.2 *Signal de sélection d'antenne de bord.* Un signal destiné à la sélection d'une antenne de bord sera émis sous la forme d'un signal MDPD « zéro » d'une durée de six bits. Ce signal sera disponible dans tout le secteur de couverture où le guidage en azimut d'approche ou en azimut arrière est assuré.

- Ce signal permet de sélectionner l'antenne la plus appropriée dans le cas d'une installation embarquée comprenant plusieurs antennes.

3.11.4.6.2.3 *Impulsions d'indication hors limites en azimut.* Lorsque des impulsions d'indication hors limites seront utilisées, elles seront :

a) plus fortes que tout signal de guidage hors des limites de couverture ;
b) inférieures d'au moins 5 dB au niveau du signal de guidage complémentaire « corrigez à gauche » (« corrigez à droite ») à l'intérieur du secteur de guidage complémentaire « corrigez à gauche » (« corrigez à droite ») ; et
c) inférieures d'au moins 5 dB au niveau du signal de faisceau battant à l'intérieur de la zone de couverture proportionnelle.

Chaque impulsion aura une durée d'au moins 100 µs à mi-amplitude et ses temps de montée et de descente seront inférieurs à 10 µs.

3.11.4.6.2.3.1 Il sera permis, si on le souhaite, d'émettre successivement deux impulsions dans chaque créneau destiné à l'indication hors limites. Lorsque des paires d'impulsions seront utilisées, chaque impulsion aura une durée d'au moins 50 µs et ses temps de montée et de descente seront inférieurs à 10 µs.

3.11.4.6.2.3.2 Les émissions d'impulsions d'indication hors limites rayonnées par des antennes dont les couvertures se chevauchent seront séparées par un intervalle minimal de 10 µs.

3.11.4.6.2.4 *Signaux d'essai émanant du sol*

- Du temps a été réservé dans les formats des signaux de guidage en azimut pour de futurs signaux d'essai émanant du sol.

3.11.4.6.2.5 *Guidage complémentaire.* Lorsque le secteur de guidage proportionnel sera plus étroit que la couverture minimale spécifiée aux § 3.11.5.2.2.1.1, alinéa a) et 3.11.5.2.2.2, alinéa a), un guidage complémentaire sera assuré pour compléter le secteur de couverture par émission d'impulsions de guidage complémentaire « corrigez à gauche » « corrigez à droite » dans les formats destinés aux fonctions d'azimut d'approche, d'azimut d'approche à cadence élevée et d'azimut arrière. Il sera permis d'assurer un guidage complémentaire autrement, en laissant le faisceau battant dépasser les limites du secteur de guidage proportionnel pour fournir une

information de guidage complémentaire « corrigez à gauche » ou « corrigez à droite », selon le cas lorsque l'angle décodé dépasse les limites désignées de la couverture du guidage proportionnel.

3.11.4.6.2.5.1 L'information de guidage complémentaire sera fournie par émission de paires d'impulsions à l'intérieur des créneaux de temps destinés au balayage en angle. Une paire d'impulsions sera constituée par une impulsion attenante à l'instant de départ du balayage ALLER du faisceau battant et par une impulsion attenante à l'instant d'arrêt du balayage RETOUR. Une deuxième paire sera constituée par une impulsion attenante à l'instant d'arrêt du balayage ALLER du faisceau battant et par une impulsion attenante à l'instant de départ du balayage RETOUR. Les impulsions de guidage complémentaire « corrigez à droite » représenteront les angles positifs et les impulsions de guidage complémentaire « corrigez à gauche » représenteront les angles négatifs. La durée de chaque impulsion de guidage complémentaire sera de 50 ± 5 µs. Le temps de commutation de l'émetteur entre les impulsions de guidage complémentaire et les émissions de faisceau battant ne dépassera pas 10 µs. Le temps de montée mesuré sur le flanc de chaque impulsion de guidage complémentaire non attenante au faisceau battant sera inférieur à 10 µs.

3.11.4.6.2.5.2 Les caractéristiques de signal électromagnétique des impulsions de guidage complémentaire seront les suivantes :

a) dans le secteur de guidage complémentaire « corrigez à droite », le niveau du signal de guidage complémentaire « corrigez à droite » dépassera d'au moins 5 dB celui des lobes secondaires du faisceau battant et celui de tous les autres signaux de guidage et signaux d'indication hors limites ;
b) dans le secteur de guidage complémentaire « corrigez à gauche », le niveau du signal de guidage complémentaire « corrigez à gauche » dépassera d'au moins 5 dB celui des lobes secondaires du faisceau battant et celui de tous les autres signaux de guidage et signaux d'indication hors limites ;
c) dans le secteur de guidage proportionnel, le niveau des signaux de guidage complémentaire sera inférieur d'au moins 5 dB à celui du lobe principal du faisceau battant.

3.11.4.6.2.5.3 La densité de puissance du signal de guidage complémentaire sera conforme aux spécifications du § 3.11.4.10.1.

- Les limites de la couverture proportionnelle sont émises sous forme de données de base comme il est spécifié au §

3.11.4.7 *Fonctions de guidage en site*

3.11.4.7.1 *Conventions de balayage.* Pour la fonction de site d'approche, l'angle de guidage en site croissant sera défini par un balayage montant. L'angle de site sera nul dans le plan horizontal passant par le centre de phase de l'antenne correspondante. Chaque émission d'angle de guidage se composera d'un balayage ALLER suivi d'un balayage RETOUR. Le balayage ALLER se fera dans le sens des angles croissants.

3.11.4.7.2 *Signal sectoriel.* L'émission d'une impulsion d'indication hors limites sera prévue dans le format destiné à la fonction de site d'approche. Lorsqu'une impulsion d'indication hors limites sera utilisée, elle sera : 1) plus forte que tout signal de guidage dans le secteur d'indication hors limites, et 2) inférieure d'au moins 5 dB aux signaux de guidage à l'intérieur du secteur de guidage. Le séquencement de l'indication hors limites sera conforme aux indications du Tableau A-4 de l'Appendice A. La durée de chaque impulsion mesurée à mi-amplitude sera d'au moins 100 µs et les temps de montée et de descente seront inférieurs à 10 µs.

3.11.4.7.2.1 Il sera permis, si on le souhaite, d'émettre successivement deux impulsions dans chaque créneau destiné à l'indication hors limites. Lorsque des paires d'impulsions seront utilisées, chaque impulsion aura une durée d'au moins 50 µs et ses temps de montée et de descente seront inférieurs à 10 µs.

3.11.4.8 *Fonctions de données.* L'émission de données de base et de données auxiliaires sera prévue dans le format de signal MLS.

- Les spécifications de couverture et de surveillance des données émanant de l'équipement sol figurent au § 3.11.5.4.

3.11.4.8.1 *Émissions de données.* Les données seront émises de la manière spécifiée au § 3.11.4.4.3.1.

3.11.4.8.2 *Structure et séquencement des données de base.* Les données de base seront codées sous forme de mots de 32 bits comprenant chacun un préambule de fonction (12 bits) spécifié au § 15.1.3.11.4.4 et des données dont la teneur est spécifiée au Tableau A-7 de l'Appendice A. Le séquencement des mots de données de base sera conforme aux spécifications du Tableau A-6 de l'Appendice A. La teneur, l'intervalle maximal entre deux émissions consécutives du même mot et l'organisation des mots seront conformes aux spécifications établies par décision du Directeur Général de l'ANAC L'émission des données contenant une information numérique débutera par le bit de poids faible. Le plus petit nombre binaire représentera la limite inférieure absolue

de la plage de valeurs et la progression se fera par pas binaires jusqu'à la limite supérieure absolue spécifiée par décision du Directeur Général de l'ANAC

3.11.4.8.2.1 *Teneur des données de base.* Les données spécifiées par décision du Directeur Général de l'ANAC seront définies comme suit :

a) *Distance antenne d'azimut d'approche - seuil.* Distance minimale du centre de phase de l'antenne d'azimut d'approche au plan vertical perpendiculaire à l'axe de piste qui contient le seuil de piste.
b) *Limite de couverture proportionnelle en azimut d'approche.* Limite du secteur dans lequel le guidage proportionnel en azimut d'approche est assuré.
c) *Type du signal de guidage complémentaire.* Méthode d'obtention du signal de guidage complémentaire en azimut.
d) *Alignement de descente minimal.* Angle minimal de descente le long de l'axe d'azimut nul, défini au § 3.11.1.
e) *État de l'azimut arrière.* État opérationnel de l'équipement d'azimut arrière.
f) *État du DME.* État opérationnel de l'équipement DME.
g) *État de l'azimut d'approche.* État opérationnel de l'équipement d'azimut d'approche.
h) *État du site d'approche.* État opérationnel de l'équipement de site d'approche.
i) *Largeur de faisceau.* Largeur de faisceau d'antenne pour une fonction donnée, définie au § 3.11.1.
j) *Distance DME.* Distance minimale du centre de phase de l'antenne DME au plan vertical perpendiculaire à l'axe de piste qui contient le point d'origine MLS.
k) *Azimut magnétique d'approche.* Angle mesuré en sens d'horloge dans le plan horizontal, à l'emplacement de l'antenne d'azimut d'approche, entre le nord magnétique et l'azimut d'approche zéro degré. Le sommet de l'angle mesuré sera le centre de phase de l'antenne d'azimut d'approche.
l) *Azimut magnétique arrière.* Angle mesuré en sens d'horloge dans le plan horizontal, à l'emplacement de l'antenne d'azimut arrière, entre le nord magnétique et l'azimut arrière zéro degré. Le sommet de l'angle mesuré sera le centre de phase de l'antenne d'azimut arrière.
m) *Limite de couverture proportionnelle en azimut arrière.* Limite du secteur dans lequel le guidage proportionnel arrière est assuré.
n) *Identification de l'équipement sol MLS.* Les trois derniers caractères de l'identification de système spécifiée au §

3.11.4.6.2.1. Les caractères seront chiffrés selon l'Alphabet international n° 5 (IA-5) à l'aide des bits b1 à b6.
- On peut reconstituer le bit b7 de ce code dans le récepteur embarqué en prenant le complément du bit b6.

3.11.4.8.3 *Organisation et séquencement des données auxiliaires.* Les données auxiliaires seront réparties en mots de 76 bits, eux-mêmes répartis comme suit : préambule de fonction (12 bits) spécifié au § 3.11.4.4 ; adresse (8 bits) spécifiée par décision du Directeur Général de l'ANAC ; données et parité (56 bits) spécifiées par décision du Directeur Général de l'ANAC. Trois codes d'identification de fonction serviront à distinguer la transmission des données auxiliaires A, des données auxiliaires B et des données auxiliaires C. Le séquencement de la fonction de données auxiliaires sera conforme aux indications établies par décision du Directeur Général de l'ANAC. Deux formats seront prévus, l'un pour les données numériques et l'autre pour les données en caractères alphanumériques. L'émission des données contenant une information numérique débutera par le bit de poids faible. Les caractères alphabétiques des mots de données B1 à B39 seront codés selon l'Alphabet international n° 5 (IA-5) à l'aide des bits b1 à b5, le bit b1 étant émis en premier. Les données alphanumériques figurant dans les autres mots de données seront codées selon l'Alphabet IA-5 à l'aide de 7 bits d'information, plus un bit de parité ajouté à chaque caractère. Les données alphanumériques seront émises dans l'ordre de lecture. L'émission série d'un caractère débutera par le bit de poids faible et s'achèvera par le bit de parité.

- La teneur des données auxiliaires A est spécifiée au § 3.11.4.8.3.1. Celle des données auxiliaires B est spécifiée au § 3.11.4.8.3.2 et celle des données auxiliaires C est réservée à l'usage national.
3.11.4.8.3.1 *Teneur des données auxiliaires A.* Les éléments de données contenus dans les mots de données auxiliaires A1 à A4 spécifiés par décision du Directeur Général de l'ANAC seront définis comme suit :

a) *Déport de l'antenne d'azimut d'approche.* Distance minimale du centre de phase de l'antenne d'azimut d'approche au plan vertical passant par l'axe de piste.
b) *Distance antenne d'azimut d'approche — point d'origine MLS.* Distance minimale du centre de phase de l'antenne d'azimut d'approche au plan vertical perpendiculaire à l'axe de piste qui contient le point d'origine MLS.
c) *Alignement de l'azimut d'approche sur l'axe de piste.* Angle minimal que fait l'azimut d'approche zéro degré avec l'axe de piste.
d) *Système de coordonnées de l'antenne d'azimut d'approche.* Système de coordonnées (planes ou coniques) des données d'angle émises par l'antenne d'azimut d'approche.

- Bien qu'on ait élaboré la norme ci-dessus pour prévoir deux systèmes de coordonnées entre lesquels on a le choix, le système de coordonnées planes n'est pas mis en œuvre et il n'est pas prévu de le mettre en œuvre dans le futur.

e) *Hauteur de l'antenne d'azimut d'approche.* Hauteur du centre de phase de l'antenne d'azimut d'approche par rapport au point d'origine MLS.
f) *Déport de l'antenne de site d'approche.* Distance minimale du centre de phase de l'antenne de site au plan vertical passant par l'axe de piste.
g) *Distance point d'origine MLS - seuil.* Distance, mesurée dans la direction de l'axe de piste, du point d'origine MLS au seuil de piste.
h) *Hauteur de l'antenne de site d'approche.* Position sur la verticale du centre de phase de l'antenne de site par rapport au point d'origine MLS.
i) *Altitude du point d'origine MLS.* Hauteur du point d'origine MLS par rapport au niveau moyen de la mer (msl).
j) *Hauteur du seuil de piste.* Hauteur de l'intersection du seuil et de l'axe de piste par rapport au point d'origine MLS.
k) *Déport DME.* Distance minimale du centre de phase de l'antenne DME au plan vertical passant par l'axe de piste.
l) *Distance DME - point d'origine MLS.* Distance minimale du centre de phase de l'antenne DME au plan vertical perpendiculaire à l'axe de piste qui contient le point d'origine MLS.
m) *Hauteur de l'antenne DME.* Hauteur du centre de phase de l'antenne DME par rapport au point d'origine MLS.
n) *Distance extrémité aval de piste - point d'origine MLS.* Distance, mesurée dans la direction de l'axe de piste, de l'extrémité aval de piste au point d'origine MLS.
o) *Déport de l'antenne d'azimut arrière.* Distance minimale du centre de phase de l'antenne d'azimut arrière au plan vertical passant par l'axe de piste.
p) *Distance antenne d'azimut arrière - point d'origine MLS.* Distance minimale de l'antenne d'azimut arrière au plan vertical perpendiculaire à l'axe de piste qui contient le point d'origine MLS.
q) *Coïncidence de l'azimut arrière et de l'axe de piste.* Angle minimal que fait l'azimut arrière zéro degré avec l'axe de piste.
r) *Système de coordonnées de l'antenne d'azimut arrière.* Système de coordonnées (planes ou coniques) des données d'angle émises par l'antenne d'azimut arrière.

- Bien qu'on ait élaboré la norme ci-dessus pour prévoir deux systèmes de coordonnées entre lesquels on a le choix, le système de coordonnées planes n'est pas mis en œuvre et il n'est pas prévu de le mettre en œuvre dans le futur.

s) *Hauteur de l'antenne d'azimut arrière.* Hauteur du centre de phase de l'antenne d'azimut arrière par rapport au point d'origine MLS.

- Il est entendu qu'aucun mot de données A supplémentaire ne sera défini.

3.11.4.8.3.2 *Teneur des mots de données auxiliaires B.* Les mots de données auxiliaires B seront définis de la manière indiquée par décision du Directeur Général de l'ANAC

3.11.4.8.3.2.1 *Données relatives aux procédures MLS/RNAV (système d'atterrissage hyperfréquences/navigation de surface).* Les mots de données auxiliaires B1 à B39 serviront au besoin à transmettre les données nécessaires aux procédures MLS/RNAV. Ces données pourront être divisées en deux bases distinctes : l'une émise dans le secteur de couverture en azimut d'approche et l'autre émise dans le secteur de couverture en azimut arrière. Pour chaque procédure, les données seront communiquées à l'aide de la base de données émise dans le secteur de couverture où la procédure commence. Les données relatives à une approche interrompue seront communiquées à l'aide de la base de données concernant la procédure d'approche associée.

3.11.4.8.3.2.2 *Structure des bases de données relatives aux procédures.* Chaque base de données relative à une procédure sera structurée comme suit :

a) un mot de correspondance/CRC indiquera la taille de la base de données, le nombre de procédures qui y sont définies et le code de contrôle de redondance cyclique (CRC) pour la validation de la base de données ;
b) des mots indicateurs de procédure indiqueront toutes les procédures d'approche et de départ nommées dans la base de données ;
c) des mots de données définiront les coordonnées et la succession des points de cheminement des procédures.

3.11.4.9 *Précision du système.* Sauf indication contraire, les normes de précision ci-après seront respectées avec une probabilité de 95 %.

- Les limites globales d'erreur comprennent les erreurs de toutes origines (exemples : erreurs provenant de l'équipement embarqué, de l'équipement sol et des effets de propagation).
- Il est entendu que les limites d'erreur seront appliquées sur un segment de vol qui comprend le point de repère d'approche ou le point de repère d'azimut arrière. Une décision du Directeur Général de l'ANAC *précisera les renseignements au sujet de l'interprétation des erreurs MLS et au sujet de la mesure de ces erreurs sur un segment de vol adapté à la vérification en vol.*
- Pour déterminer la dégradation admissible des erreurs ailleurs qu'au point de repère approprié, il faut d'abord convertir la valeur linéaire de la précision spécifiée au point de repère en valeur angulaire équivalente en prenant l'antenne pour origine.

15.1.3.11.4.9.1 *Point de repère d'approche MLS.* La hauteur du point de repère d'approche MLS sera de 15 m (50 ft). Une tolérance de +3 m (10 ft) sera admise.

- Sur le plan opérationnel, la définition de la hauteur du point de repère d'approche MLS a pour but d'assurer un guidage sûr au-dessus des obstacles ainsi qu'une utilisation sûre et efficace de la piste desservie. La hauteur mentionnée au § 3.11.4.9.1 se rapporte à une piste de code de référence 3 ou 4.
- D'autre part, le point de repère est un point commode où la précision et divers paramètres de la fonction peuvent être spécifiés.
- Les hauteurs ci-dessus du point de repère d'approche MLS ont été calculées pour une distance verticale maximale de 5,8 m (19 ft) entre la trajectoire de l'antenne d'alignement de descente de bord et la trajectoire du bas des roues à la verticale du seuil. Dans le cas des aéronefs pour lesquels ce critère est insuffisant, il peut être nécessaire de prendre des dispositions afin soit de maintenir une marge adéquate au seuil, soit d'adapter les minimums d'exploitation autorisés.

3.11.4.9.2 *Point de repère d'azimut arrière MLS.* La hauteur du point de repère d'azimut arrière MLS sera de 15 m (50 ft). Une tolérance de +3 m (10 ft) sera admise.

- La définition du point de repère d'azimut arrière MLS a pour but d'établir un point commode où la précision et divers paramètres de la fonction peuvent être spécifiés.

3.11.4.9.3 La PFE sera constituée par les composantes fréquentielles de l'erreur de signal de guidage à la sortie du récepteur embarqué qui sont inférieures à 0,5 rad/s dans le cas de l'information de guidage en azimut et inférieures à 1,5 rad/s dans le cas de l'information de guidage en site. Le CMN sera constitué par les composantes fréquentielles de l'erreur de signal de guidage à la sortie du récepteur embarqué qui sont supérieures à 0,3 rad/s dans le cas de l'information de guidage en azimut et supérieures à 0,5 rad/s dans le cas de l'information de guidage en site. La pulsation de coupure du filtre de sortie du récepteur servant à cette mesure est égale à 10 rad/s.

3.11.4.9.4 *Fonctions de guidage en azimut d'approche.* Sauf dans les cas prévus au § 3.11.3.4 pour les configurations MLS simplifiées, au point de repère d'azimut d'approche, les performances de la fonction d'azimut d'approche seront conformes aux dispositions suivantes :

a) la PFE ne dépassera pas ±6 m (20 ft) ;
b) le PFN ne dépassera pas ±3,5 m (11,5 ft) ;
c) le CNM ne dépassera pas ±3,2 m (10,5 ft), ou 0,1° si cette valeur est inférieure à la précédente.

3.11.4.9.4.1 L*a PFE ne doit pas dépasser ±4 m (13,5 ft) au point de repère d'approche.*

3.11.4.9.4.2 La précision linéaire spécifiée au point de repère sera maintenue dans toute la zone de couverture de piste spécifiée au § 15.1.3.11.5.2.2.1.2, sauf lorsqu'une dégradation sera tolérée selon les spécifications du § 15.1.3.11.4.9.4.3.

3.11.4.9.4.3 *Tolérance de dégradation.* Sauf dans les cas prévus au § 15.1.3.11.3.4 pour les configurations MLS simplifiées, en azimut d'approche, il sera toléré que la valeur angulaire de la PFE, du PFN et du CMN croisse linéairement jusqu'aux limites de couverture comme suit :

a) *En fonction de la distance*. La limite angulaire de PFE et la limite angulaire de PFN à 37 km (20 NM) du seuil de piste dans le prolongement de l'axe de piste seront égales à 2 fois la valeur spécifiée au point de repère d'approche. La limite de CMN sera de 0,1° à 37 km (20 NM) du point de repère d'approche dans le prolongement de l'axe de piste sous l'angle d'alignement de descente minimal.
b) *En fonction de l'angle d'azimut.* La limite angulaire de PFE et la limite angulaire de PFN sous un angle d'azimut de ±40° seront égales à 1,5 fois la valeur dans le prolongement de l'axe de piste à la même

distance du point de repère d'approche. La limite angulaire de CMN pour un angle d'azimut de ±40° est égale à 1,3 fois la valeur dans le prolongement de l'axe de piste à la même distance du point de repère d'approche.

c) *En fonction de l'angle de site*. La limite de PFE et la limite de PFN ne croîtront pas lorsque l'angle de site est inférieur ou égal à 9°. La limite angulaire de PFE et la limite angulaire de PFN sous un angle de site de 15° mesuré depuis le centre de phase de l'antenne d'azimut d'approche seront égales à 2 fois la valeur admise au-dessous de 9° à la même distance du point de repère d'approche et sous le même angle d'azimut. La limite de CMN ne croîtra pas avec l'angle de site.

d) *CMN maximal.* Les limites de CMN ne dépasseront pas 0,2° dans aucune zone de couverture.

3.11.4.9.4.3.1 L*e CMN ne doit pas dépasser 0,1° dans aucune zone de couverture.*

15.1.3.11.4.9.4.4 *PFE et PFN angulaires maximaux.* Sauf dans les cas prévus au § 15.1.3.11.3.4 pour les configurations MLS simplifiées, en tout point de la zone de couverture, les limites d'erreur angulaire s'établiront comme suit :

a) la PFE ne dépassera pas ±0,25° ;
b) le PFN ne dépassera pas ±0,15°.

3.11.4.9.5 *Fonctions de guidage en azimut arrière.* Au point de repère d'azimut arrière, les performances de la fonction d'azimut arrière seront conformes aux dispositions suivantes :

a) la PFE ne dépassera pas ±6 m (20 ft) ;
b) le PFN ne dépassera pas ±3,5 m (11,5 ft) ;
c) le CNM ne dépassera pas ±3,2 m (10,5 ft), ou 0,1° si cette valeur est inférieure à la précédente.

3.11.4.9.5.1 *Tolérance de dégradation.* En azimut arrière, il sera toléré que la valeur angulaire de la PFE, du PFN et du CMN croisse linéairement jusqu'aux limites de couverture comme suit :

a) *En fonction de la distance*. La limite angulaire de PFE et la limite angulaire de PFN à la limite de couverture dans le prolongement de l'axe de piste seront égales à 2 fois la valeur spécifiée au point de repère d'azimut arrière. La limite angulaire de CMN à 18,5 km (10 NM) de l'extrémité aval de la piste dans le prolongement de son axe sera égale à 1,3 fois la valeur spécifiée au point de repère d'azimut arrière.
b) *En fonction de l'angle d'azimut*. La limite angulaire de PFE et la limite angulaire de PFN sous un angle d'azimut de ±20° seront égales à 1,5 fois la valeur dans le prolongement de piste à la même distance du point de repère d'azimut arrière. La limite angulaire de CMN sous un angle d'azimut de ±20° sera égale à 1,3 fois la valeur dans le prolongement de l'axe de piste à la même distance du point de repère d'azimut arrière.
c) *En fonction de l'angle de site*. La limite de PFE et la limite de PFN ne croîtront pas lorsque l'angle de site est inférieur ou égal à 9°. La limite angulaire de PFE et la limite angulaire de PFN sous un angle de site de 15° mesuré depuis le centre de phase de l'antenne d'azimut arrière seront égales à 2 fois la valeur admise au-dessous de 9° à la même distance du point de repère d'azimut arrière et sous le même angle d'azimut. La limite de CMN ne croîtra pas avec l'angle de site.
d) *CMN maximal*. Les limites de CMN ne dépasseront pas 0,2° dans aucune zone de couverture.

15.1.3.11.4.9.5.2 *PFE et PFN angulaires maximaux.* En tout point de la zone de couverture, les limites d'erreur angulaire s'établiront comme suit :

a) la PFE ne dépassera pas ±0,50° ;
b) le PFN ne dépassera pas ±0,30°.

3.11.4.9.6 *Fonction de guidage en site.* Dans le cas de l'équipement implanté de façon à fournir un alignement de descente d'angle nominal inférieur ou égal à 3°, sauf dans les cas prévus au § 3.11.3.4 pour les configurations MLS simplifiées, les performances de la fonction de site d'approche au point de repère d'approche seront conformes aux dispositions suivantes :

a) la PFE ne dépassera pas ±0,6 m (2 ft) ;
b) le PFN ne dépassera pas ±0,4 m (1,3 ft) ;
c) le CMN ne dépassera pas ±0,3 m (1 ft).

3.11.4.9.6.1 *Tolérance de dégradation.* Sauf dans les cas prévus au § 3.11.3.4 pour les configurations MLS simplifiées, en site d'approche, il sera toléré que la valeur angulaire de la PFE, du PFN et du CMN croisse linéairement jusqu'aux limites de couverture comme suit :

a) *En fonction de la distance*. La limite angulaire de PFE et la limite angulaire de PFN à 37 km (20 NM) du seuil de piste sur l'alignement de descente minimal seront égales à 0,2°. La limite de CMN sera de 0,1° à 37 km (20

NM) du point de repère d'approche dans le prolongement de l'axe de piste sous l'angle d'alignement de descente minimal.

b) *En fonction de l'angle d'azimut*. La limite angulaire de PFE et la limite angulaire de PFN sous un angle d'azimut de ±40° seront égales à 1,3 fois la valeur dans le prolongement de l'axe de piste à la même distance du point de repère d'approche. La limite angulaire de CMN sous un angle d'azimut de ±40° sera égale à 1,3 fois la valeur dans le prolongement de l'axe de piste à la même distance du point de repère d'approche.

c) *En fonction de l'angle de site*. Sous les angles de site supérieurs à l'angle de site de l'alignement de descente minimal ou à 3° si cette valeur est plus petite et jusqu'au maximum de la couverture de guidage proportionnel et à la verticale du point de repère d'approche, il sera toléré que la limite angulaire de PFE, la limite angulaire de PFN et la limite angulaire de CMN croissent linéairement de manière que sous un angle de site de 15° la limite soit égale à 2 fois la valeur spécifiée au point de repère. Le CMN directement au-dessus du point de repère ne dépassera ±0,07° en aucun cas. Pour les autres zones de couverture à l'intérieur du secteur angulaire compris entre un angle de site équivalant à l'alignement de descente minimal et l'angle maximal de couverture du guidage proportionnel, les dégradations en fonction de la distance et de l'angle d'azimut qui sont spécifiées aux alinéas a) et b) s'appliqueront.

d) Les limites de PFE, PFN et CMN ne croîtront pas avec l'angle de site dans la zone comprise entre l'angle d'alignement de descente minimal et l'angle égal à 60 % de ce dernier. Sous les angles de site inférieurs à 60 % de l'angle de l'alignement de descente minimal et en descendant jusqu'à la limite de couverture spécifiée au § 3.11.5.3.2.1.2, et à la verticale du point de repère d'approche, il sera toléré que la limite angulaire de PFE, la limite angulaire de PFN et la limite angulaire de CMN croissent linéairement jusqu'à 6 fois la valeur au point de repère d'approche. Pour les autres zones de couverture à l'intérieur du secteur angulaire compris entre un angle de site équivalant à 60 % de l'angle de l'alignement de descente minimal, et en descendant jusqu'à la limite de couverture, la dégradation en fonction de la distance et de l'angle d'azimut qui est spécifiée aux alinéas a) et b) s'appliquera. Il ne sera admis en aucun cas que la PFE dépasse 0,8°, ou que le CMN dépasse 0,4°.
e) *CMN maximal*. Les limites de CMN ne dépasseront pas 0,2° dans aucune zone de couverture pour les angles de site supérieurs à 60 % de l'angle d'alignement de descente minimal.

3.11.4.9.6.2 *PFE et PFN angulaires maximaux.* Sauf dans les cas prévus au § 3.11.3.4 pour les configurations MLS simplifiées, en tout point de la zone de couverture situé à un angle de site supérieur à 60 % de l'angle d'alignement de descente minimal, les limites d'erreur angulaire s'établiront comme suit :

a) la PFE ne dépassera pas ±0,25° ;
b) le PFN ne dépassera pas ±0,15°.

15.1.3.11.4.9.6.3 L*a limite angulaire de croissance linéaire de la limite de PFE, de la limite de PFN et de la limite de CMN sous les angles inférieurs à 60 % de l'angle de l'alignement de descente minimal et en descendant jusqu'à la limite de couverture doit être égale à 3 fois la valeur admise au point de repère d'approche.*

- Pour les autres zones de couverture à l'intérieur du secteur angulaire compris entre un angle de site équivalant à 60 % de l'alignement de descente minimal et en descendant jusqu'à la limite de couverture, il est recommandé que la dégradation en fonction de la distance et de l'angle d'azimut qui est spécifiée au § 3.11.4.9.6.1, alinéas a) et b) s'applique.

3.11.4.9.6.4 CMN maximal.*La limite de CMN ne doit être supérieure à 0,1° en aucun point de la zone de couverture pour les angles de site supérieurs à 60 % de l'angle d'alignement de descente minimal.*

15.1.3.11.4.9.6.5 L*a PFE nedoit pas dépasser 0,35° et que le CMN ne devrait pas dépasser0,2°.*

15.1.3.11.4.9.6.6 Dans son volume de couverture, un équipement de site d'approche implanté de façon à fournir un alignement de descente minimal d'angle supérieur à 3° ne sera pas d'une précision angulaire inférieure à celle qui est spécifiée pour l'équipement implanté de façon à fournir un alignement de descente minimal de 3°.

15.1.3.11.4.10 *Densité de puissance*

15.1.3.11.4.10.1 La densité de puissance des signaux MDPD, des signaux de guidage complémentaire et des signaux de guidage en angle sera supérieure ou égale aux valeurs ci-dessous dans toutes les conditions météorologiques opérationnelles en tout point de la couverture, sauf disposition contraire du § 15.1.3.11.4.10.2.

Fonction	*Signaux MDPD (dBW/m²)*	*Signaux d'angle (dBW/m²) (Largeur de faisceau d'antenne)* 1°	2°	3°	*Signaux de guidage complémentaire (dBW/m²)*
Guidage en azimut d'approche	–89,5	–85,7	–79,7	–76,2	–88,0
Guidage en azimut d'approche à cadence élevée	–89,5	–88,0	–84,5	–81,0	–88,0
Guidage en azimut arrière	–89,5	–88,0	–82,7	–79,2	–88,0
Guidage en site d'approche	–89,5	–88,0	–84,5	S/O	S/O

S/O = sans objet

- Le tableau ci-dessus spécifie les densités de puissance minimales pour les signaux de guidage complémentaire et de faisceau battant. Les valeurs relatives des deux types de signaux sont indiquées au § 3.11.4.6.2.5.2.

3.11.4.10.2 La densité de puissance des signaux de guidage en azimut d'approche dépassera celle qui est spécifiée au § 3.11.4.10.1 d'au moins :

a) 15 dB au point de repère d'approche ;
b) 5 dB pour des antennes ayant une largeur de faisceau de 1° ou 9 dB pour des antennes ayant une largeur de faisceau supérieure ou égale à 2°, à 2,5 m (8 ft) au-dessus du point d'origine MLS ou du point de l'axe de piste qui se trouve à la limite supérieure de visibilité directe depuis l'antenne d'azimut.

- Pour l'atterrissage automatique, l'équipement d'azimut d'approche fournira normalement, près de la surface de la piste, des densités de puissance des signaux angulaires supérieures à celles qui sont spécifiées au § 3.11.4.10.1.

- Les spécifications des § 15.1.3.11.5.2.2 et 15.1.3.11.5.3.2 relatives à la couverture tiennent compte des difficultés d'implantation de l'équipement sol qui peuvent empêcher de fournir la densité de puissance spécifiée au § 15.1.3.11.4.10.2.

3.11.4.10.3 *Densités de puissance relatives des trajets multiples*

3.11.4.10.3.1 Dans la couverture en azimut du MLS à 60 m (200 ft) ou plus au-dessus du seuil, la durée d'un signal de faisceau battant réfléchi dont la densité de puissance est de plus de 4 dB au-dessous de la densité de puissance du signal de faisceau battant du guidage en azimut d'approche ou du guidage en azimut à cadence élevée sera inférieure à 1 s, tel que le voit un aéronef qui suit une approche publiée.

3.11.4.10.3.2 Dans le secteur de guidage proportionnel en azimut du MLS, au-dessous de 60 m (200 ft) au-dessus du seuil, la densité de puissance d'un signal de faisceau battant réfléchi du guidage d'approche en azimut ou du guidage d'approche en azimut à cadence élevée sera de moins de 10 dB au-dessus de la densité de puissance du signal de faisceau battant du guidage d'approche en azimut ou du guidage d'approche en azimut à cadence élevée. Sur l'axe de la piste, le signal réfléchi ne dégradera pas la forme du faisceau battant d'azimut et ne générera pas d'erreurs à la sortie d'un récepteur qui dépassent les tolérances spécifiées au §3.11.4.9.

3.11.4.10.3.3 Dans la couverture en site du MLS, la durée d'un signal de faisceau battant réfléchi du guidage d'approche en site dont la densité de puissance est de plus de 4 dB au-dessous de la densité de puissance du signal de faisceau battant du guidage d'approche en site sera inférieure à 1 s, tel que le voit un aéronef qui suit une approche publiée.

3.11.5 Caractéristiques de l'équipement sol

3.11.5.1 *Synchronisation et contrôle.* La synchronisation du multiplexage par répartition dans le temps des émissions de guidage en angle et de données, dont la liste figure au §3.11.4.3.3, sera contrôlée.

- Des dispositions spécifiques applicables au contrôle de diverses fonctions MLS figurent aux §3.11.5.2.3 et 3.11.5.3.3.

3.11.5.1.1 *Rayonnement résiduel des fonctions MLS.* Pendant les périodes où une autre fonction est émise, le rayonnement résiduel d'une fonction sera inférieur d'au moins 70 dB au niveau de son émission.

- Le niveau permis de rayonnement résiduel d'une fonction particulière est un niveau qui n'a aucun effet défavorable sur la réception de toute autre fonction et qui dépend de l'implantation de l'équipement et de la position de l'aéronef.

3.11.5.2 *Équipement de guidage en azimut*

3.11.5.2.1 *Caractéristiques du faisceau battant.* Les antennes d'équipement sol d'azimut produiront un faisceau en éventail étroit dans le plan horizontal et large dans le plan vertical, qui balayera horizontalement le secteur de guidage proportionnel d'une limite à l'autre.

3.11.5.2.1.1 *Système de coordonnées.* L'information de guidage en azimut sera rayonnée soit en coordonnées coniques, soit en coordonnées planes.

3.11.5.2.1.2 *Largeur du faisceau d'antenne.* La largeur du faisceau d'antenne ne dépassera pas 4°.

- Il est entendu que dans toute la zone de couverture, l'enveloppe de faisceau battant détectée ne dépasse pas 250 µs *(équivalent d'une largeur de faisceau de 5°) afin que l'équipement embarqué décode correctement l'angle.*
3.11.5.2.1.3 *Forme du faisceau battant.* Les points à -10 dB de l'enveloppe de faisceau seront décalés, par rapport au centre du faisceau, au minimum de 0,76 fois la largeur de faisceau et au maximum de 0,96 fois la largeur de faisceau.

- La forme décrite pour le faisceau est obtenue sur l'axe de pointage à l'aide d'un filtre approprié en l'absence de multi trajets..

3.11.5.2.2 *Couverture*

3.11.5.2.2.1 *Azimut d'approche.* Sauf dans les cas permis au § 3.11.3.4 pour les configurations simplifiées, l'équipement sol d'azimut d'approche rayonnera une information de guidage au minimum dans les volumes d'espace ci-après.

3.11.5.2.2.1.1 *Zone d'approche.* Zone comprise :

a) latéralement dans un secteur de 80° (normalement 40° de part et d'autre de l'axe de pointage de l'antenne) qui a pour origine le centre de phase de l'antenne d'azimut d'approche ;
b) longitudinalement jusqu'à 41,7 km (22,5 NM) de l'antenne d'azimut d'approche ;
c) verticalement entre :

1) une surface conique inférieure ayant pour origine le centre de phase de l'antenne d'azimut d'approche et inclinée vers le haut de manière à atteindre, à la limite de la couverture longitudinale, une hauteur de 600 m (2 000 ft) au-dessus du plan horizontal passant par le centre de phase de l'antenne ;

2) une surface conique supérieure ayant pour origine le centre de phase de l'antenne d'azimut d'approche, inclinée vers le haut de 15° par rapport à l'horizontale et qui s'étend jusqu'à 6 000 m (20 000 ft) de hauteur.

- *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.*
- *Lorsqu'il est établi qu'une information de guidage trompeuse existe en dehors du secteur de couverture publié et que les procédures opérationnelles appropriées ne peuvent pas apporter de solutions acceptables, on pourra faire appel, pour limiter les effets de cette information, à certaines techniques telles que l'adaptation du secteur de guidage proportionnel et l'emploi de signaux d'indication hors limites.*
- *Lorsque le secteur de guidage proportionnel est plus étroit que la couverture latérale minimale spécifiée au § 3.11.5.2.2.1.1, alinéa a), les signaux de guidage complémentaire spécifiés au § 3.11.4.6.2.5 sont nécessaires.*

3.11.5.2.2.1.2 *Zone de piste.* Zone comprise :

a) horizontalement dans un secteur de 45 m (150 ft) de part et d'autre de l'axe de piste, qui part de l'extrémité aval de celle-ci et s'étend parallèlement à cet axe dans la direction d'approche jusqu'à la zone de couverture opérationnelle minimale décrite au § 3.11.5.2.2.1.3 ;
b) verticalement entre :

1) une surface horizontale située à 2,5 m (8 ft) au-dessus du point de l'axe de piste qui se trouve à la limite supérieure de visibilité directe depuis l'antenne d'azimut ; et
2) une surface conique ayant pour origine l'antenne d'équipement sol d'azimut, inclinée vers le haut de 20° par rapport à l'horizontale et qui s'étend jusqu'à 600 m (2 000 ft) de hauteur.

- Il est entendu que le guidage au-dessous de la limite inférieure de visibilité directe peut être autorisé, pour autant que la qualité du signal puisse satisfaire aux normes du § 3.11.4.9.4 relatives à la précision.

3.11.5.2.2.1.2.1 L*e niveau inférieur de couverture dans la zone de piste doit être situé à 2,5 m (8 ft) au-dessus de l'axe de piste.*

3.11.5.2.2.1.2.2 Lorsque les besoins de l'atterrissage automatique, du roulage ou du décollage l'exigeront, le niveau inférieur de couverture dans la zone de piste ne sera pas situé à plus de 2,5 m (8 ft) au-dessus de l'axe de piste.

- Il est entendu que la limite inférieure de couverture de 2,5 m (8 ft) s'applique à toutes les pistes.

3.11.5.2.2.1.3 *Zone de couverture opérationnelle minimale.* Zone comprise :

a) latéralement dans un secteur de 10° de part et d'autre de l'axe de piste, ayant pour origine le point d'origine MLS ;
b) longitudinalement du seuil de piste dans la direction d'approche jusqu'à la limite de la couverture longitudinale spécifiée au § 3.11.5.2.2.1.1, alinéa b) ;
c) verticalement entre :

1) un plan inférieur qui passe par la ligne située à 2,5 m (8 ft) au-dessus du seuil de piste et qui est incliné vers le haut de manière à atteindre la hauteur de la surface spécifiée au § 3.11.5.2.2.1.1, alinéa c)
1) à la limite de la couverture longitudinale ;
2) la surface supérieure spécifiée au § 15.1.3.11.5.2.2.1.1, alinéa c) 2).

15.1.3.11.5.2.2.1.4 L*'équipement sol d'azimut d'approchedoit rayonnerverticalement une information de guidage jusqu'à 30° au-dessus de l'horizontale.*

15.1.3.11.5.2.2.1.5 Le secteur minimal de guidage proportionnel aura la valeur indiquée ci-après :

Distance antenne d'azimut d'approche-seuil (AAT)	Couverture minimale proportionnelle
AAT < 500 m (1 640 ft)	±8°
500 m (1 640 ft) < AAT < 3 100 m (10 170 ft)	±6°
3 100 m (10 170 ft) < AAT	±4°

3.11.5.2.2.2 *Azimut arrière.* L'équipement sol d'azimut arrière rayonnera une information dans le volume d'espace ci-après au minimum :

a) horizontalement dans un secteur de 20° de part et d'autre de l'axe de piste, qui a pour origine l'antenne d'équipement sol d'azimut arrière et s'étend dans la direction d'approche interrompue jusqu'à 18,5 km (10 NM) au minimum de l'extrémité aval de piste ;
b) verticalement dans la zone de piste entre :

1) une surface horizontale située à 2,5 m (8 ft) au-dessus du point de l'axe de piste qui se trouve à la limite supérieure de visibilité directe depuis l'antenne d'azimut arrière ; et
2) une surface conique ayant pour origine l'antenne d'équipement sol d'azimut arrière, inclinée vers le haut de 20° par rapport à l'horizontale et qui s'étend jusqu'à 600 m (2 000 ft) de hauteur.
c) verticalement dans la zone d'azimut arrière entre :

1) une surface conique ayant pour origine un point situé à 2,5 m (8 ft) au-dessus de l'extrémité aval de la piste, inclinée vers le haut de 0,9° par rapport à l'horizontale ; et
2) une surface conique ayant pour origine l'antenne d'équipement sol d'azimut arrière, inclinée vers le haut de 15° par rapport à l'horizontale et qui s'étend jusqu'à 3 000 m (10 000 ft) de hauteur.

- Lorsque les caractéristiques physiques de la piste ou des obstacles empêchent de respecter les normes des alinéas b) et c), il est entendu qu'il n'est pas nécessaire d'assurer le guidage au-dessous de la limite inférieure de visibilité directe.

3.11.5.2.2.2.1 L*'installation d'azimut arrière doit rayonner une information de guidage jusqu'à 30° au-dessus de l'horizontale.*

3.11.5.2.2.2.2 Le secteur minimal de guidage proportionnel mesurera 10° de part et d'autre de l'axe de piste.

3.11.5.2.3 *Moniteurs et commandes*

3.11.5.2.3.1 Sauf dans les cas permis au § 3.11.3.4 pour les configurations simplifiées, les moniteurs d'azimut d'approche et d'azimut arrière feront cesser le rayonnement des fonctions correspondantes, et un avertissement sera transmis aux points de commande désignés si l'une quelconque des conditions ci-après dure plus longtemps que la période de temps spécifiée :

a) variation de la part due à l'équipement sol dans l'erreur moyenne d'alignement de piste, telle que la PFE au point de repère d'approche ou dans la direction d'une radiale d'azimut quelconque dépasse les limites spécifiées aux § 3.11.4.9.4 et 3.11.4.9.5 pendant plus d'une seconde ;
b) chute de la puissance rayonnée, dont la valeur tombe au-dessous du niveau nécessaire pour respecter les spécifications des § 3.11.4.10.1 et 3.11.4.6.2.5.2 pendant plus d'une seconde ;
c) erreur constatée plus d'une fois dans les émissions MDPD de préambule pendant une période quelconque d'une seconde ;
d) erreur de synchronisation MRT d'une fonction d'azimut donnée, telle que les tolérances spécifiées au § 3.11.4.3.2 sont dépassées pendant plus d'une seconde.

3.11.5.2.3.2 La conception et le fonctionnement du moniteur seront tels que le rayonnement cessera et qu'un avertissement sera donné aux points de commande désignés en cas de panne du moniteur lui-même.

3.11.5.2.3.3 Le temps de rayonnement de toute information de guidage erronée, temps de rayonnement nul compris, ne dépassera pas les périodes spécifiées au § 3.11.5.2.3.1. Toute tentative faite pour remédier à un dérangement en réarmant l'équipement sol principal ou en passant sur l'équipement sol de secours sera menée à bien dans ces délais et les temps de rayonnement nul ne dépasseront pas 500 millisecondes. S'il n'est pas remédié au dérangement dans le délai accordé, le rayonnement cessera. Aucune tentative de rétablissement du service ne sera faite moins de 20 s après l'arrêt de l'équipement.

3.11.5.2.4 *Besoins d'intégrité et de continuité du service pour l'azimut MLS*

3.11.5.2.4.1 La probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage ne sera pas inférieure à $1 - 0{,}5 \times 10^{-9}$ pour tout atterrissage pour un azimut MLS destiné à être utilisé pour les opérations des catégories II et III.

3.11.5.2.4.2 L*a probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage ne doit pas être inférieure à* $1 - 1{,}0 \times 10^{-7}$ *pour tout atterrissage pour un azimut MLS destiné à être utilisé pour les opérations de catégorie I.*

3.11.5.2.4.3 La probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné sera supérieure à :

a) $1 - 2 \times 10^{-6}$ dans toute période de 15 secondes pour un azimut MLS destiné à être utilisé pour les opérations de catégorie II ou catégorie IIIA (équivalant à 2 000 heures de moyenne de temps de bon fonctionnement) ;
b) $1 - 2 \times 10^{-6}$ dans toute période de 30 secondes pour un azimut MLS destiné à être utilisé pour toute la gamme des opérations de catégorie III (équivalant à 4 000 heures de moyenne de temps de bon fonctionnement).

3.11.5.2.4.4 L*a probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné doit dépasser* $1 - 4 \times 10^{-6}$ *dans toute période de 15 secondes pour un azimut MLS destiné à être utilisé pour les opérations de catégorie I (équivalant à 1 000 heures de moyenne de temps de bon fonctionnement).*

3.11.5.2.5 *Précision de l'équipement sol*

3.11.5.2.5.1 Sauf dans les cas permis au § 3.11.3.4 pour les configurations simplifiées, la part due à l'équipement sol dans l'erreur moyenne d'alignement de piste ne dépassera pas l'équivalent de ±3 m (10 ft) au point de repère d'approche MLS.

3.11.5.2.5.2 L*a part due à l'équipement sol dans le CMN au point de repère ne doit pas dépasser 1 m (3,3 ft), ou 0,03° si cette valeur est plus petite, avec une probabilité de 95 %.*

- Il s'agit de l'erreur due à l'équipement, qui ne comprend aucun effet de propagation.
3.11.5.2.6 *Implantation*
- Il est entendu que l'impossibilité d'implanter l'équipement sol d'azimut dans le prolongement de l'axe de piste ne doit pas s'opposer à l'installation du MLS.

3.11.5.2.6.1 Normalement, l'antenne d'équipement sol d'azimut d'approche sera implantée dans le prolongement de l'axe de piste au-delà de l'extrémité aval et sera réglée de façon que le plan vertical passant par l'alignement de piste zéro degré passe par le point de repère d'approche MLS. L'antenne sera implantée conformément aux SARP de l'Annexe 14 relatives au franchissement des obstacles.

3.11.5.2.6.2 L'antenne d'équipement sol d'azimut arrière sera normalement implantée dans le prolongement de l'axe de piste à l'extrémité amont et sera réglée de façon que le plan vertical passant par l'alignement de piste zéro degré passe par le point de repère d'azimut arrière.

3.11.5.3 *Équipement de guidage en site*

3.11.5.3.1 *Caractéristiques du faisceau battant.* L'antenne d'équipement sol de site produira un faisceau en éventail étroit dans le plan vertical et large dans le plan horizontal, qui balaye verticalement le secteur de guidage proportionnel d'une limite à l'autre.

3.11.5.3.1.1 *Système de coordonnées.* L'information de guidage en site d'approche sera rayonnée en coordonnées coniques.

3.11.5.3.1.2 *Largeur du faisceau d'antenne.* La largeur du faisceau d'antenne ne dépassera pas 2,5°.

3.11.5.3.1.3 *Forme de faisceau battant.* Les points -10 dB de l'enveloppe de faisceau seront décalés, par rapport à l'axe, au minimum de 0,76 fois la largeur de faisceau et au maximum de 0,96 fois la largeur de faisceau.

- La forme décrite pour le faisceau est obtenue sur l'axe de pointage à l'aide d'un filtre approprié en l'absence de multitrajets.

3.11.5.3.2 *Couverture*

.3.11.5.3.2.1 *Site d'approche.* Sauf dans les cas permis au § 3.11.3.4 pour les configurations simplifiées, l'équipement sol de site d'approche rayonnera une information de guidage proportionnel au minimum dans le volume d'espace ci-après :

3.11.5.3.2.1.1 *Zone d'approche*. Zone comprise :

a) latéralement dans un secteur ayant pour origine le centre de phase de l'antenne de site, d'une ouverture au moins égale au secteur de guidage proportionnel produit par l'équipement sol d'azimut d'approche à la limite de la couverture longitudinale ;
b) longitudinalement de l'antenne de site, dans la direction d'approche, jusqu'à 37 km (20 NM) du seuil ;
c) verticalement entre :

1) une surface conique inférieure ayant pour origine le centre de phase de l'antenne de site et inclinée vers le haut de manière à atteindre, à la limite de la couverture longitudinale, une hauteur de 600 m (2 000 ft) au-dessus du plan horizontal qui passe par le centre de phase de l'antenne ;

2) une surface conique supérieure ayant pour origine le centre de phase de l'antenne de site, inclinée vers le haut de 7,5° par rapport à l'horizontale et qui s'étend jusqu'à 6 000 m (20 000 ft) de hauteur.

- Lorsque les caractéristiques physiques de la zone d'approche empêchent de respecter les normes des alinéas a), b) et c) 1), il est entendu qu'il n'est pas nécessaire d'assurer le guidage au-dessous de la ligne de visibilité directe.

3.11.5.3.2.1.1.1 L*'équipement sol de site d'approche doit assurer un guidage proportionnel jusqu'à plus de 7,5° au-dessus de l'horizontale lorsque l'exploitation l'exige.*

3.11.5.3.2.1.2 *Zone de couverture opérationnelle minimale.* Zone comprise :

a) latéralement dans un secteur ayant pour origine le point d'origine MLS, de 10° de part et d'autre de l'axe de piste ;
b) longitudinalement de 75 m (250 ft) du point d'origine MLS, dans la direction du seuil, jusqu'à la limite de couverture spécifiée au § 3.11.5.3.2.1.1, alinéa b) ;
c) verticalement entre la surface supérieure spécifiée au § 3.11.5.3.2.1.1, alinéa c) 2) et la plus élevée des deux surfaces ci-après :

1) une surface qui est le lieu géométrique des points situés à 2,5 m (8 ft) au-dessus de la piste ;
2) un plan ayant pour origine le point d'origine MLS et incliné vers le haut de manière à atteindre, à la limite de la couverture longitudinale, la hauteur de la surface spécifiée au § 15.1.3.11.5.3.2.1.1, alinéa c) 1).

3.11.5.3.3 *Moniteurs et commandes*

3.11.5.3.3.1 Sauf dans les cas permis au § 3.11.3.4 pour les configurations simplifiées, le moniteur de site d'approche fera cesser le rayonnement de ses fonctions et un avertissement sera transmis au point de commande désigné si l'une quelconque des conditions suivantes dure plus longtemps que la période de temps spécifiée :

a) variation de la part due à l'équipement sol dans l'erreur moyenne d'alignement de descente, telle que la PFE au point de repère d'approche ou sur tout alignement de descente compatible avec les procédures d'approche publiées dépasse les limites spécifiées au § 3.11.4.9.6 pendant plus d'une seconde ;
b) chute de la puissance rayonnée, dont la valeur tombe au-dessous du niveau nécessaire pour respecter les spécifications du § 3.11.4.10.1 pendant plus d'une seconde ;
c) erreur constatée plus d'une fois dans les émissions MDPD de préambule pendant une période quelconque d'une seconde ;
d) erreur de synchronisation MRT d'une fonction de site donnée, telle que les spécifications du § 3.11.4.3.2 ne sont pas respectées et le problème persiste pendant plus d'une seconde.

3.11.5.3.3.2 La conception et le fonctionnement du moniteur seront tels que le rayonnement cessera et qu'un avertissement sera donné aux points de commande désignés en cas de panne du moniteur lui-même.

15.1.3.11.5.3.3.3 Le temps de rayonnement de toute information de guidage erronée, temps de rayonnement nul compris, ne dépassera pas les périodes spécifiées au § 3.11.5.3.3.1. Toute tentative faite pour remédier à un dérangement en réarmant l'équipement sol principal ou en passant sur l'équipement sol de secours sera menée à bien dans ces délais et les temps de rayonnement nul ne dépasseront pas 500 millisecondes. S'il n'est pas remédié au dérangement dans le délai accordé, le rayonnement cessera. Aucune tentative de rétablissement du service ne sera faite moins de 20 s après l'arrêt de l'équipement.

3.11.5.3.4 *Besoins d'intégrité et de continuité du service pour le site d'approche MLS*

3.11.5.3.4.1 La probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage ne sera pas inférieure à $1 - 0{,}5 \times 10^{-9}$ pour tout atterrissage pour un site d'approche MLS destiné à être utilisé pour les opérations des catégories II et III.

3.11.5.3.4.2 L*a probabilité de ne pas rayonner de faux signaux de guidage ne doit pas être inférieure à* $1 - 1{,}0 \times 10^{-7}$ *pour tout atterrissage sur site d'approche MLS destiné à être utilisé pour les opérations de catégorie I.*

3.11.5.3.4.3 La probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné sera supérieure à $1 - 2 \times 10^{-6}$ dans toute période de 15 secondes pour un site d'approche MLS destiné à être utilisé pour les opérations des catégories II et III (équivalant à 2 000 heures de moyenne de temps de bon fonctionnement).

3.11.5.3.4.4 L*a probabilité de ne pas perdre le signal de guidage rayonné doit dépasser* $1 - 4 \times 10^{-6}$ *dans toute période de 15 secondes pour un site d'approche MLS destiné à être utilisé pour les opérations de catégorie I (équivalant à 1 000 heures de moyenne de temps de bon fonctionnement).*

3.11.5.3.5 *Précision de l'équipement sol*

3.11.5.3.5.1 Sauf dans les cas permis au § 3.11.3.4 pour les configurations simplifiées, la part due à l'équipement sol dans la composante erreur moyenne d'alignement de descente de la PFE ne dépassera pas l'équivalent de ±0,3 m (1 ft) au point de repère d'approche.

3.11.5.3.5.2 L*a part due à l'équipement sol dans le CMN au point de repère ne doit pas dépasser 0,15 m (0,5 ft), avec une probabilité de 95 %.*

- Il s'agit de l'erreur due à l'équipement, qui ne comprend aucun effet de propagation.

3.11.5.3.6 *Implantation*

3.11.5.3.6.1 L'antenne d'équipement sol de site d'approche sera implantée à côté de la piste. Elle le sera conformément aux normes et pratiques recommandées de l'Annexe 14 relatives au franchissement des obstacles.

3.11.5.3.6.2 L'antenne d'équipement sol de site d'approche sera implantée de façon que l'asymptote de l'alignement de descente minimal passe à la verticale du seuil au point de repère d'approche MLS.

3.11.5.3.6.2.1 L*'angle de l'alignement de descente minimal, qui est normalement de 3°, ne doit pas dépasser 3° sauf lorsqu'il n'est pas possible de respecter par d'autres moyens les spécifications relatives au franchissement des obstacles.*

- Il est entendu que le choix d'un angle supérieur à 3° pour l'alignement de descente minimal sera déterminé par des facteurs opérationnels plutôt que par des facteurs techniques.

3.11.5.3.6.2.2 L*'antenne de site d'approche de l'équipement sol doit être implantée de telle sorte que la hauteur du point qui correspond au signal de guidage décodé de l'alignement de descente minimal au-dessus du seuil ne dépasse pas 18 m (60 ft).*

- Du fait du déport de l'antenne de site par rapport à l'axe de piste, l'alignement de descente minimal sera plus haut que le point de repère d'approche.

3.11.5.3.6.3*Lorsqu'un ILS et un MLS desservent simultanément la même piste, le point de repère ILS et le point de repère d'approche MLS doivent coïncider à 1 m (3 ft) près.*

- Il est entendu que cette recommandation ne s'appliquera que si le point de repère ILS est conforme aux spécifications de hauteur figurant aux §3.1.5.1.4 et 3.1.5.1.5.

3.11.5.4 Couverture et surveillance des données

- Les données essentielles sont les données de base et les données auxiliaires essentielles émises dans les mots de données auxiliaires A1, A2, A3 et A4.

3.11.5.4.1 *Données de base*

3.11.5.4.1.1 Les mots de données de base 1, 2, 3, 4 et 6 seront émis dans tout le secteur de couverture en azimut d'approche.

3.11.5.4.1.2 Lorsque la fonction d'azimut arrière est fournie, les mots de données de base 4, 5 et 6 seront émis dans l'ensemble des secteurs de couverture en azimut d'approche et en azimut arrière.

3.11.5.4.2 *Données auxiliaires*

3.11.5.4.2.1 Les mots de données auxiliaires A1, A2 et A3 seront émis dans tout le secteur de couverture en azimut d'approche.

3.11.5.4.2.2 Lorsque la fonction d'azimut arrière est fournie, les mots de données auxiliaires A3 et A4 seront émis dans l'ensemble des secteurs de couverture en azimut d'approche et en azimut arrière.

- Les mots de données auxiliaires B42 et B43 sont transmis au lieu des mots A1 et A4 respectivement pour les applications qui exigent une rotation d'antenne en azimut dépassant la portée d'alignement que permettent les mots A1 et A4.

3.11.5.4.2.3 Lorsqu'ils sont fournis, les mots de données auxiliaires B seront émis dans tout le secteur de couverture en azimut d'approche, sauf les mots de la base de données des procédures en azimut arrière, qui seront émis dans tout le secteur de couverture en azimut arrière.

3.11.5.4.2.4 S*i la fonction d'azimut arrière est assurée, les mots de données auxiliaires B appropriés doivent être émis dans tout le secteur de couverture en azimut arrière.*

3.11.5.4.3 *Moniteurs et commandes*

3.11.5.4.3.1 Le moniteur avertira le point de commande désigné si la puissance rayonnée est inférieure à celle qui est nécessaire pour répondre aux spécifications du § 3.11.4.10.1 sur les signaux MDPD.

3.11.5.4.3.2 Si une erreur est détectée dans au moins deux échantillons consécutifs dans les données de base rayonnées vers la couverture de l'azimut d'approche, le rayonnement de ces données ainsi que des fonctions d'azimut d'approche et de site cessera.

3.11.5.4.3.3 Si une erreur est détectée dans au moins deux échantillons consécutifs dans les données de base rayonnées vers la couverture de l'azimut arrière, le rayonnement de ces données et de la fonction d'azimut arrière cessera.

3.11.5.5 *Équipement de mesure de distance*

3.11.5.5.1 L'information DME sera rayonnée au minimum dans tout le volume de couverture où le guidage en azimut d'approche et en azimut arrière est disponible.

3.11.5.5.2 L'*information DME doit être rayonnée sur 360° en azimut si cela est nécessaire du point de vue opérationnel.*

- L'implantation de l'équipement sol du DME est fonction de la longueur de la piste, du profil de la piste et des caractéristiques du terrain.

3.11.6 Caractéristiques de l'équipement embarqué

3.11.6.1 *Fonctions d'angle et de données*

3.11.6.1.1 *Précision*

3.11.6.1.1.1 Lorsque les densités de puissance MDPD et du signal de faisceau battant seront égales au minimum spécifié au § 3.11.4.10.1, l'équipement embarqué sera en mesure de capter le signal, et le CMN de tout signal d'angle décodé ne dépassera pas 0,1°, mais le CMN de la fonction de guidage en azimut arrière ne dépassera pas 0,2°.

- Il est entendu que les mots de données de base et de données auxiliaires contenant des données essentielles pour l'exploitation envisagée seront décodés dans un délai et avec une intégrité appropriés à l'application prévue.
3.11.6.1.1.2 Lorsque la densité de puissance du signal rayonné sera assez élevée pour que la part du bruit de récepteur embarqué soit négligeable, l'équipement embarqué n'augmentera pas de plus de ±0,017° pour la PFE, et de ±0,015° en azimut et ±0,01° en site pour le CMN, l'imprécision de mesure d'un signal quelconque de guidage en angle.

3.11.6.1.1.3 Afin qu'un guidage précis soit assuré jusqu'à 2,5 m (8 ft) au-dessus de la surface de la piste, le CMN produit par l'équipement embarqué sera inférieur à 0,04° pour les densités de puissance stipulées au § 3.11.4.10.2, alinéa b).

3.11.6.1.2 *Gamme dynamique*

3.11.6.1.2.1 L'équipement embarqué sera capable de capter le signal, et les spécifications de performances du § 3.11.6.1.1.2 seront respectées lorsque la densité de puissance de l'un quelconque des signaux rayonnés sera supérieure au minimum spécifié au § 3.11.4.10.1 et inférieure ou égale à -14,5 dBW/m^2.

3.11.6.1.2.2 Les performances du récepteur ne se dégraderont pas au-delà des limites spécifiées lorsque la différence entre les densités de puissance de signal des diverses fonctions atteindra les valeurs extrêmes spécifiées au § 3.11.6.1.2.1.

3.11.6.1.3 *Caractéristiques du filtre de sortie de données d'angle du récepteur*

3.11.6.1.3.1 Pour des signaux d'entrée sinusoïdaux, les filtres de sortie du récepteur n'induiront pas de variation d'amplitude ou de retard de phase dans les mesures d'angle qui dépassent de plus de 20 % la valeur obtenue à l'aide d'un filtre passe-bas à un pôle ayant une pulsation de coupure de 10 rad/s.

- Il peut être avantageux d'effectuer un filtrage supplémentaire approprié des sorties de récepteur qui ne sont destinées qu'à alimenter des dispositifs de visualisation.

3.11.6.1.4 *Réponse parasite sur canal adjacent.* Les spécifications du § 3.11.6 relatives aux performances du récepteur seront respectées lorsque le rapport entre les signaux utiles poursuivis et le bruit produit par les signaux sur canal adjacent dans une bande de 150 kHz centrée sur la fréquence utile est égal ou supérieur aux valeurs du rapport signal/bruit (SNR) :

a) indiquées dans le Tableau X1 quand la densité de puissance reçue de la station sol appropriée est égale ou supérieure aux valeurs du Tableau Y, ou

b) indiquées dans le Tableau X2 quand la densité de puissance reçue de la station sol appropriée se trouve entre les valeurs minimales de la densité de puissance indiquées au § 3.11.4.10.1 et celles du Tableau Y.

Tableau Y

Fonction	*Largeur de faisceau (Note 2)* 1°	2°	3°
Guidage en azimut d'approche	–69,8 dBW/m^2	–63,8 dBW/m^2	–60,2 dBW/m^2
Guidage en azimut d'approche à cadence élevée	–74,6 dBW/m^2	–69,5 dBW/m^2	–65 dBW/m^2
Guidage en site d'aproche	–71 dBW/m^2	–65 dBW/m^2	S/O
Azimut arrière	S/O (Note 4)	S/O (Note 4)	S/O (Note 4)

Tableau X1

Fonction	*Données*	*SNR (Note 1) Largeur de faisceau (Note 2) 1°*	*2°*	*3°*
Guidage en azimut d'approche	5 dB	24,7 dB	30,7 dB	34,3 dB
Guidage en azimut d'approche à cadence élevée	5 dB	19,9 dB	26 dB	29,5 dB
Guidage en site d'approche	5 dB	23,5 dB	29,5 dB	S/O
Azimut arrière (Note 4)	5 dB	5,2 dB	11,2 dB	14,8 dB

Tableau X2

Fonction	*Données*	*SNR (Note 1) Largeur de faisceau (Note 2) 1°*	*2°*	*3°*
Guidage en azimut d'approche	5 dB	8,2 dB	14,3 dB	17,8 dB
Guidage en azimut d'approche à cadence élevée	5 dB	3,5 dB	9,5 dB	13 dB
Guidage en site d'approche	5 dB	3,5 dB	9,5 dB	S/O
Azimut arrière (Note 4)	5 dB	5,2 dB	11,2 dB	14,8 dB

- *Lorsque la densité de puissance du signal désiré rayonné est suffisamment élevée pour que la part du bruit du récepteur embarqué soit négligeable, la part du CMN embarqué pour le guidage en site d'approche et en azimut d'approche (mais non pour le guidage en azimut arrière) doit, comme le prescrit le § 3.11.6.1.1, être réduite par comparaison à la part du CMN lorsque la densité de puissance du signal désiré rayonné est à la valeur minimale indiquée au § 3.11.4.10.1; les valeurs minimales du SNR sont alors plus élevées.*
- *La relation est linéaire entre les points adjacents désignés par les largeurs de faisceau.*
- *Ces valeurs SNR doivent être protégées par l'application des critères d'espacement des fréquences*
- *Étant donné que la précision du guidage en azimut arrière ne change pas quand le bruit du récepteur embarqué peut être considéré comme négligeable, les mêmes valeurs SNR sont appliquées pour l'azimut arrière.*

Tableau A. Répartition et appariement des canaux pour les combinaisons DME/angle MLS, DME/VOR et DME/ILS/MLS

Appariement des canaux				Paramètres DME					
				Interrogation				Réponse	
					Codes de modulation d'impulsions				
						DME/P — Mode			
DME N°	Fréquence VHF MHz	Fréquence d'angle MLS MHz	MLS N°	Fréquence MHz	DME/N µs	Approche initiale µs	Approche finale µs	Fréquence MHz	Code de modulation d'impulsions µs
*1X	–	–	–	1 025	12	–	–	962	12
**1Y	–	–	–	1 025	36	–	–	1 088	30
*2X	–	–	–	1 026	12	–	–	963	12
**2Y	–	–	–	1 026	36	–	–	1 089	30
*3X	–	–	–	1 027	12	–	–	964	12
**3Y	–	–	–	1 027	36	–	–	1 090	30
*4X	–	–	–	1 028	12	–	–	965	12
**4Y	–	–	–	1 028	36	–	–	1 091	30
*5X	–	–	–	1 029	12	–	–	966	12
**5Y	–	–	–	1 029	36	–	–	1 092	30
*6X	–	–	–	1 030	12	–	–	967	12
**6Y	–	–	–	1 030	36	–	–	1 093	30
*7X	–	–	–	1 031	12	–	–	968	12
**7Y	–	–	–	1 031	36	–	–	1 094	30
*8X	–	–	–	1 032	12	–	–	969	12
**8Y	–	–	–	1 032	36	–	–	1 095	30
*9X	–	–	–	1 033	12	–	–	970	12
**9Y	–	–	–	1 033	36	–	–	1 096	30
*10X	–	–	–	1 034	12	–	–	971	12
**10Y	–	–	–	1 034	36	–	–	1 097	30
*11X	–	–	–	1 035	12	–	–	972	12
**11Y	–	–	–	1 035	36	–	–	1 098	30
*12X	–	–	–	1 036	12	–	–	973	12
**12Y	–	–	–	1 036	36	–	–	1 099	30
*13X	–	–	–	1 037	12	–	–	974	12
**13Y	–	–	–	1 037	36	–	–	1 100	30
*14X	–	–	–	1 038	12	–	–	975	12
**14Y	–	–	–	1 038	36	–	–	1 101	30
*15X	–	–	–	1 039	12	–	–	976	12
**15Y	–	–	–	1 039	36	–	–	1 102	30
*16X	–	–	–	1 040	12	–	–	977	12
**16Y	–	–	–	1 040	36	–	–	1 103	30

Appariement des canaux				Paramètres DME					
				Interrogation				Réponse	
					Codes de modulation d'impulsions				
						DME/P — Mode			
DME N°	Fréquence VHF MHz	Fréquence d'angle MLS MHz	MLS N°	Fréquence MHz	DME/N µs	Approche initiale µs	Approche finale µs	Fréquence MHz	Code de modulation d'impulsions µs
∇17X	108,00	–	–	1 041	12	–	–	978	12
17Y	108,05	5 043,0	540	1 041	36	36	42	1 104	30
17Z	–	5 043,3	541	1 041	–	21	27	1 104	15
18X	108,10	5 031,0	500	1 042	12	12	18	979	12
18W	–	5 031,3	501	1 042	–	24	30	979	24
18Y	108,15	5 043,6	542	1 042	36	36	42	1 105	30
18Z	–	5 043,9	543	1 042	–	21	27	1 105	15
19X	108,20	–	–	1 043	12	–	–	980	12
19Y	108,25	5 044,2	544	1 043	36	36	42	1 106	30
19Z	–	5 044,5	545	1 043	–	21	27	1 106	15
20X	108,30	5 031,6	502	1 044	12	12	18	981	12
20W	–	5 031,9	503	1 044	–	24	30	981	24
20Y	108,35	5 044,8	546	1 044	36	36	42	1 107	30
20Z	–	5 045,1	547	1 044	–	21	27	1 107	15
21X	108,40	–	–	1 045	12	–	–	982	12
21Y	108,45	5 045,4	548	1 045	36	36	42	1 108	30
21Z	–	5 045,7	549	1 045	–	21	27	1 108	15
22X	108,50	5 032,2	504	1 046	12	12	18	983	12
22W	–	5 032,5	505	1 046	–	24	30	983	24
22Y	108,55	5 046,0	550	1 046	36	36	42	1 109	30
22Z	–	5 046,3	551	1 046	–	21	27	1 109	15
23X	108,60	–	–	1 047	12	–	–	984	12
23Y	108,65	5 046,6	552	1 047	36	36	42	1 110	30
23Z	–	5 046,9	553	1 047	–	21	27	1 110	15
24X	108,70	5 032,8	506	1 048	12	12	18	985	12
24W	–	5 033,1	507	1 048	–	24	30	985	24
24Y	108,75	5 047,2	554	1 048	36	36	42	1 111	30
24Z	–	5 047,5	555	1 048	–	21	27	1 111	15
25X	108,80	–	–	1 049	12	–	–	986	12
25Y	108,85	5 047,8	556	1 049	36	36	42	1 112	30
25Z	–	5 048,1	557	1 049	–	21	27	1 112	15
26X	108,90	5 033,4	508	1 050	12	12	18	987	12
26W	–	5 033,7	509	1 050	–	24	30	987	24
26Y	108,95	5 048,4	558	1 050	36	36	42	1 113	30
26Z	–	5 048,7	559	1 050	–	21	27	1 113	15
27X	109,00	–	–	1 051	12	–	–	988	12
27Y	109,05	5 049,0	560	1 051	36	36	42	1 114	30
27Z	–	5 049,3	561	1 051	–	21	27	1 114	15

Appariement des canaux				Paramètres DME					
				Interrogation				Réponse	
					Codes de modulation d'impulsions				
						DME/P — Mode			
DME N°	Fréquence VHF MHz	Fréquence d'angle MLS MHz	MLS N°	Fréquence MHz	DME/N µs	Approche initiale µs	Approche finale µs	Fréquence MHz	Code de modulation d'impulsions µs
28X	109,10	5 034,0	510	1 052	12	12	18	989	12
28W	–	5 034,3	511	1 052	–	24	30	989	24
28Y	109,15	5 049,6	562	1 052	36	36	42	1 115	30
28Z	–	5 049,9	563	1 052	–	21	27	1 115	15
29X	109,20	–	–	1 053	12	–	–	990	12
29Y	109,25	5 050,2	564	1 053	36	36	42	1 116	30
29Z	–	5 050,5	565	1 053	–	21	27	1 116	15
30X	109,30	5 034,6	512	1 054	12	12	18	991	12
30W	–	5 034,9	513	1 054	–	24	30	991	24
30Y	109,35	5 050,8	566	1 054	36	36	42	1 117	30
30Z	–	5 051,1	567	1 054	–	21	27	1 117	15
31X	109,40	–	–	1 055	12	–	–	992	12
31Y	109,45	5 051,4	568	1 055	36	36	42	1 118	30
31Z	–	5 051,7	569	1 055	–	21	27	1 118	15
32X	109,50	5 035,2	514	1 056	12	12	18	993	12
32W	–	5 035,5	515	1 056	–	24	30	993	24
32Y	109,55	5 052,0	570	1 056	36	36	42	1 119	30
32Z	–	5 052,3	571	1 056	–	21	27	1 119	15
33X	109,60	–	–	1 057	12	–	–	994	12
33Y	109,65	5 052,6	572	1 057	36	36	42	1 120	30
33Z	–	5 052,9	573	1 057	–	21	27	1 120	15
34X	109,70	5 035,8	516	1 058	12	12	18	995	12
34W	–	5 036,1	517	1 058	–	24	30	995	24
34Y	109,75	5 053,2	574	1 058	36	36	42	1 121	30
34Z	–	5 053,5	575	1 058	–	21	27	1 121	15
35X	109,80	–	–	1 059	12	–	–	996	12
35Y	109,85	5 053,8	576	1 059	36	36	42	1 122	30
35Z	–	5 054,1	577	1 059	–	21	27	1 122	15
36X	109,90	5 036,4	518	1 060	12	12	18	997	12
36W	–	5 036,7	519	1 060	–	24	30	997	24
36Y	109,95	5 054,4	578	1 060	36	36	42	1 123	30
36Z	–	5 054,7	579	1 060	–	21	27	1 123	15
37X	110,00	–	–	1 061	12	–	–	998	12
37Y	110,05	5 055,0	580	1 061	36	36	42	1 124	30
37Z	–	5 055,3	581	1 061	–	21	27	1 124	15
38X	110,10	5 037,0	520	1 062	12	12	18	999	12
38W	–	5 037,3	521	1 062	–	24	30	999	24
38Y	110,15	5 055,6	582	1 062	36	36	42	1 125	30
38Z	–	5 055,9	583	1 062	–	21	27	1 125	15

Appariement des canaux				Paramètres DME					
				Interrogation				Réponse	
					Codes de modulation d'impulsions				
						DME/P — Mode			
DME N°	Fréquence VHF MHz	Fréquence d'angle MLS MHz	MLS N°	Fréquence MHz	DME/N µs	Approche initiale µs	Approche finale µs	Fréquence MHz	Code de modulation d'impulsions µs
39X	110,20	–	–	1 063	12	–	–	1 000	12
39Y	110,25	5 056,2	584	1 063	36	36	42	1 126	30
39Z	–	5 056,5	585	1 063	–	21	27	1 126	15
40X	110,30	5 037,6	522	1 064	12	12	18	1 001	12
40W	–	5 037,9	523	1 064	–	24	30	1 001	24
40Y	110,35	5 056,8	586	1 064	36	36	42	1 127	30
40Z	–	5 057,1	587	1 064	–	21	27	1 127	15
41X	110,40	–	–	1 065	12	–	–	1 002	12
41Y	110,45	5 057,4	588	1 065	36	36	42	1 128	30
41Z	–	5 057,7	589	1 065	–	21	27	1 128	15
42X	110,50	5 038,2	524	1 066	12	12	18	1 003	12
42W	–	5 038,5	525	1 066	–	24	30	1 003	24
42Y	110,55	5 058,0	590	1 066	36	36	42	1 129	30
42Z	–	5 058,3	591	1 066	–	21	27	1 129	15
43X	110,60	–	–	1 067	12	–	–	1 004	12
43Y	110,65	5 058,6	592	1 067	36	36	42	1 130	30
43Z	–	5 058,9	593	1 067	–	21	27	1 130	15
44X	110,70	5 038,8	526	1 068	12	12	18	1 005	12
44W	–	5 039,1	527	1 068	–	24	30	1 005	24
44Y	110,75	5 059,2	594	1 068	36	36	42	1 131	30
44Z	–	5 059,5	595	1 068	–	21	27	1 131	15
45X	110,80	–	–	1 069	12	–	–	1 006	12
45Y	110,85	5 059,8	596	1 069	36	36	42	1 132	30
45Z	–	5 060,1	597	1 069	–	21	27	1 132	15
46X	110,90	5 039,4	528	1 070	12	12	18	1 007	12
46W	–	5 039,7	529	1 070	–	24	30	1 007	24
46Y	110,95	5 060,4	598	1 070	36	36	42	1 133	30
46Z	–	5 060,7	599	1 070	–	21	27	1 133	15
47X	111,00	–	–	1 071	12	–	–	1 008	12
47Y	111,05	5 061,0	600	1 071	36	36	42	1 134	30
47Z	–	5 061,3	601	1 071	–	21	27	1 134	15
48X	111,10	5 040,0	530	1 072	12	12	18	1 009	12
48W	–	5 040,3	531	1 072	–	24	30	1 009	24
48Y	111,15	5 061,6	602	1 072	36	36	42	1 135	30
48Z	–	5 061,9	603	1 072	–	21	27	1 135	15
49X	111,20	–	–	1 073	12	–	–	1 010	12
49Y	111,25	5 062,2	604	1 073	36	36	42	1 136	30
49Z	–	5 062,5	605	1 073	–	21	27	1 136	15

Appariement des canaux				Paramètres DME					
				Interrogation				Réponse	
					Codes de modulation d'impulsions				
						DME/P — Mode			
DME N°	Fréquence VHF MHz	Fréquence d'angle MLS MHz	MLS N°	Fréquence MHz	DME/N µs	Approche initiale µs	Approche finale µs	Fréquence MHz	Code de modulation d'impulsions µs
50X	111,30	5 040,6	532	1 074	12	12	18	1 011	12
50W	–	5 040,9	533	1 074	–	24	30	1 011	24
50Y	111,35	5 062,8	606	1 074	36	36	42	1 137	30
50Z	–	5 063,1	607	1 074	–	21	27	1 137	15
51X	111,40	–	–	1 075	12	–	–	1 012	12
51Y	111,45	5 063,4	608	1 075	36	36	42	1 138	30
51Z	–	5 063,7	609	1 075	–	21	27	1 138	15
52X	111,50	5 041,2	534	1 076	12	12	18	1 013	12
52W	–	5 041,5	535	1 076	–	24	30	1 013	24
52Y	111,55	5 064,0	610	1 076	36	36	42	1 139	30
52Z	–	5 064,3	611	1 076	–	21	27	1 139	15
53X	111,60	–	–	1 077	12	–	–	1 014	12
53Y	111,65	5 064,6	612	1 077	36	36	42	1 140	30
53Z	–	5 064,9	613	1 077	–	21	27	1 140	15
54X	111,70	5 041,8	536	1 078	12	12	18	1 015	12
54W	–	5 042,1	537	1 078	–	24	30	1 015	24
54Y	111,75	5 065,2	614	1 078	36	36	42	1 141	30
54Z	–	5 065,5	615	1 078	–	21	27	1 141	15
55X	111,80	–	–	1 079	12	–	–	1 016	12
55Y	111,85	5 065,8	616	1 079	36	36	42	1 142	30
55Z	–	5 066,1	617	1 079	–	21	27	1 142	15
56X	111,90	5 042,4	538	1 080	12	12	18	1 017	12
56W	–	5 042,7	539	1 080	–	24	30	1 017	24
56Y	111,95	5 066,4	618	1 080	36	36	42	1 143	30
56Z	–	5 066,7	619	1 080	–	21	27	1 143	15
57X	112,00	–	–	1 081	12	–	–	1 018	12
57Y	112,05	–	–	1 081	36	–	–	1 144	30
58X	112,10	–	–	1 082	12	–	–	1 019	12
58Y	112,15	–	–	1 082	36	–	–	1 145	30
59X	112,20	–	–	1 083	12	–	–	1 020	12
59Y	112,25	–	–	1 083	36	–	–	1 146	30
**60X	–	–	–	1 084	12	–	–	1 021	12
**60Y	–	–	–	1 084	36	–	–	1 147	30
**61X	–	–	–	1 085	12	–	–	1 022	12
**61Y	–	–	–	1 085	36	–	–	1 148	30
**62X	–	–	–	1 086	12	–	–	1 023	12
**62Y	–	–	–	1 086	36	–	–	1 149	30
**63X	–	–	–	1 087	12	–	–	1 024	12
**63Y	–	–	–	1 087	36	–	–	1 150	30

Appariement des canaux				Paramètres DME					
				Interrogation				Réponse	
					Codes de modulation d'impulsions				
						DME/P — Mode			
DME N°	Fréquence VHF MHz	Fréquence d'angle MLS MHz	MLS N°	Fréquence MHz	DME/N µs	Approche initiale µs	Approche finale µs	Fréquence MHz	Code de modulation d'impulsions µs
**64X	–	–	–	1 088	12	–	–	1 151	12
**64Y	–	–	–	1 088	36	–	–	1 025	30
**65X	–	–	–	1 089	12	–	–	1 152	12
**65Y	–	–	–	1 089	36	–	–	1 026	30
**66X	–	–	–	1 090	12	–	–	1 153	12
**66Y	–	–	–	1 090	36	–	–	1 027	30
**67X	–	–	–	1 091	12	–	–	1 154	12
**67Y	–	–	–	1 091	36	–	–	1 028	30
**68X	–	–	–	1 092	12	–	–	1 155	12
**68Y	–	–	–	1 092	36	–	–	1 029	30
**69X	–	–	–	1 093	12	–	–	1 156	12
**69Y	–	–	–	1 093	36	–	–	1 030	30
70X	112,30	–	–	1 094	12	–	–	1 157	12
**70Y	112,35	–	–	1 094	36	–	–	1 031	30
71X	112,40	–	–	1 095	12	–	–	1 158	12
**71Y	112,45	–	–	1 095	36	–	–	1 032	30
72X	112,50	–	–	1 096	12	–	–	1 159	12
**72Y	112,55	–	–	1 096	36	–	–	1 033	30
73X	112,60	–	–	1 097	12	–	–	1 160	12
**73Y	112,65	–	–	1 097	36	–	–	1 034	30
74X	112,70	–	–	1 098	12	–	–	1 161	12
**74Y	112,75	–	–	1 098	36	–	–	1 035	30
75X	112,80	–	–	1 099	12	–	–	1 162	12
**75Y	112,85	–	–	1 099	36	–	–	1 036	30
76X	112,90	–	–	1 100	12	–	–	1 163	12
**76Y	112,95	–	–	1 100	36	–	–	1 037	30
77X	113,00	–	–	1 101	12	–	–	1 164	12
**77Y	113,05	–	–	1 101	36	–	–	1 038	30
78X	113,10	–	–	1 102	12	–	–	1 165	12
**78Y	113,15	–	–	1 102	36	–	–	1 039	30
79X	113,20	–	–	1 103	12	–	–	1 166	12
**79Y	113,25	–	–	1 103	36	–	–	1 040	30
80X	113,30	–	–	1 104	12	–	–	1 167	12
80Y	113,35	5 067,0	620	1 104	36	36	42	1 041	30
80Z	–	5 067,3	621	1 104	–	21	27	1 041	15

Appariement des canaux				Paramètres DME					
				Interrogation				Réponse	
					Codes de modulation d'impulsions				
						DME/P — Mode			
DME N°	Fréquence VHF MHz	Fréquence d'angle MLS MHz	MLS N°	Fréquence MHz	DME/N µs	Approche initiale µs	Approche finale µs	Fréquence MHz	Code de modulation d'impulsions µs
81X	113,40	–	–	1 105	12	–	–	1 168	12
81Y	113,45	5 067,6	622	1 105	36	36	42	1 042	30
81Z	–	5 067,9	623	1 105	–	21	27	1 042	15
82X	113,50	–	–	1 106	12	–	–	1 169	12
82Y	113,55	5 068,2	624	1 106	36	36	42	1 043	30
82Z	–	5 068,5	625	1 106	–	21	27	1 043	15
83X	113,60	–	–	1 107	12	–	–	1 170	12
83Y	113,65	5 068,8	626	1 107	36	36	42	1 044	30
83Z	–	5 069,1	627	1 107	–	21	27	1 044	15
84X	113,70	–	–	1 108	12	–	–	1 171	12
84Y	113,75	5 069,4	628	1 108	36	36	42	1 045	30
84Z	–	5 069,7	629	1 108	–	21	27	1 045	15
85X	113,80	–	–	1 109	12	–	–	1 172	12
85Y	113,85	5 070,0	630	1 109	36	36	42	1 046	30
85Z	–	5 070,3	631	1 109	–	21	27	1 046	15
86X	113,90	–	–	1 110	12	–	–	1 173	12
86Y	113,95	5 070,6	632	1 110	36	36	42	1 047	30
86Z	–	5 070,9	633	1 110	–	21	27	1 047	15
87X	114,00	–	–	1 111	12	–	–	1 174	12
87Y	114,05	5 071,2	634	1 111	36	36	42	1 048	30
87Z	–	5 071,5	635	1 111	–	21	27	1 048	15
88X	114,10	–	–	1 112	12	–	–	1 175	12
88Y	114,15	5 071,8	636	1 112	36	36	42	1 049	30
88Z	–	5 072,1	637	1 112	–	21	27	1 049	15
89X	114,20	–	–	1 113	12	–	–	1 176	12
89Y	114,25	5 072,4	638	1 113	36	36	42	1 050	30
89Z	–	5 072,7	639	1 113	–	21	27	1 050	15
90X	114,30	–	–	1 114	12	–	–	1 177	12
90Y	114,35	5 073,0	640	1 114	36	36	42	1 051	30
90Z	–	5 073,3	641	1 114	–	21	27	1 051	15
91X	114,40	–	–	1 115	12	–	–	1 178	12
91Y	114,45	5 073,6	642	1 115	36	36	42	1 052	30
91Z	–	5 073,9	643	1 115	–	21	27	1 052	15
92X	114,50	–	–	1 116	12	–	–	1 179	12
92Y	114,55	5 074,2	644	1 116	36	36	42	1 053	30
92Z	–	5 074,5	645	1 116	–	21	27	1 053	15
93X	114,60	–	–	1 117	12	–	–	1 180	12
93Y	114,65	5 074,8	646	1 117	36	36	42	1 054	30
93Z	–	5 075,1	647	1 117	–	21	27	1 054	15

Appariement des canaux				Paramètres DME					
				Interrogation				Réponse	
					Codes de modulation d'impulsions				
						DME/P — Mode			
DME N°	Fréquence VHF MHz	Fréquence d'angle MLS MHz	MLS N°	Fréquence MHz	DME/N µs	Approche initiale µs	Approche finale µs	Fréquence MHz	Code de modulation d'impulsions µs
94X	114,70	–	–	1 118	12	–	–	1 181	12
94Y	114,75	5 075,4	648	1 118	36	36	42	1 055	30
94Z	–	5 075,7	649	1 118	–	21	27	1 055	15
95X	114,80	–	–	1 119	12	–	–	1 182	12
95Y	114,85	5 076,0	650	1 119	36	36	42	1 056	30
95Z	–	5 076,3	651	1 119	–	21	27	1 056	15
96X	114,90	–	–	1 120	12	–	–	1 183	12
96Y	114,95	5 076,6	652	1 120	36	36	42	1 057	30
96Z	–	5 076,9	653	1 120	–	21	27	1 057	15
97X	115,00	–	–	1 121	12	–	–	1 184	12
97Y	115,05	5 077,2	654	1 121	36	36	42	1 058	30
97Z	–	5 077,5	655	1 121	–	21	27	1 058	15
98X	115,10	–	–	1 122	12	–	–	1 185	12
98Y	115,15	5 077,8	656	1 122	36	36	42	1 059	30
98Z	–	5 078,1	657	1 122	–	21	27	1 059	15
99X	115,20	–	–	1 123	12	–	–	1 186	12
99Y	115,25	5 078,4	658	1 123	36	36	42	1 060	30
99Z	–	5 078,7	659	1 123	–	21	27	1 060	15
100X	115,30	–	–	1 124	12	–	–	1 187	12
100Y	115,35	5 079,0	660	1 124	36	36	42	1 061	30
100Z	–	5 079,3	661	1 124	–	21	27	1 061	15
101X	115,40	–	–	1 125	12	–	–	1 188	12
101Y	115,45	5 079,6	662	1 125	36	36	42	1 062	30
101Z	–	5 079,9	663	1 125	–	21	27	1 062	15
102X	115,50	–	–	1 126	12	–	–	1 189	12
102Y	115,55	5 080,2	664	1 126	36	36	42	1 063	30
102Z	–	5 080,5	665	1 126	–	21	27	1 063	15
103X	115,60	–	–	1 127	12	–	–	1 190	12
103Y	115,65	5 080,8	666	1 127	36	36	42	1 064	30
103Z	–	5 081,1	667	1 127	–	21	27	1 064	15
104X	115,70	–	–	1 128	12	–	–	1 191	12
104Y	115,75	5 081,4	668	1 128	36	36	42	1 065	30
104Z	–	5 081,7	669	1 128	–	21	27	1 065	15
105X	115,80	–	–	1 129	12	–	–	1 192	12
105Y	115,85	5 082,0	670	1 129	36	36	42	1 066	30
105Z	–	5 082,3	671	1 129	–	21	27	1 066	15
106X	115,90	–	–	1 130	12	–	–	1 193	12
106Y	115,95	5 082,6	672	1 130	36	36	42	1 067	30
106Z	–	5 082,9	673	1 130	–	21	27	1 067	15

Appariement des canaux				Paramètres DME					
				Interrogation				Réponse	
					Codes de modulation d'impulsions				
						DME/P — Mode			
DME N°	Fréquence VHF MHz	Fréquence d'angle MLS MHz	MLS N°	Fréquence MHz	DME/N µs	Approche initiale µs	Approche finale µs	Fréquence MHz	Code de modulation d'impulsions µs
107X	116,00	–	–	1 131	12	–	–	1 194	12
107Y	116,05	5 083,2	674	1 131	36	36	42	1 068	30
107Z	–	5 083,5	675	1 131	–	21	27	1 068	15
108X	116,10	–	–	1 132	12	–	–	1 195	12
108Y	116,15	5 083,8	676	1 132	36	36	42	1 069	30
108Z	–	5 084,1	677	1 132	–	21	27	1 069	15
109X	116,20	–	–	1 133	12	–	–	1 196	12
109Y	116,25	5 084,4	678	1 133	36	36	42	1 070	30
109Z	–	5 084,7	679	1 133	–	21	27	1 070	15
110X	116,30	–	–	1 134	12	–	–	1 197	12
110Y	116,35	5 085,0	680	1 134	36	36	42	1 071	30
110Z	–	5 085,3	681	1 134	–	21	27	1 071	15
111X	116,40	–	–	1 135	12	–	–	1 198	12
111Y	116,45	5 085,6	682	1 135	36	36	42	1 072	30
111Z	–	5 085,9	683	1 135	–	21	27	1 072	15
112X	116,50	–	–	1 136	12	–	–	1 199	12
112Y	116,55	5 086,2	684	1 136	36	36	42	1 073	30
112Z	–	5 086,5	685	1 136	–	21	27	1 073	15
113X	116,60	–	–	1 137	12	–	–	1 200	12
113Y	116,65	5 086,8	686	1 137	36	36	42	1 074	30
113Z	–	5 087,1	687	1 137	–	21	27	1 074	15
114X	116,70	–	–	1 138	12	–	–	1 201	12
114Y	116,75	5 087,4	688	1 138	36	36	42	1 075	30
114Z	–	5 087,7	689	1 138	–	21	27	1 075	15
115X	116,80	–	–	1 139	12	–	–	1 202	12
115Y	116,85	5 088,0	690	1 139	36	36	42	1 076	30
115Z	–	5 088,3	691	1 139	–	21	27	1 076	15
116X	116,90	–	–	1 140	12	–	–	1 203	12
116Y	116,95	5 088,6	692	1 140	36	36	42	1 077	30
116Z	–	5 088,9	693	1 140	–	21	27	1 077	15
117X	117,00	–	–	1 141	12	–	–	1 204	12
117Y	117,05	5 089,2	694	1 141	36	36	42	1 078	30
117Z	–	5 089,5	695	1 141	–	21	27	1 078	15
118X	117,10	–	–	1 142	12	–	–	1 205	12
118Y	117,15	5 089,8	696	1 142	36	36	42	1 079	30
118Z	–	5 090,1	697	1 142	–	21	27	1 079	15
119X	117,20	–	–	1 143	12	–	–	1 206	12
119Y	117,25	5 090,4	698	1 143	36	36	42	1 080	30
119Z	–	5 090,7	699	1 143	–	21	27	1 080	15

Appariement des canaux				Paramètres DME					
				Interrogation				Réponse	
					Codes de modulation d'impulsions				
						DME/P — Mode			
DME N°	Fréquence VHF MHz	Fréquence d'angle MLS MHz	MLS N°	Fréquence MHz	DME/N µs	Approche initiale µs	Approche finale µs	Fréquence MHz	Code de modulation d'impulsions µs
120X	117,30	–	–	1 144	12	–	–	1 207	12
120Y	117,35	–	–	1 144	36	–	–	1 081	30
121X	117,40	–	–	1 145	12	–	–	1 208	12
121Y	117,45	–	–	1 145	36	–	–	1 082	30
122X	117,50	–	–	1 146	12	–	–	1 209	12
122Y	117,55	–	–	1 146	36	–	–	1 083	30
123X	117,60	–	–	1 147	12	–	–	1 210	12
123Y	117,65	–	–	1 147	36	–	–	1 084	30
124X	117,70	–	–	1 148	12	–	–	1 211	12
**124Y	117,75	–	–	1 148	36	–	–	1 085	30
125X	117,80	–	–	1 149	12	–	–	1 212	12
**125Y	117,85	–	–	1 149	36	–	–	1 086	30
126X	117,90	–	–	1 150	12	–	–	1 213	12
**126Y	117,95	–	–	1 150	36	–	–	1 087	30

* Ces canaux sont réservés aux assignations à l'échelon national.

** Ces canaux peuvent être assignés à l'échelon national à titre secondaire. Ils sont réservés principalement en vue de la protection du radar secondaire de surveillance (SSR).

∇ La fréquence de 108,0 MHz n'est pas destinée à l'ILS. Le canal d'interrogation-réponse DME associé n° 17X peut être assigné pour servir en cas d'urgence. Cependant, la fréquence de réponse du canal n° 17X (978 MHz) est employée aussi par l'émetteur-récepteur universel (UAT). Les normes et pratiques recommandées sur l'UAT figurent à l'Annexe 10, Volume III, 1re Partie, Chapitre 12.

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.

APPENDICE A. CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME D'ATTERRISSAGE HYPERFRÉQUENCES (MLS)

[Réservé]

APPENDICE B. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DÉTAILLÉES RELATIVES AU SYSTÈME MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS)

1. DÉFINITIONS

En réserve. Qualifie les bits, les mots ou les champs non attribués ni réservés, donc pouvant se prêter à une attribution future.

- Tous les bits en réserve sont mis à zéro.

GBAS/E. Système de renforcement au sol avec diffusion de données VHF à polarisation elliptique.

GBAS/H. Système de renforcement au sol avec diffusion de données VHF à polarisation horizontale.

Récepteur. Sous-système qui reçoit les signaux du GNSS et comprenant un ou plusieurs capteurs.

Réservé. *Qualifie les bits, les mots ou les champs non attribués mais destinés à l'utilisation exclusive d'une application GNSS donnée.*

Smax. *Puissance maximale du signal de données VHF (VBD) utile à l'entrée du récepteur VBD. Cette puissance à l'entrée du récepteur est calculée en soustrayant de l'intensité maximale du champ RF définie au chapitre 3, § 3.7.3.5.4.4, pour le signal VDB utile reçu par une antenne isotrope idéale moins la perte minimale liée au mode d'installation à bord. Elle est utilisée pour déterminer l'immunité des signaux VDB à l'égard du brouillage par des signaux sur canal adjacent (§ 3.6.8.2.2.6) ou par des signaux provenant de sources situées à l'extérieur de la bande 108,000 – 117,975 MHz (§ 3.6.8.2.2.8).*

2. GÉNÉRALITÉS

- Les spécifications techniques qui suivent complètent les dispositions du chapitre 3, § 3.7.

3. ÉLÉMENTS DU GNSS

3.1. Constellations de base

3.1.1 SERVICE DE LOCALISATION STANDARD (SPS) DU SYSTÈME MONDIAL DE POSITIONNEMENT (GPS) (L1 ET L5)

3.1.1.1 ÉLÉMENTS NON EMBARQUÉS

3.1.1.1.1 Caractéristiques radioélectriques (RF) du signal L1 en code d'acquisition grossière (C/A)

3.1.1.1.1.1 *Bruit de phase de la porteuse.* La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée L1 sera telle qu'une boucle à verrouillage de phase ayant une largeur de bande passante de bruit de 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision de 0,1 radian (1 sigma).

3.1.1.1.1.2 Rayonnement non essentiel. Dans la largeur de bande du canal attribué, la puissance du rayonnement non essentiel dans la bande sera inférieure d'au moins 40 dB à la puissance de la porteuse L1 non modulée.

3.1.1.1.1.3 Perte de corrélation. La perte de puissance du signal récupéré due aux imperfections de la modulation du signal L1 en code C/A et à la distorsion ne dépassera pas 0,6 dB pour toutes les générations de satellites GPS-II et 0,3 dB pour toutes les générations de satellites GPS-III.

- La perte de puissance du signal est l'écart entre la puissance émise dans une bande attribuée et la puissance du signal récupérée par un récepteur sans bruit ni pertes et présentant une largeur de corrélation de 1 chip et la même bande passante.

3.1.1.1.1.4 Génération et synchronisation du code (C/A) de L1. Chaque séquence de code C/A Gi(t) sera formée par somme modulo 2 des deux séquences linéaires de 1 023 bits G1 et G2i. La séquence G2i sera formée en retardant la séquence G2 d'un nombre entier de chips. Les séquences G1 et G2 seront générées à l'aide de registres à décalage à 10 étages mettant en œuvre les polynômes suivants :

a) G1 : $X^{10} + X^3 + 1$;
b) G2 : $X^{10} + X^9 + X^8 + X^6 + X^3 + X^2 + 1$.

Le vecteur d'initialisation des séquences G1 et G2 sera « 1111111111 ». Les registres G1 et G2 seront cadencés à 1,023 MHz. La synchronisation du code C/A se fera conformément à la figure B-1 .

- *Des renseignements supplémentaires sur les attributions des phases de code figurent dans l'IS-GPS-200K.*

3.1.1.1.2 Structure des données de L1. Le message de navigation traditionnel (LNAV) sera mis en forme comme l'indique la figure B-2. Pour chaque page (figure B-6), le format de base sera une trame de 1 500 bits pouvant comprendre jusqu'à 5 sous-trames de 300 bits chacune. Tous les mots seront transmis en commençant par le bit de poids fort (MSB).

- Les attributions de bits décrites pour les sous-trames 4 et 5 dans la figure B-6 s'appliquent uniquement aux satellites émettant les codes PRN 1 à 32. Voir l'IS-GPS-200K pour les attributions de bits des sous-trames 4 et 5 pour les satellites émettant les codes PRN 33 à 63.

3.1.1.1.2.1 Structure des sous-trames. Chaque sous-trame ou page de sous-trame débutera par un mot de télémesure (TLM), immédiatement suivi du mot de transfert (HOW). Viendront ensuite 8 mots d'information. Dans chaque trame, tous les mots contiendront 6 bits de parité. Le format des mots TLM et HOW sera conforme aux figures B-3 et B-4 respectivement.

3.1.1.1.2.2 *Fin/début de semaine.* Au passage d'une semaine à la suivante :

a) la pagination cyclique des sous-trames 1 à 5 recommencera systématiquement par la sous-trame 1, quelle que soit la sous-trame transmise en dernier avant le changement de semaine ;
b) la répétition des 25 pages des sous-trames 4 et 5 recommencera par la page 1 de chaque sous-trame, quelle que soit la page transmise en dernier avant le changement de semaine. Toutes les transitions (téléchargements et pages) s'effectueront aux points de délimitation des trames (c'est-à-dire modulo 30 secondes par rapport à l'instant du changement de semaine).

- La transmission des nouvelles données des sous-trames 4 et 5 peut débuter avec n'importe laquelle des 25 pages de ces dernières.

3.1.1.1.2.3 Bits de parité. Les 6 bits de poids faible (LSB) des mots 1 à 10 des sous-trames 1 à 5 seront des bits de parité. De plus, les mots 2 et 10 contiendront 2 bits sans signification aux positions 23 et 24, toujours aux fins du contrôle de parité.

3.1.1.1.2.4 Mot de télémesure (TLM). Le mot TLM aura une longueur de 30 bits, sera émis toutes les 6 secondes dans la trame de données, et sera le premier mot de chaque sous-trame. Son format sera conforme à la figure B-3. Il se composera d'un préambule suivi de 16 bits réservés et de 6 bits de parité.

3.1.1.1.2.5 Mot de transfert (HOW). Le mot HOW aura une longueur de 30 bits et sera émis en deuxième position dans chaque sous-trame ou page, immédiatement après le mot TLM. Il sera émis toutes les 6 secondes dans la trame de données. Son format et son contenu seront conformes à la figure B-4. Le mot débutera par les 17 bits de poids fort du compte TOW. Ce dernier se composera des 19 bits de poids faible du compte Z de 29 bits (§ 3.1.1.2.6). Les 17 bits en question correspondront au compte TOW généré à l'impulsion de 1,5 s qui se produit au début (front avant) de la sous-trame suivante.

3.1.1.1.2.5.1 Bit 18. Sur les satellites désignés par le code de configuration 001, le bit 18 sera un indicateur d'alarme. Mis à 1, il signalera que l'erreur de distance pour l'utilisateur (URA) est sans doute plus grande que ce qu'indique la soustrame 1 et que l'utilisateur emploie les données fournies par le satellite à ses risques et périls.

1 Toutes les figures se trouvent à la fin du présent appendice

3.1.1.1.2.5.2 *Bit 19.* Le bit 19 sera réservé.

3.1.1.1.2.5.3 *Bits 20, 21 et 22.* Les bits 20, 21 et 22 du mot HOW constitueront l'identificateur de la sous-trame dans laquelle ce mot HOW est le deuxième mot. Cet identificateur pourra prendre les valeurs suivantes :

ID	*Code*
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101

3.1.1.1.2.6 Compteur Z du satellite. Chaque satellite générera de manière interne une horloge à une cadence de 1,5 s qui contiendra une unité commode permettant de compter et de communiquer le temps de manière précise. Le temps ainsi défini s'appellera le compte Z. Ce compte sera fourni à l'utilisateur sous forme d'un nombre binaire de 29 bits composé de deux parties décrites dans les paragraphes suivants.

3.1.1.1.2.6.1 Heure de la semaine (TOW). Le nombre binaire constitué par les 19 bits de poids faible du compte Z représentera l'heure de la semaine (TOW) et il est, par définition, égal au nombre d'impulsions de 1,5 s générées depuis le dernier changement de semaine. Le compte TOW aura un cycle court, allant de 0 à 403 199 impulsions de 1,5 s (= une semaine complète), et il sera remis à zéro à la fin de chaque semaine. L'état 0 du compte TOW sera l'impulsion de 1,5 s qui coïncide avec le début de la semaine en cours. Une version tronquée du compte TOW, formée des 17 bits de poids fort, fera partie du mot de transfert (HOW) du train de données sur la liaison descendante L1 ; la figure B-5 précise le lien entre le compte TOW intégral et sa version tronquée dans le mot HOW.

- L'impulsion de changement de semaine se produit (approximativement) à minuit le samedi, soit le dimanche à 0000 sur l'échelle UTC, qui a pour référence le méridien de Greenwich.

3.1.1.1.2.6.2 Compte de semaines. Les 10 bits de poids fort du compte Z formeront la représentation binaire du numéro séquentiel attribué à la semaine GPS en cours (modulo 1 024). La plage de valeurs s'étendra de 0 à 1 023. La valeur 0 coïncidera avec la semaine débutant par l'impulsion de 1,5 s générée (approximativement) à l'heure 0 UTC (§ 3.1.4). À l'expiration de la semaine GPS numéro 1 023, le compte reprendra à zéro. L'utilisateur tiendra compte des 1 024 semaines précédentes converties en dates du calendrier à partir du temps GPS.

3.1.1.1.3 DESCRIPTION DES DONNÉES DE L1

3.1.1.1.3.1 Sous-trame 1. Données d'horloge et d'état de fonctionnement du satellite. Les mots 3 à 10 de la soustrame 1 contiendront les paramètres d'horloge et autres données spécifiés au tableau B-1. Les paramètres de chaque ensemble de données seront valides durant l'intervalle de temps pendant lequel ils sont transmis, et le resteront pendant un certain temps après le début de la transmission de l'ensemble de données suivant.

3.1.1.1.3.1.1 Numéro de semaine. Les 10 bits de poids fort du mot 3 seront formés des 10 bits de poids fort du compte Z sur 29 bits et représenteront le numéro de la semaine GPS en cours correspondant au début de l'intervalle de transmission des données. La semaine zéro sera désignée par les 10 bits à 0. Le numéro de semaine GPS sera incrémenté à chaque impulsion marquant le passage d'une semaine à la suivante.

3.1.1.1.3.1.2 Précision de distance pour l'usager (URA). Les bits 13 à 16 du mot 3 représenteront un indice URA, qui prescrit l'URA prévue du satellite, conformément au tableau B-2. L'URA à intégrité garantie (IAURA) sera la limite supérieure de la valeur de l'URA correspondant à l'indice URA, comme l'indique la dernière colonne du tableau B-2.

1.- L'URA ne comprend pas l'erreur estimée due aux imprécisions du modèle de retard ionosphérique utilisant une seule fréquence.

2.- L'URA est un indicateur statistique de la contribution à l'erreur de mesure de la distance (précisions apparentes de l'horloge et des prévisions des éphémérides) qu'il est possible d'attendre d'un satellite donné d'après les données historiques.

3.- La valeur nominale de l'URA pour chaque indice URA est également indiquée dans le tableau B-2. La valeur nominale de l'URA peut être utilisée pour prédire la moyenne quadratique des erreurs de pseudodistance du signal électromagnétique à des fins de précision.

Tableau B-1. Paramètres de la sous-trame 1

Paramètre	*Nombre de bits***	*Échelle (LSB)*	*Plage effective****	*Unités*
N° de semaine	10	1		semaines
Précision du satellite	4			
État de fonctionnement du satellite	6	1		discrètes
T_{GD}	8*	2^{-31}		secondes
IODC	10			
t_{oc}	16	2^{4}	604 784	secondes
a_{f2}	8*	2^{-55}		secondes/seconde^2
a_{f1}	16*	2^{-43}		secondes/seconde
a_{f0}	22*	2^{-31}		secondes

* En complément à 2, le bit de signe (+ ou –) étant le bit de poids fort (MSB).
** Le détail de la séquence de bits est donné à la figure B-6.
*** Sauf indication contraire, c'est la limite supérieure de la plage de valeurs qui figure dans cette colonne.

Tableau B-2. Précision de distance pour l'usager

Indice URA	*URA (mètres)*	*URA nominale*	*IAURA correspondante*
0	0,00 < URA ≤ 2,40	2 m	2,40 m
1	2,40 < URA ≤ 3,40	2,8 m	3,40 m
2	3,40 < URA ≤ 4,85	4 m	4,85 m
3	4,85 < URA ≤ 6,85	5,7 m	6,85 m
4	6,85 < URA ≤ 9,65	8 m	9,65 m
5	9,65 < URA ≤ 13,65	11,3 m	13,65 m
6	13,65 < URA ≤ 24,00	16 m	24,00 m
7	24,00 < URA ≤ 48,00	32 m	48,00 m
8	48,00 < URA ≤ 96,00	64 m	96,00 m
9	96,00 < URA ≤ 192,00	128 m	192,00 m
10	192,00 < URA ≤ 384,00	256 m	384,00 m
11	384,00 < URA ≤ 768,00	512 m	768,00 m
12	768,00 < URA ≤ 1 536,00	1 024 m	1 536,00 m
13	1 536,00 < URA ≤ 3 072,00	2 048 m	3 072,00 m
14	3 072,00 < URA ≤ 6 144,00	4 096 m	6 144,00 m
15	6 144,00 < URA (ou aucune prédiction de précision n'est disponible – les utilisateurs du SPS sont informés qu'ils utilisent le satellite à leur propres risques)	Aucune prédiction de précision n'est disponible – les utilisateurs du SPS sont informés qu'ils utilisent le satellite à leurs propres risques	Sans objet

3.1.1.1.3.1.3 État de fonctionnement. Les 6 bits de l'indicateur d'état de fonctionnement du satellite émetteur seront les bits 17 à 22 du mot 3. Le bit de poids fort indiquera l'état de validité des données de navigation de la façon suivante :

0 = toutes les données de navigation sont valides ;

1 = certaines données de navigation ne sont pas valides.

Les 5 bits de poids faible préciseront l'état des composantes du signal conformément au tableau B-3. Les indications d'état de fonctionnement du satellite seront fournies suivant les capacités du satellite indiquées par le code de configuration spécifié à la page 25 de la sous-trame 4. Tout satellite qui ne possède pas une capacité donnée sera désigné comme fonctionnel si l'absence de cette capacité est inhérente à sa conception ou que le

satellite a été configuré dans un mode qui convient au récepteur et qui ne nécessite pas la capacité en question. D'autres données d'état seront intégrées aux sous-trames 4 et 5.

- Les données de la sous-trame 1 peuvent différer de celles des sous-trames 4 et/ou 5 d'autres satellites, puisque celles-ci ne sont pas forcément mises à jour au même moment.

Tableau B-3. Codes d'état de fonctionnement des composantes du signal du satellite

MSB				*LSB*	*Indication*
0	0	0	0	0	TOUS LES SIGNAUX SONT CORRECTS
1	1	1	0	0	LE SATELLITE EST TEMPORAIREMENT HORS SERVICE – Ne pas utiliser ce satellite durant ce passage
1	1	1	0	1	LE SATELLITE VA ÊTRE TEMPORAIREMENT HORS SERVICE – Utiliser les données avec circonspection
1	1	1	1	0	UN OU PLUSIEURS SIGNAUX SONT DÉFORMÉS*, MAIS LES PARAMÈTRES PERTINENTS DE L'URA SONT VALIDES
1	1	1	1	1	ANOMALIES MULTIPLES PRÉSENTES (autres que les anomalies ou conditions qui entraîneraient une des deux pannes temporaires de satellite telles que codifiées ci-dessus)
Toutes les autres combinaisons					LE SATELLITE A DU MAL À MODULER CONVENABLEMENT LE CODE ET/OU À TRANSMETTRE LES SIGNAUX À LA PUISSANCE VOULUE. L'utilisateur peut ne pas être en mesure d'acquérir le satellite ou peut avoir du mal à poursuivre le satellite après acquisition.

* Déformé signifie qu'un ou plusieurs signaux ne répondent pas aux exigences de la norme IS-GPS-200K, section 3.

3.1.1.1.3.1.4 Identification des données d'horloge (IODC). Les bits 23 et 24 du mot 3 de la sous-trame 1 seront les 2 bits de poids fort du terme IODC, composé de 10 bits ; ses 8 bits de poids faible seront les bits 1 à 8 du mot 8 de la soustrame 1. Le terme IODC représentera le numéro d'émission de l'ensemble de données. Il sera différent de toutes les valeurs transmises par le satellite au cours des 6 heures précédentes.

- La relation entre les termes IODC et IODE (identification des éphémérides) est précisée au § 3.1.1.1.3.2.2.

3.1.1.1.3.1.5 Temps de propagation de groupe différentiel estimé. Les bits 17 à 24 du mot 7 représenteront le terme correctif TGD qui tient compte de l'effet du temps de propagation de groupe différentiel du satellite.

- Le terme TGD ne comprend aucune erreur sur le temps de propagation relative de groupe entre le code C/A et le code P(Y).

3.1.1.1.3.1.6 Paramètres de correction d'horloge du satellite. Les bits 9 à 24 du mot 8, 1 à 24 du mot 9 et 1 à 22 du mot 10 représenteront les paramètres permettant aux usagers d'appliquer la correction d'horloge du satellite (toc, af2, af1, af0).

3.1.1.1.3.1.7 Champs de données réservés. Le tableau B-4 indique les champs de données réservés. Tous ces champs contiendront des séquences de bits respectant la parité de chaque mot.

3.1.1.1.3.2 Sous-trames 2 et 3 - éphémérides satellitaires. Les sous-trames 2 et 3 contiendront les éphémérides du satellite émetteur.

3.1.1.1.3.2.1 Paramètres d'éphémérides. Les paramètres d'éphémérides sont décrits au tableau B-5. Pour chaque paramètre des sous-trames 2 et 3, le nombre de bits, l'échelle correspondant au bit de poids faible, la plage de valeurs et les unités dans lesquelles s'expriment les grandeurs seront conformes au tableau B-6.

3.1.1.1.3.2.2 Identification des éphémérides (IODE). Le terme IODE sera un nombre de 8 bits égal aux 8 bits de poids faible du terme IODC, constitué de 10 bits, de l'ensemble de données considéré. Le terme IODE sera émis dans les soustrames 2 et 3 afin de permettre une comparaison avec les 8 bits de poids faible du terme IODC de la sous-trame 1. Chaque fois que ces trois termes différeront entre eux du fait de la transmission d'un nouvel ensemble de données, de nouvelles données seront recueillies. Le terme IODE sera différent de toutes les valeurs transmises par le satellite au cours des six heures précédentes (Note 1). Toute modification des données des sous-trames 2 et 3 s'accompagnera de la modification de leurs mots IODE respectifs. La modification des nouveaux ensembles de données ne s'effectuera qu'au passage d'une heure à la suivante, exception faite du

premier ensemble de données d'un nouveau téléchargement. De plus, la valeur toe, pour au moins le premier ensemble de données transmis par le satellite après un téléchargement, aura un faible déphasage négatif par rapport à l'emplacement nominal sur une limite horaire (milieu de l'intervalle d'ajustement des courbes) (Note 2).

Tableau B-4. Champs de données réservés de la sous-trame 1

Mot	Bit
3	11 – 12
4	1 – 24
5	1 – 24
6	1 – 24
7	1 – 16

Tableau B-5. Données d'éphémérides

M_0	Anomalie moyenne au temps de référence
Δn	Différence entre le déplacement moyen et la valeur calculée
e	Excentricité
$\sqrt{AA}$	Racine carrée du demi-grand axe
$OMEGA_0$	Longitude du nœud ascendant du plan orbital (sur impulsion de changement de semaine)
i_0	Inclinaison au temps de référence
ω	Périgée
OMEGADOT	Taux de variation de l'ascension droite
iDOT	Taux de variation de l'inclinaison
C_{uc}	Amplitude de la composante cosinusoïdale de la correction en latitude
C_{us}	Amplitude de la composante sinusoïdale de la correction en latitude
C_{rc}	Amplitude de la composante cosinusoïdale de la correction en rayon orbital
C_{rs}	Amplitude de la composante sinusoïdale de la correction en rayon orbital
C_{ic}	Amplitude de la composante cosinusoïdale de la correction en inclinaison
C_{is}	Amplitude de la composante sinusoïdale de la correction en inclinaison
toe	Temps de référence des éphémérides
IODE	Identification des éphémérides

Tableau B-6. Paramètres d'éphémérides

Paramètre	*Nombre de bits***	*Échelle (LSB)*	*Plage effective****	*Unités*
IODE	8			
C_{rs}	16*	2–5		mètres
Δn	16*	2–43		demi-cercles/s
M_0	32*	2–31		demi-cercles
C_{uc}	16*	2–29		radians
e	32	2–33	0,03	sans dimension
C_{us}	16*	2–29		radians
√A	32	2–19	de 2 530 à 8 192	$mètres^{1/2}$
toe	16	2^4	604 784	secondes
C_{ic}	16*	2–29		radians
$OMEGA_0$	32*	2–31		demi-cercles
C_{is}	16*	2–29		radians
i_0	32*	2–31		demi-cercles

C_{rc}	16*	2–5		mètres
ω	32*	2–31		demi-cercles
OMEGADOT	24*	2–43	-6.33×10^{-7} à 0	demi-cercles/s
iDOT	14*	2–43		demi-cercles/s

* En complément à 2, le bit de signe (+ ou –) étant le bit du poids fort.
** Le détail de la séquence de bits est donné à la figure B-6.
*** Sauf indication contraire, c'est la limite supérieure de la plage de valeurs qui figure dans cette colonne, soit la valeur maximale pouvant être atteinte, compte tenu du nombre de bits et de l'échelle indiqués.

1.- Les termes IODE et IODC permettent au récepteur de détecter toute modification des paramètres d'éphémérides ou d'horloge.
2.- Au cours d'une heure donnée, le premier ensemble de données peut changer (§ 3.1.1.1.2.2) à n'importe quel moment ; il peut donc être transmis par le satellite pendant moins d'une heure.

3.1.1.1.3.2.3 Intervalles d'ajustement des courbes. Le bit 17 du mot 10 de la sous-trame 2 sera un indicateur d'« intervalle d'ajustement » qui indique l'intervalle d'ajustement de la courbe utilisé pour déterminer les paramètres d'éphémérides, comme suit :

= 4 heures,
= plus de 4 heures.

Un indicateur d'intervalle d'ajustement de zéro (0) indique que le satellite est en fonctionnement normal. Un indicateur d'intervalle d'ajustement de un (1) indique que le satellite fonctionne avec un intervalle élargi à court ou à long terme.

3.1.1.1.3.3 Sous-trames 4 et 5 – données auxiliaires. Les deux sous-trames 4 et 5 seront sous-commutées 25 fois chacune. Mis à part les éventuelles pages « réservées » et les répétitions explicites, chaque page contiendra des données différentes dans les mots 3 à 10. Les sous-trames 4 et 5 contiendront les données énumérées dans le tableau B-7.

- Les sous-trames 4 et 5 des satellites diffusant les codes PRN 1 à 32 contiennent des données d'almanach et d'état de fonctionnement pour 32 satellites. Les sous-trames 4 et 5 des satellites diffusant les codes PRN 33 à 63 contiennent des données d'almanach et d'état de fonctionnement pour seulement 31 satellites. Voir l'IS-GPS-200K pour plus de détails sur le contenu et les attributions de bits des données dans les sous-trames 4 et 5.

Tableau B-7. Données des sous-trames 4 et 5

Sous-trame	*Page(s)*	*Données*
4	1, 6, 11, 16 et 21	Réservées
	2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 et 10*	Données d'almanach
	12, 19, 20, 22, 23 et 24	Réservées
	13	NMCT**
	14 et 15	Réservées à l'usage du système
	17	Messages spéciaux**
	18	Données ionosphériques et UTC
	25	Indicateurs A-S/configurations du satellite et état de fonctionnement du satellite
5	1 à 24	Données d'almanach
	25	Données sur l'état de fonctionnement du satellite

* La page 10 de la sous-trame 4 n'est envoyée que par les satellites qui diffusent les codes PRN 1 à 32 (et contiendra des données d'almanach pour le PRN 32) ; elle n'est pas utilisée par les satellites qui diffusent les codes PRN 33 à 63.
** Page non destinée à l'aviation.

3.1.1.1.4 *CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES (RF) DU SIGNAL L5*

3.1.1.1.4.1 Bruit de phase de la porteuse. La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée L5 sera telle qu'une boucle à verrouillage de phase ayant une largeur de bande passante de bruit de 10 Hz peut suivre la porteuse avec une précision de 0,1 radian en moyenne quadratique.

3.1.1.1.4.2 Rayonnement non essentiel. Dans la largeur de bande du canal attribué, la puissance du rayonnement non essentiel dans la bande sera inférieure d'au moins 40 dB à la puissance de la porteuse L5 non modulée.

3.1.1.1.4.3 Perte de corrélation. La perte de puissance du signal récupéré due aux imperfections de la modulation du signal L5 et à la distorsion ne dépassera pas 0,6 dB.

- La perte de puissance du signal est l'écart entre la puissance émise dans une bande attribuée et la puissance du signal récupérée par un récepteur sans bruit ni pertes et présentant une largeur de corrélation de 1 chip et la même bande passante.

3.1.1.1.4.4 Composantes de la porteuse L5. L5 aura deux composantes porteuses modulées par des trains de bits distincts : le code I5 et le code Q5 (voir le tableau B-8).

Tableau B-8. Phase du signal composite L5 transmise**

*Phase nominale du signal composite L5**	*État du code*	
	I5	Q5
0°	0	0
-90°	1	0
+90°	0	1
180°	1	1
* Par rapport à l'état de code 0, 0 avec des angles positifs en avance de phase et des angles négatifs en retard de phase. ** Basé sur le signal composite de deux composantes de la porteuse L5 à la même puissance.		

3.1.1.1.4.4.1 Les porteuses I5 et Q5 seront en quadrature de phase (dans une fourchette de ±100 milliradians) et la porteuse Q5 sera déphasée de 90 degrés par rapport à la porteuse I5.

3.1.1.1.4.5 Génération de code. Pour les porteuses en code I5 et Q5, les séquences de code I5i(t) et Q5i(t) seront constituées chacune de l'addition modulo 2 de deux séquences de bits étendues, cadencées à 10,23 MHz, XA(t) et XBIi(nIi, t) ou XA(t) et XBQi(nQi, t), où nIi et nQi sont les états initiaux de XBIi et XBQi pour le satellite i.

3.1.1.1.4.5.1 Le code XA sera un code d'une longueur de 8 190 qui, à l'état initial, sera constitué uniquement de « 1 » et qui sera écourté 1 chip avant sa fin naturelle et redémarré pour fonctionner sur une période d'une milliseconde (synchronisé avec le code C/A de la fréquence L1) pour un total de 10 230 chips.

3.1.1.1.4.5.2 Les codes XBIi et XBQi auront une longueur de 8 191 et des états initiaux conformes aux spécifications de l'IS-GPS-705F, tableaux 3-Ia et Ib. Les codes XBIi et XBQi ne seront pas écourtés et seront redémarrés pour fonctionner sur une période d'une milliseconde, pour un total de 10 230 chips.

3.1.1.1.4.5.3 Les polynômes générateurs pour les codes XA et XBIi et XBQi seront les suivants :

a) XA : $X^{13} + X^{12} + X^{10} + X^9 + 1$;

b) XBI_i et $XBQ_{i:}$ $X^{13} + X^{12} + X^8 + X^7 + X^6 + X^4 + X^3 + X + 1$.

- Des détails supplémentaires sur les attributions de phases de codes figurent dans le document exposant les spécifications d'interface GPS, l'IS-GPS-705F.

3.1.1.1.4.6 Modulation des données de navigation. Le train de bits de données de navigation (CNAV) de L5 sera codé à raison de 2 symboles par bit, selon un codage à convolution de longueur de contrainte 7, afin de générer

100 symboles par seconde (symb/s). Ces 100 symb/s seront ensuite modulés (addition modulo 2) avec le code Neuman-Hofman à 10 bits « 0000110101 » cadencé à 1 kHz. On procède ensuite à l'addition modulo 2 de la séquence de symboles qui en résulte et du code PRN I5, addition qui est utilisée pour moduler la porteuse L5 en phase.

3.1.1.1.4.7 *Synchronisation du signal*. Le code XA sera synchronisé avec le code C/A de la fréquence L1. Les codes XBIi et XBQi seront synchronisés avec le code XA.

3.1.1.1.4.8 Temps *de propagation de groupe différentiel*. La valeur absolue du temps de propagation différentiel moyen entre les signaux L1 et L5 rayonnés ne dépassera pas 30,0 nanosecondes. La variation totale autour de la moyenne (variations aléatoires plus non aléatoires) ne dépassera pas 3,0 nanosecondes (probabilité de 95 %).

- Les corrections entre signaux (ISC) sont fournies dans les données de navigation en vue de tenir compte du biais induit par le temps de propagation différentiel.

3.1.1.1.5 *STRUCTURE DES DONNÉES DE L5*

3.1.1.1.5.1 Correction d'erreur sans circuit de retour. Le train de bits CNAV de L5 sera assorti d'un codage à convolution cadencé à 1/2 avec un code de correction d'erreur sans circuit de retour (FEC) d'une longueur de contrainte 7.

3.1.1.1.5.2 Structure des données de navigation. Les données CNAV de L5 seront fournies dans un ensemble de messages de six secondes et de 300 bits de long.

3.1.1.1.5.2.1 Chaque message contiendra un bloc de parité à contrôle de redondance cyclique (CRC) de 24 bits protégeant le message complet de 300 bits.

3.1.1.1.5.2.2 Chaque message sera composé des champs ordonnés suivants : un préambule de 8 bits (« 10001011 »), le code PRN à 6 bits du satellite émetteur, une ID de type de message à 6 bits (allant de 0 à 63), le message à 17 bits indiquant le temps de la semaine (TOW), un indicateur d'alarme à 1 bit (bit 38), le champ de données (238 bits) et le bloc de parité CRC à 24 bits.

3.1.1.1.5.2.3 La valeur TOW multipliée par 6 donnera l'heure du satellite en secondes au début du message de 6 secondes suivant.

3.1.1.1.5.2.4 Le bit 38 sera un « indicateur d'alarme » où la valeur « 1 » indique que les composantes de l'URA du signal pourraient être plus mauvaises que ce qui est indiqué dans les types de message associés et que l'utilisation de ce signal se fait aux risques de l'utilisateur.

3.1.1.1.6 *TENEUR DES DONNÉES (CNAV) DIFFUSÉES SUR L5*

3.1.1.1.6.1 Types de messages CNAV. Les données CNAV diffusées sur L5 contiendront les types de messages énumérés dans le tableau B-9.

- Voir l'IS-GPS-705F pour plus de détails sur la teneur et l'application des données contenues dans chaque type de message.

Tableau B-9. Types de messages CNAV

Type de message	Teneur
0	Message par défaut (vide)
10	Éphémérides, précision, paramètres d'état de fonctionnement
11	Éphémérides, précision, paramètres d'état de fonctionnement
30	Horloge, précision, ionosphère, temps de propagation de groupe du satellite
31	Horloge, précision, almanach du satellite
32	Horloge, précision, paramètres d'orientation du satellite par rapport à la Terre
33	Horloge, précision, paramètres UTC du satellite
34	Horloge, précision, paramètres de correction différentielle du satellite

35	Horloge, précision, décalage temporel GPS/GNSS du satellite
36	Horloge, précision, messages textes du satellite
37	Horloge, précision, ensemble complet des paramètres d'almanach du satellite

3.1.1.1.6.2 Le message de type 10 contiendra la composante dépendante de l'angle de site (ED) de l'indice de précision de distance pour l'usager (URAED) qui correspond à l'erreur maximale dépendante de l'angle de site attendue pour l'ajustement de courbe d'éphémérides à l'heure courante, pour le pire emplacement à l'intérieur de l'empreinte du satellite.

- Au meilleur emplacement dans l'empreinte du satellite (c'est-à-dire nominalement directement sous le satellite le long de son vecteur nadir), URA_{ED} *correspondante est égale à zéro (voir le tableau B-10).*

3.1.1.1.6.3 Les messages de types 30 à 37 contiendront les indices des composantes non dépendantes de l'angle de site (NED) de l'URA : l'indice URA_{NED0}, l'indice URA_{NED1} et l'indice URA_{NED2}, respectivement, pour le satellite émetteur.

La valeur de l'URA_{NED0} sera liée à l'indice URANED0 selon le tableau B-11.
La valeur de l'URA_{NED1}sera liée à l'indice URANED1 comme suit :

$$URA_{NED1} = \frac{1}{2^N}$$

où :

N = 14 + indice URA_{NED1}

La valeur de l'URA_{NED2} sera liée à l'indice URA_{NED2} comme suit :

$$URA_{NED2} = \frac{1}{2^N}$$

où :

N = 28 + indice URA_{NED2}

- L'*URA_{ED}, l'URA_{NED0}, l'URA_{NED1} et l'URA_{NED2} sont utilisées pour calculer l'URA à intégrité garantie (IAURA).*

Tableau B-10. Précision de distance pour l'usager dépendante de l'angle de site URA_{ED}

Indice URA_{ED}	*URA_{ED} (m)*
15	6 144,00 < URA_{ED} (prédiction de précision non disponible)
14	3 072,00 < URA_{ED} ≤ 6 144,00
13	1 536,00 < URA_{ED} ≤ 3 072,00
12	768,00 < URA_{ED} ≤ 1 536,00
11	384,00 < URA_{ED} ≤ 768,00
10	192,00 < URA_{ED} ≤ 384,00
9	96,00 < URA_{ED} ≤ 192,00
8	48,00 < URA_{ED} ≤ 96,00
7	24,00 < URA_{ED} ≤ 48,00
6	13,65 < URA_{ED} ≤ 24,00
Indice URA_{ED}	*URA_{ED} (m)*
5	9,65 < URA_{ED} ≤ 13,65
4	6,85 < URA_{ED} ≤ 9,65
3	4,85 < URA_{ED} ≤ 6,85

2	$3,40 < URA_{ED} \leq 4,85$
1	$2,40 < URA_{ED} \leq 3,40$
0	$1,70 < URA_{ED} \leq 2,40$
-1	$1,20 < URA_{ED} \leq 1,70$
-2	$0,85 < URA_{ED} \leq 1,20$
-3	$0,60 < URA_{ED} \leq 0,85$
-4	$0,43 < URA_{ED} \leq 0,60$
-5	$0,30 < URA_{ED} \leq 0,43$
-6	$0,21 < URA_{ED} \leq 0,30$
-7	$0,15 < URA_{ED} \leq 0,21$
-8	$0,11 < URA_{ED} \leq 0,15$
-9	$0,08 < URA_{ED} \leq 0,11$
-10	$0,06 < URA_{ED} \leq 0,08$
-11	$0,04 < URA_{ED} \leq 0,06$
-12	$0,03 < URA_{ED} \leq 0,04$
-13	$0,02 < URA_{ED} \leq 0,03$
-14	$0,01 < URA_{ED} \leq 0,02$
-15	$URA_{ED} \leq 0,01$
-16	Prédiction de précision non disponible

Tableau B-11. Précision de distance pour l'usager non dépendante de l'angle de site URA_{NED0}

Indice URA_{NED0}	URA_{NED0} (m)
15	6 144,00 < URA_{NED0} (prédiction de précision non disponible)
14	$3\,072,00 < URA_{NED0} \leq 6\,144,00$
13	$1\,536,00 < URA_{NED0} \leq 3\,072,00$
12	$768,00 < URA_{NED0} \leq 1\,536,00$
11	$384,00 < URA_{NED0} \leq 768,00$
10	$192,00 < URA_{NED0} \leq 384,00$
9	$96,00 < URA_{NED0} \leq 192,00$
Indice URA_{NED0}	URA_{NED0} (m)
8	$48,00 < URA_{NED0} \leq 96,00$
7	$24,00 < URA_{NED0} \leq 48,00$
6	$13,65 < URA_{NED0} \leq 24,00$
5	$9,65 < URA_{NED0} \leq 13,65$
4	$6,85 < URA_{NED0} \leq 9,65$
3	$4,85 < URA_{NED0} \leq 6,85$
2	$3,40 < URA_{NED0} \leq 4,85$
1	$2.40 < URA_{NED0} \leq 3,40$
0	$1,70 < URA_{NED0} \leq 2,40$
-1	$1,20 < URA_{NED0} \leq 1,70$
-2	$0,85 < URA_{NED0} \leq 1,20$
-3	$0,60 < URA_{NED0} \leq 0,85$

-4	$0,43 < URA_{NED0} \leq 0,60$
-5	$0,30 < URA_{NED0} \leq 0,43$
-6	$0,21 < URA_{NED0} \leq 0,30$
-7	$0,15 < URA_{NED0} \leq 0,21$
-8	$0,11 < URA_{NED0} \leq 0,15$
-9	$0,08 < URA_{NED0} \leq 0,11$
-10	$0,06 < URA_{NED0} \leq 0,08$
-11	$0,04 < URA_{NED0} \leq 0,06$
-12	$0,03 < URA_{NED0} \leq 0,04$
-13	$0,02 < URA_{NED0} \leq 0,03$
-14	$0,01 < URA_{NED0} \leq 0,02$
-15	$URA_{NED0} \leq 0,01$
-16	Prédiction de précision non disponible

3.1.1.2 DÉFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNÉES

- La présente section précise les relations entre les paramètres contenus dans les messages de données. Elle contient la définition des paramètres qui ne sont pas transmis ; ces paramètres sont toutefois utilisés par les éléments embarqués ou non embarqués et définissent des termes appliqués pour déterminer la solution de navigation et son intégrité.

3.1.1.2.1 *PROTOCOLES GPS POUR LES UTILISATEURS DE LA FRÉQUENCE UNIQUE L1*

3.1.1.2.1.1*Algorithme de parité*. Les algorithmes GPS de contrôle de parité sont définis au tableau B-12.

Tableau B-12. Algorithmes de génération des codes de parité

$D_1 = d_1 \oplus D^*_{30}$
$D_2 = d_2 \oplus D^*_{30}$
$D_3 = d_3 \oplus D^*_{30}$
• •
• •
• •
• •
$D24 = d24 \oplus D^*30$
$D_{25} = D^*_{29} \oplus d_1 \oplus d_2 \oplus d_3 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_{10} \oplus d_{11} \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{17} \oplus d_{18} \oplus d_{20} \oplus d_{23}$
$D_{26} = D^*_{30} \oplus d_2 \oplus d_3 \oplus d_4 \oplus d_6 \oplus d_7 \oplus d_{11} \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{18} \oplus d_{19} \oplus d_{21} \oplus d_{24}$
$D_{27} = D^*_{29} \oplus d_1 \oplus d_3 \oplus d_4 \oplus d_5 \oplus d_7 \oplus d_8 \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{19} \oplus d_{20} \oplus d_{22}$
$D_{28} = D^*_{30} \oplus d_2 \oplus d_4 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_8 \oplus d_9 \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{17} \oplus d_{20} \oplus d_{21} \oplus d_{23}$
$D_{29} = D^*_{30} \oplus d_1 \oplus d_3 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_7 \oplus d_9 \oplus d_{10} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{17} \oplus d_{18} \oplus d_{21} \oplus d_{22} \oplus d_{24}$
$D_{30} = D^*_{29} \oplus d_3 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_8 \oplus d_9 \oplus d_{10} \oplus d_{11} \oplus d_{13} \oplus d_{15} \oplus d_{19} \oplus d_{22} \oplus d_{23} \oplus d_{24}$

où :

D_1, D_2, D_3, ... D_{29}, D_{30} sont les bits transmis par le satellite ; D_{25}, ... D_{30} sont les bits de contrôle de parité ; d_1, d_2, ... d_{24} sont les bits des données source ;
$\oplus$ désigne l'opération « somme modulo 2 » ou « OU exclusif » ;
Le symbole (*) désigne les deux derniers bits du mot précédent de la sous-trame.

3.1.1.2.1.2*Paramètres de correction d'horloge du satellite*. Le temps système du GPS (t) est défini comme suit :

$$t = t_{SV} - (\Delta t_{SV})_{L1}$$

où :

t = temps du système GPS (corrigé pour tenir compte des changements de semaine) ;
tsv = Temps effectif de déphasage du code PRN du satellite à la transmission du message ;
$(\Delta t_{sv})_{L1}$ = déphasage du code PRN du satellite pour le signal L1 C/A ;

$(\Delta t_{sv})_{L1}$= $\Delta t_{sv} - T_{GD}$

où :

$\Delta tsv = a_{f0} + a_{f1}(t - t_{oc}) + a_{f2}(t - t_{oc})^2 + \Delta t_r$;

TGD est contenu dans la sous-trame 1 ;

a_{f0}, a_{f1}, a_{f2} et t_{oc}, sont contenus dans la sous-trame 1

Δt_r = correction relativiste (en secondes)

Δt_r = Fe A sin E_k

où :

(e, A) sont contenus dans les sous-trames 2 et 3

E_k est défini au tableau B-13

$$F = \frac{-2(\mu)^{1/2}}{c^2} = -4{,}442807633(10)^{-10}\,s/m^{1/2}$$

où :

μ= paramètre gravitationnel universel du WGS-84 (3,986005 × 10^{14} m^3/s^2)

c = vitesse de la lumière dans le vide (2,99792458 × 10^8 m/s)

— La valeur de t a pour but de tenir compte des changements de semaine. Si la quantité $t-t_{oc}$ est supérieure à 302 400 s, il faut soustraire 604 800 secondes de t. Si la quantité $t-t_{oc}$ est inférieure à −302 400 s, il faut ajouter 604 800 secondes à t.

3.1.1.2.1.3 *Position du satellite.* La position courante du satellite (X_k, Y_k, Z_k) est définie dans le tableau B-13.

3.1.1.2.1.4 *Correction du retard ionosphérique.* Le paramètre de correction du retard ionosphérique ($T_{iono,L1}$) est défini comme suit :

$$T_{iono,L1} = \begin{cases} F\times\left[5{,}0\times10^{-9} + AMP\left(1-\frac{x^2}{2}+\frac{x^4}{24}\right)\right], & |x| < 1{,}57 \\ F\times(5{,}0\times10^{-9}) + & |x| \geq 1{,}57 \end{cases} \text{ (secondes)}$$

$$AMP = \begin{cases} \sum_{n=0}^{3} \alpha_n \phi_m^n, & AMP \geq 0 \\ \text{si } AMP < 0, & AMP = 0 \end{cases} \text{ (secondes)}$$

$$x = \frac{2\pi(t\text{-}50\,400)}{PER}, \text{ (radians)}$$

$$PER = \begin{cases} \sum_{n=0}^{3} \beta_n \phi_m^n & PER \geq 72\,000 \\ \text{si } PER < 72\,000, & PER = 72\,000 \end{cases} \text{ (secondes)}$$

$F = 1{,}0 + 16{,}0[0{,}53 - E]^3$

α_n et β_n sont les mots d'information transmis par le satellite (n = 0, 1, 2 ou 3)

$\phi_m = \phi_i + 0{,}064 \cos(\lambda_i - 1{,}617)$ (demi-cercles)

$\lambda_i = \lambda_u + \frac{\psi \sin A}{\cos\phi_i}$ (demi-cercles)

$$\bar{\phi}_i = \phi_u + \psi \cos A \text{ (demi-cercles)}$$

$$\phi_i = \begin{cases} \phi_i = \bar{\phi}_i \text{ si } |\bar{\phi}_i| \leq 0{,}416 \\ \phi_i = +0{,}416 \text{ si } \bar{\phi}_i > 0{,}416, \\ \phi_i = -0{,}416 \text{ si } \bar{\phi}_i < -0{,}416 \end{cases} \text{(demi-cercles)}$$

$$\psi = \frac{0{,}0137}{E+0{,}11} - 0{,}022 \text{ (demi-cercles)}$$

t = $4{,}32 \times 10^4 \lambda_i$ + temps GPS (secondes) où : $0 \leq t < 86\,400$,
donc : si $t \geq 86\,400$ secondes, soustraire 86 400 secondes ;
si $t < 0$ secondes, ajouter 86 400 secondes.

E = angle de site du satellite

3.1.1.2.1.4.1 Voici les termes permettant de calculer le retard ionosphérique :

a) Termes transmis par le satellite

α_n = coefficients de l'équation du troisième degré donnant la composante verticale du retard (4 coefficients = 8 bits chacun) tirés de la page 18 de la sous-trame 4.
β_n = coefficients de l'équation du troisième degré donnant la période du modèle (4 coefficients = 8 bits chacun) tirés de la page 18 de la sous-trame 4.

b) Termes générés par le récepteur

E = angle de site entre l'usager et le satellite (en demi-cercles)
A = angle d'azimut entre l'usager et le satellite, mesuré dans le sens des aiguilles d'une montre à partir du nord vrai (en demi-cercles)
ϕ_u = latitude géodésique de l'usager (en demi-cercles) selon le WGS-84
λ_u = longitude géodésique de l'usager (en demi-cercles) selon le WGS-84
Temps GPS = temps système calculé par le récepteur

c) Termes calculés

x = phase (radians)
F = facteur d'obliquité (sans dimension)
t = heure locale (en secondes)
ϕ_m = latitude géomagnétique de la projection à la surface de la Terre du point d'intersection ionosphérique (pour une hauteur ionosphérique moyenne de 350 km) (en demi-cercles)
λ_i = longitude géomagnétique de la projection à la surface de la Terre du point d'intersection ionosphérique (en demi-cercles)
ϕ_i = latitude géomagnétique de la projection à la surface de la Terre du point d'intersection ionosphérique (en demi-cercles)
ψ = angle au centre de la Terre entre la position de l'usager et la projection à la surface de la Terre du point d'intersection ionosphérique (en demi-cercles)

Tableau B-13. Éléments des systèmes de coordonnées

$A = (\sqrt{A})^2$	Demi-grand axe
$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{A^3}}$	Déplacement moyen calculé
$t_k = t - t_{oe}$	Temps écoulé depuis l'impulsion de référence des éphémérides*
$n = n_0 + \Delta n$	Déplacement moyen corrigé
$M_k = M_0 + nt_k$	Anomalie moyenne
$M_k = E_k - e \sin E_k$	Formule de Kepler donnant l'anomalie excentrique (peut être résolue par itération)
$v_k = tg^{-1}\left\{\frac{\sin v_k}{\cos v_k}\right\} = tg^{-1}\left\{\frac{\sqrt{1-e^2}\sin E_k/(1-e\cos E_k)}{(\cos E_k - e)/(1-e\cos E_k)}\right\}$	Anomalie réelle
$E_k = \cos^{-1}\left\{\frac{e+\cos v_k}{1+e\cos v_k}\right\}$	Anomalie excentrique
$\phi_k = v_k + \omega$	Latitude
	Perturbations de deuxième harmonique
$\delta u_k = C_{us}\sin 2\phi_k + C_{uc}\cos 2\phi_k$	Correction en latitude
$\delta r_k = C_{rc}\sin 2\phi_k + C_{rs}\sin 2\phi_k$	Correction en rayon
$\delta i_k = C_{ic}\cos 2\phi_k + C_{is}\sin 2\phi_k$	Correction d'inclinaison
$u_k = \phi_k + \delta u_k$	Latitude corrigée
$r_k = A(1 - e\cos E_k) + \delta r_k$	Rayon corrigé
$i_k = i_0 + \delta i_k + (iDOT)t_k$	Inclinaison corrigée
$x'_k = r_k\cos u_k$ $y'_k = r_k\sin u_k$	Positions dans le plan orbital
$\Omega_k = \Omega_0 + (\dot{\Omega}-\Omega_e)t_k - \dot{\Omega}_e t_{oe}$	Longitude corrigée du nœud ascendant
$x_k = x'_k\cos\Omega_k - y'_k\cos i_k\sin\Omega_k$ $y_k = x'_k\sin\Omega_k - y'_k\cos i_k\cos\Omega_k$ $z_k = y'_k\sin i_k$	Coordonnées géocentriques à axes fixes

* t est le temps système GPS au moment de l'émission, corrigé pour le temps de propagation (distance/vitesse de la lumière). De plus, t_k est l'écart total entre le temps t et l'instant de l'impulsion t_{oe}, avec prise en compte des changements de semaine (si t_k est supérieur à 302 400 secondes, lui soustraire 604 800 secondes ; si t_k est inférieur à –302 400 secondes, lui ajouter 604 800 secondes).

3.1.1.2.2 *PROTOCOLES GPS POUR LES UTILISATEURS DE LA FRÉQUENCE UNIQUE (L5) ET DE LA DOUBLE FRÉQUENCE (L1/L5)*

3.1.1.2.2.1 *Algorithme de parité.* Le CRC appliqué à la CNAV sera calculé vers l'aval en utilisant 0 comme valeur initiale. La séquence de 24 bits (p1, p2,..., p24) sera générée à partir de la séquence de bits d'information (m1, m2,..., m276) en utilisant le polynôme générateur suivant :

$$g(X) = \sum_{i=0}^{24} g_i X^i$$

où g_i = 1 pour 0, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 17, 18, 23, 24, et 0 : dans les autres cas.

- Voir l'IS-GPS-705F pour plus de détails sur l'algorithme de parité pour la CNAV.

3.1.1.2.2.2 *Correction d'horloge du satellite.* Le temps système GPS t sera calculé comme suit :
$t = t_{sv} - \Delta t_{sv}$

où Δt_{sv} est calculé au moyen des équations définies au § 3.1.1.2.1.2 et des paramètres tirés des types de messages CNAV 10 et 11 (pour la correction relativiste) et 30 à 37.

- Des conditionssupplémentaires s'appliquent à la correction d'horloge du satellite pour les utilisateurs de la fréquence unique L5. Le § 3.1.1.2.2.5 montre le déphasage du code PRN du satellite pour les utilisateurs des monofréquences L5 I5 et L5 Q5, et $t = t_{sv} - (\Delta t_{sv})_{L5I5}$ *ou* $t = t_{sv} - (\Delta t_{sv})_{L5Q5}$..

3.1.1.2.2.3 *Position du satellite.* La position courante du satellite (X_k, Y_k, Z_k) sera calculée comme indiqué dans le tableau B-14.

- *Les paramètres d'éphémérides* t_{oe}, ΔA, $\dot{A}$, Δn_0, $\Delta \dot{n}_0$, $M_{0\text{-}n}$, e_n, ω_n, $\Omega_{0\text{-}n}$, $\Delta\dot{\Omega}$, $i_{0\text{-}n}$, $\dot{i}_{0\text{-}n}$, $C_{is\text{-}n}$, $C_{ic\text{-}n}$, $C_{rs\text{-}n}$, $C_{rc\text{-}n}$, $C_{us\text{-}n}$, *et* $C_{uc\text{-}n}$, *sont fournis dans les messages CNAV de types 10 et 11.*

3.1.1.2.2.4 *Précision de distance pour l'usager à intégrité garantie (IAURA)*

3.1.1.2.2.4.1 *IAURA composite.* La valeur composite de l'IAURA sera la résultante quadratique (RSS) d'une composante dépendante de l'angle de site (ED) et d'unecomposante non dépendante de l'angle de site (NED).

$$IAURA = \sqrt{(IAURA_{ED}\ ajustée)^2 + IAURA_{NED}^2}$$

3.1.1.2.2.4.2 *Estimation de la précision dépendante de l'angle de site (ED).* Une valeur de l'IAURA ajustée en fonction de l'ED (en mètres) sera calculée à partir de la limite supérieure de l'URA_{ED} obtenue à partir du message de type 10, tableau B-10, et de l'équation :

$$IAURA_{ED}\ ajustée = URA_{ED}\ (sin(E+90))$$

où

E est l'angle de site du satellite en degrés (E ≥ 0)

3.1.1.2.2.4.3 *Estimation de la précision non dépendante de l'angle de site (NED).* La valeur de l'IAURA non dépendante de l'angle de site (en mètres) sera calculée en utilisant la limite supérieure de l'URA_{NED0} et l'équation :

$$IAURA_{NED} = URA_{NED0} + URA_{NED1}\times(t - t_{op} + 604\ 800\times(WN - WN_{op})$$

quand $t - t_{op} + 604\ 800\times(WN - WN_{op}) \leq 93\ 600$ secondes

et

$$IAURA_{NED} = URA_{NED0} + URA_{NED1}\times(t - t_{op} + 604\ 800\times(WN - WN_{op}) + URA_{NED2}\times(t - t_{op} + 604\ 800\bullet(WN - WN_{op}) - 93\ 600)^2$$

quand $t - t_{op} + 604\ 800\times(WN - WN_{op}) > 93\ 600$ secondes

où

t = temps du système GPS

WN, WN_{op}, t_{op}, URA_{NED0}, URA_{NED1}, URA_{NED2} sont obtenus à partir des messages de types 10, 30 à 37, et du tableau B-11.

3.1.1.2.2.5 *Temps de propagation de groupe différentiel estimé pour les utilisateurs de la fréquence unique L5.*

- *Les biais entre signaux pour les utilisateurs de la double fréquence L1/L5 sont corrigés en tenant compte de la pseudodistance sans le retard ionosphérique décrite au § 3.1.1.2.2.7.*

3.1.1.2.2.5.1 Pour l'utilisateur de la fréquence unique L5 I5, le temps d'horloge du satellite, corrigé pour tenir compte du biais entre signaux L1/L5, sera calculé comme suit :

$$(\Delta t_{SV})_{L5I5} = \Delta t_{SV} - T_{GD} + ISC_{L5I5}$$

3.1.1.2.2.5.2 Pour l'utilisateur de la fréquence unique L5 Q5, le temps d'horloge du satellite, corrigé pour tenir compte du biais entre signaux L1/L5, sera calculé comme suit :

$$(\Delta t_{SV})_{L5Q5} = \Delta t_{SV} - T_{GD} + ISC_{L5Q5}$$

- T_{GD}, ISC_{L5I5} *et* ISC_{L5Q5} *sont fournis dans le message CNAV de type 30.*

3.1.1.2.2.6 *Correction des effets ionosphériques.* Pour L5, la correction des effets ionosphériques de la fréquence unique définie au § 3.1.1.2.1.4 sera multipliée par γ_{15}, ($T_{iono,L5} = \gamma_{15} T_{iono,L1}$), où$\gamma_{15} = (f_{L1}/f_{L5})^2 = (1\ 575{,}42/1\ 176{,}45)^2 = (154/115)^2$.

3.1.1.2.2.7 *Correction des effets ionosphériques pour les usagers de la double fréquence L1/L5.*

3.1.1.2.2.7.1 La pseudodistance sans le retard ionosphérique pour l'usager de la double fréquence (L1 C/A et L5 I5) sera calculée comme suit :

$$PR = \frac{\left(PR_{L5I5} - \gamma_{15} PR_{L1C/A}\right) + c\left(ISC_{L5I5} - \gamma_{15} ISC_{L1C/A}\right)}{1 - \gamma_{15}} - cT_{GD}$$

où

PR = pseudodistance corrigée pour tenir compte des effets ionosphériques,
PRi = pseudodistance mesurée sur le canal indiqué par l'indice,
ISCi = correction entre signaux pour le canal indiqué par l'indice, fournie dans le message CNAV de type 30,
TGD = correction entre signaux L1 P(Y) et L2 P(Y), fournie dans le message CNAV de type 30,
c = vitesse de la lumière, et
γ_{15} = $(f_{L1}/f_{L5})^2 = (1\ 575{,}42/1\ 176{,}45)^2 = (154/115)^2$.

Tableau B-14. Éléments des systèmes de coordonnées pour les données CNAV sur L5

$t_k = t - t_{oe}$	Temps à partir de l'époque de référence de l'éphéméride*
$A_0 = A_{REF} + \Delta A$	Demi grand axe au temps de référence**
$A_k = A_0 + \dot{A} t_k$	Demi grand axe
$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{A_0^3}}$	Mouvement moyen calculé
$\Delta n_A = \Delta n_0 + \frac{1}{2}\Delta \dot{n}_0 t_k$	Différence entre le mouvement moyen et la valeur calculée
$n_A = n_0 + \Delta n_A$	Mouvement moyen corrigé
$M_k = M_0 + n_A t_k$	Anomalie moyenne
$M_k = E_k - e_n \sin E_k$	Équation de Kepler pour l'anomalie excentrique (peut être résolue par itération)
$v_k = \tan^{-1}\left\{\frac{\sin v_k}{\cos v_k}\right\} = \tan^{-1}\left\{\frac{\sqrt{1-e^2}\sin E_k/(1 - e\cos E_k)}{(\cos E_k - e)/(1 - e\cos E_k)}\right\}$	Anomalie vraie
$E_k = \cos^{-1}\left\{\frac{e + \cos v_k}{1 + e\cos v_k}\right\}$	Anomalie excentrique
$\phi_k = v_k + \omega$	Argument de latitude
	Perturbations de la deuxième harmonique
$\delta u_k = C_{us\text{-}n}\sin 2\phi_k + C_{uc\text{-}n}\cos 2\phi_k$	Argument de correction de la latitude
$\delta r_k = C_{rc\text{-}n}\sin 2\phi_k + C_{rs\text{-}n}\sin 2\phi_k$	Correction du rayon
$\delta i_k = C_{is\text{-}n}\sin 2\phi_k + C_{ic\text{-}n}\cos 2\phi_k$	Correction de l'inclinaison
$u_k = \phi_k + \delta u_k$	Argument de latitude corrigé
$r_k = A_k(1 - e_n\cos E_k) + \delta r_k$	Rayon corrigé
$i_k = i_0 + \dot{i}_{0-n} t_k + \delta i_k$	Inclinaison corrigée
$x'_k = r_k\cos u_k$ $y'_k = r_k\sin u_k$	Positions dans le plan orbital
$\dot{\Omega} = \dot{\Omega}_{REF} + \Delta\dot{\Omega}$	Angle d'ascension droite***
$\Omega_k = \Omega_{0-n} + (\dot{\Omega} - \dot{\Omega}_e)t_k - \dot{\Omega}_e t_{oe}$	Longitude corrigée du nœud ascendant
$x_k = x'_k\cos\Omega_k - y'_k\cos i_k\sin\Omega_k$ $y_k = x'_k\sin\Omega_k - y'_k\cos i_k\cos\Omega_k$ $z_k = y'_k\sin i_k$	Coordonnées géocentriques à axes fixes

* t est le temps du système GPS à l'émission, c'est-à-dire le temps GPS corrigé pour tenir compte du temps de transit (distance/vitesse de la lumière). En outre, t_k est la différence de temps totale réelle entre le temps t et le temps d'époque t_{oe} et doit tenir compte des changements de semaine. Autrement dit, si t_k est supérieur à 302 400 secondes, il faut soustraire 604 800 secondes de t_k. Si tk est inférieur à -302 400 secondes, il faut ajouter 604 800 secondes à t_k.
** A_{REF} = 26 559 710 mètres
*** $(\Omega_{REF}) = -2{,}6 \times 10^{-9}$ demi-cercles/seconde

3.1.1.2.2.7.2 La pseudodistance sans le retard ionosphérique pour l'usager de la double fréquence (L1 C/A et L5 Q5) sera calculée comme suit :

$$PR = \frac{\left(PR_{L5Q5} - \gamma_{15} PR_{L1C/A}\right) + c\left(ISC_{L5Q5} - \gamma_{15} ISC_{L1C/A}\right)}{1 - \gamma_{15}} - cT_{GD}$$

où

PR, PRi, ISCi, TGD, c et γ_{15} sont tels que définis ci-dessus.

3.1.1.3 ÉLÉMENTS D'AÉRONEF

3.1.1.3.1 *RÉCEPTEUR GPS*

3.1.1.3.1.1 *Réservé.*

3.1.1.3.1.2 *Poursuite du satellite.* Le récepteur offrira la possibilité de poursuivre en permanence au moins quatre satellites et de calculer une position à l'aide des mesures fournies par ces derniers.

3.1.1.3.1.3 *Décalage Doppler.* Le récepteur sera en mesure de compenser les effets dynamiques du décalage Doppler sur la phase de la porteuse SPS et le code C/A. Le décalage à compenser est celui qui est propre à l'application envisagée.

3.1.1.3.1.4 *Protection contre le brouillage.* Le récepteur répondra aux exigences du chapitre 3, § 3.7, relatives à la protection contre le brouillage.

3.1.1.3.1.5 *Application des données d'horloge et des éphémérides.* Le récepteur s'assurera qu'il utilise les bonnes éphémérides et données d'horloge avant de fournir quelque position que ce soit. Pour les données LNAV, Il surveillera les termes IODC (identification des données d'horloge) et IODE (identification des éphémérides) afin d'en déceler les éventuelles modifications et de mettre à jour, au besoin, les données correspondantes. Pour les données CNAV, le récepteur surveillera les valeurs toe, toc et top et actualisera les données d'horloge et des éphémérides en fonction de tout changement détecté dans l'une de ces valeurs.

3.1.1.4 TEMPS

Le temps GPS sera ramené au temps UTC de l'U.S. Naval Observatory (USNO), et plus précisément au temps origine suivant : minuit dans la nuit du 5 au 6 janvier 1980. L'unité de temps GPS la plus grande sera la semaine, équivalant à 604 800 secondes. L'échelle de temps GPS sera maintenue à moins d'une microseconde du temps UTC (modulo une seconde) après correction découlant du nombre entier de secondes intercalaires. Le signal de navigation contiendra les données permettant de faire correspondre le temps GPS avec le temps UTC.

3.1.2 Canal de précision standard (L1/L3) du système mondial de satellite de navigation (GLONASS)

- Dans la présente section, le terme GLONASS désigne tous les satellites de la constellation. Les normes qui ne s'appliquent qu'aux satellites GLONASS-M sont clairement indiquées.

3.1.2.1 ÉLÉMENTS NON EMBARQUÉS

3.1.2.1.1 *CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES DES SIGNAUX L1OF (SERVICE OUVERT AMRF L1)*

- D'autres renseignements concernant les caractéristiques radioélectriques des signaux L1OF figurent dans le document GLONASS Navigational Radiosignal in bands L1, L2 Interface Control Document, *édition 5.1, 2008 (désigné ciaprès « GLONASS FDMA ICD »).*

3.1.2.1.1.1 *Fréquences porteuses.* La valeur nominale des fréquences porteuses L1 sera déduite des expressions ci-dessous :

$$f_{k1} = f_{01} + k\Delta f_1$$

où :

k = –7, …, 0, 1, …, 6. Numéros des porteuses (canaux de fréquences) des signaux transmis par les satellites GLONASS dans la sous-bande L1.

f_{01} = 1 602 MHz
Δf_1 = 0,5625 MHz

Les fréquences porteuses seront dérivées de manière cohérente à partir d'un étalon de temps ou de fréquence embarqué. La valeur nominale de la fréquence observée au sol sera de 5,0 MHz. La fréquence porteuse d'un satellite GLONASS donné se situera à l'intérieur de $\pm 2 \times 10^{-11}$ par rapport à sa valeur nominale f_k.

1.- Le tableau B-15 indique la valeur nominale des fréquences porteuses pour les numéros de porteuse k.
2.- Dans le cas des satellites GLONASS-M, les signaux de navigation du canal de précision standard (CSA) L2 seront émis dans la bande de fréquences 1 242,9375 − 1 251,6875 MHz ± 0,511 MHz, conformément aux expressions ci-dessous :

$$f_{k2} = f_{02} + k\Delta f_2,$$

$$f_{02} = 1\ 246\ \text{MHz} ; \Delta f_2 = 0{,}4375\ \text{MHz}$$

Quel que soit k, le rapport des fréquences porteuses L1 et L2 aura pour valeur :

$$\frac{f_{k2}}{f_{k1}} = \frac{7}{9}$$

3.1.2.1.1.2 *Bruit de phase de la porteuse*. La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée sera telle que toute boucle à verrouillage de phase dont la largeur de bande passante de bruit est de 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision d'au moins 0,1 radian (1 sigma).

3.1.2.1.1.3 *Génération du code pseudo-aléatoire du GLONASS*. Le code pseudo-aléatoire de mesure de distance sera une séquence de 511 bits échantillonnée à la sortie du 7e étage d'un registre à décalage de neuf étages. Le vecteur d'initialisation de cette séquence sera « 111111111 ». Le polynôme générateur mis en œuvre par le registre à décalage sera le suivant :

$$G(x) = 1 + x^5 + x^9$$

Tableau B-15. Fréquences porteuses L1

Numéro de porteuse	H^A_n *(voir le § 3.2.1.3.4)*	*Valeur nominale de la fréquence dans la sous-bande L1 (MHz)*
6	6	1 605,3750
5	5	1 604,8125
4	4	1 604,2500
3	3	1 603,6875
2	2	1 603,1250
1	1	1 602,5625
0	0	1 602,0000
−1	31	1 601,4375
−2	30	1 600,8750
−3	29	1 600,3125
−4	28	1 599,7500
−5	27	1 599,1875
−6	26	1 598,6250
−7	25	1 598,0625

3.1.2.1.1.4 *Rayonnement non essentiel*. La puissance du signal RF transmis à l'extérieur de la bande attribuée au GLONASS ne dépassera pas −40 dB par rapport à la puissance de la porteuse non modulée.

1.- Les satellites GLONASS mis en orbite entre 1998 et 2005 et au-delà utilisent des filtres qui limiteront les émissions hors bande au seuil de brouillage préjudiciable défini dans la Recommandation UIT-R RA.769 relative à la bande de fréquences 1 660 − 1 670 MHz.

2.- Les satellites GLONASS mis en orbite après 2005 utilisent des filtres qui limiteront les émissions hors bande au seuil de brouillage préjudiciable défini dans la Recommandation UIT-R RA.769 relative aux bandes de fréquences 1 610,6 − 1 613,8 MHz et 1 660 − 1 670 MHz.

3.1.2.1.1.5 *Perte de corrélation*. La perte de puissance du signal récupéré due aux imperfections de la modulation et à la distorsion ne dépassera pas 0,8 dB.

- La perte de puissance du signal est l'écart entre la puissance émise dans une largeur de bande de 1,022 MHz et la puissance du signal récupérée par un récepteur sans bruit ni pertes, et présentant une largeur de corrélation de 1 chip et une bande passante de 1,022 MHz.

3.1.2.1.2 *STRUCTURE DES DONNÉES DES SIGNAUX L1OF (SERVICE OUVERT AMRF L1)*

- D'autres renseignements concernant la structure des données figurent dans le document GLONASS FDMA ICD.

3.1.2.1.2.1 *Généralités.* Le message de navigation sera transmis sous la forme d'une séquence de données numériques en code de Hamming et transformées en code relatif. Sa structure consistera en supertrames se répétant continuellement et formée de trames elles-mêmes composées de chaînes. Les frontières des chaînes, des trames et des supertrames des messages de navigation provenant des différents satellites GLONASS seront synchronisées à 2 ms près.

3.1.2.1.2.2 *Structure de la supertrame*. La supertrame aura une durée de 2,5 min et se composera de 5 trames. Des données non immédiates (l'almanach des 24 satellites GLONASS) seront transmises dans chaque supertrame.

- La figure B-7 précise la structure des supertrames, avec indication des numéros de trame et de chaîne.

3.1.2.1.2.3 S*tructure des trames*. Chaque trame aura une durée de 30 secondes et se composera de 15 chaînes. Elle contiendra toutes les données immédiates (paramètres d'éphémérides et de temps) d'un satellite particulier, ainsi qu'une partie des données non immédiates (almanach). Les trames 1 à 4 contiendront les almanachs relatifs aux 20 premiers satellites (à raison de 5 satellites par trame), et la trame 5 fournira le reste pour les quatre autres satellites. L'almanach d'un satellite donné occupera deux chaînes.

- Les figures B-8 et B-9 montrent la structure des trames.

3.1.2.1.2.4 *Structure des chaînes*. Chaque chaîne aura une durée de 2 s et contiendra les éléments binaires correspondant aux données et au repère de temps, lequel sera transmis au cours de la dernière tranche de 0,3 s. Le repère de temps (une séquence pseudo-aléatoire abrégée) consistera en 30 éléments de 10 ms chacun se succédant comme suit :

1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 0

Au début de la chaîne, soit pendant 1,7 s, 85 bits de données de 20 ms chacun seront transmis en format bibinaire. Leurs numéros iront croissant de droite à gauche. Aux bits d'information proprement dits (positions 9 à 84) s'ajouteront les bits de contrôle du code de Hamming (KX), qui occuperont les positions 1 à 8. La longueur du code de Hamming sera de 4. Les données d'une chaîne particulière seront séparées de celles de la chaîne adjacente à l'aide du repère de temps MB. Les mots de données seront enregistrés en commençant par le bit de poids fort. Le bit 85 de chaque chaîne, toujours au repos (à 0), sera transmis le premier.

3.1.2.1.2.4.1 *Chaînes 1 à 4.* Les informations contenues dans les chaînes 1 à 4 de chaque trame se rapporteront au satellite qui les transmet. Elles seront identiques dans toutes les chaînes d'une même supertrame.

3.1.2.1.2.4.2 *Chaînes 5 à 15*. Les chaînes 5 à 15 de chaque trame contiendront l'almanach GLONASS de quatre ou cinq satellites. Les informations contenues dans la 5e chaîne seront répétées d'une trame à l'autre de la supertrame.

- La structure des chaînes est décrite à la figure B-10.

3.1.2.1.3 *TENEUR DES DONNÉES TRANSMISES DES SIGNAUX LIOF (SERVICE OUVERT AMRF LI)*

- D'autres renseignements concernant la teneur des données figurent dans le document GLONASS FDMA ICD.

3.1.2.1.3.1 *Paramètres d'éphémérides et de temps.* Les paramètres d'éphémérides et de temps se présenteront comme suit :

M = numéro de la chaîne à l'intérieur de la trame ;

t_k = temps écoulé pendant la journée considérée jusqu'au début de la trame. Ce paramètre est calculé par rapport à l'échelle de temps du satellite. Le nombre entier d'heures écoulées depuis le début du jour courant est donné par les 5 bits de poids fort. Les 6 bits suivants indiquent le nombre entier de minutes écoulées depuis le début de l'heure courante. Le nombre d'intervalles de 30 secondes écoulés depuis le début de la minute courante est donné par le bit de poids faible. Le début du jour (pris par rapport à l'échelle de temps du satellite) coïncide avec le début de la supertrame ;

t_b = intervalle de temps écoulé pendant la journée considérée, en temps UTC-SU + 03 heures 00 min. Les données opérationnelles transmises par la trame sont rapportées au milieu de l'intervalle de temps t_b. La durée de l'intervalle de temps (donc la valeur maximale de t_b) dépend de l'indicateur P1 ;

$\gamma_n(t_b)$ = écart relatif entre la valeur prévue de la fréquence porteuse du satellite n et sa valeur réelle à l'instant t_b :

$$\gamma_n(t_b)=\frac{f_n(t_b)-f_{Hn}}{f_{Hn}}$$

où :

$f_n(t_b)$ = fréquence prévue d'horloge du satellite n à l'instant t_b ;

f_{Hn} = valeur nominale de la fréquence d'horloge du satellite n ;

$\tau_n(t_b)$ = terme correctif de l'heure du satellite n(t_n) par rapport à l'heure GLONASS (t_c), à l'instant t_b, soit : t_b, i.e. $\tau_n(t_b) = t_c(t_b) - t_n(t_b)$;

$x_n(t_b), y_n(t_b), z_n(t_b)$ = coordonnées PZ-90 du satellite n à l'instant t_b ;

$\dot{x}_n(t_b), \dot{y}_n(t_b), \dot{z}_n(t_b)$ = composantes du vecteur vitesse du satellite n, en coordonnées PZ-90 et à l'instant t_b ;

$\ddot{x}_n(t_b), \ddot{y}_n(t_b), \ddot{z}_n(t_b)$ = composantes de l'accélération du satellite n due à l'interaction lunisolaire, en coordonnées PZ-90 et à l'instant t_b ;

E_n = « âge » des données immédiates du satellite n, soit le temps écoulé entre l'instant du calcul (au téléchargement) et l'instant t_b ;

B_n = indicateur d'état (une valeur supérieure à 3 indique un dysfonctionnement du satellite) ;

P1 = indicateur donnant l'intervalle de temps en minutes entre la valeur actuelle de t_b et sa valeur précédente, selon le code suivant :

-

P1	Intervalle de temps entre les valeurs successives de t_b (en minutes)
0	0
1	30
10	45
11	60

P2 = indicateur précisant si t_b est pair ou impair. La valeur 1 correspond à un intervalle de transmission de données égal à 30 minutes (t_b = 1, 3, 5, …), et la valeur 0, à un intervalle de 60 minutes (t_b = 2, 6, 10, …) ;

P3 = indicateur donnant le nombre de satellites pour lesquels un almanach est transmis à l'intérieur d'une trame particulière. La valeur 1 signifie « 5 satellites » et la valeur 0, « 4 satellites » ;

$\Delta\tau_n$ = différence temporelle entre les signaux de navigation transmis par le satellite considéré dans les sous-bandes L2 et L1 :

$$\Delta\tau_n = t_{f2} - t_{f1}$$

où t_{f1}, t_{f2} sont les retards introduits par l'équipement pour les sous-bandes L1 et L2 respectivement, exprimés en unités de temps.

3.1.2.1.3.2 *Paramètres d'éphémérides et de temps*. Les paramètres d'éphémérides et de temps sont décrits au tableau B-16. Dans les mots pouvant recevoir une valeur positive ou négative, le bit de poids fort jouera le rôle de bit de signe (0 = signe +, 1 = signe −).

3.1.2.1.3.3 *Séquencement des paramètres d'éphémérides et de temps*. Les paramètres d'éphémérides et de temps seront ordonnés à l'intérieur de la trame conformément au tableau B-17.

Tableau B-16. Paramètres d'éphémérides et de temps

Paramètre	*Nombre de bits*	*Facteur d'échelle (LSB)*	*Plage effective*	*Unités*
m	4	1		(sans dimension)
	5	1	0 à 23	heures (h)
t_k	6	1	0 à 59	minutes (min)
	1	30	0 ou 30	secondes (s)
t_b	7	15	15...1 425	min
$\gamma_n(t_b)$	11	2^{-40}	$\pm2^{-30}$	(sans dimension)
$\tau_n(t_b)$	22	2^{-30}	$\pm2^{-9}$	s
$x_n(t_b)$, $y_n(t_b)$, $z_n(t_b)$	27	2^{-11}	$\pm2{,}7 \times 10^4$	kilomètres (km)
$\dot{x}_n(t_b)$, $\dot{y}_n(t_b)$, $\dot{z}_n(t_b)$	24	2^{-20}	±4,3	km/s
$\ddot{x}_n(t_b)$, $\ddot{y}_n(t_b)$, $\ddot{z}_n(t_b)$	5	2^{-30}	$\pm6{,}2 \times 10^{-9}$	km/s^2
E_n	5	1	0 à 31	jours
B_n	3	1	0 à 7	(sans dimension)
P1	2	———	voir le § 3.1.2.1.3.1	———
P2	1	1	0 ; 1	(sans dimension)
P3	1	1	0 ; 1	(sans dimension)
$\Delta\tau_n$	5	2^{-30}	$\pm13{,}97 \times 10^{-9}$	s

Tableau B-17. Séquencement des paramètres d'éphémérides et de temps à l'intérieur de la trame

Paramètre	*Nombre de bits*	*Numérode la chaîne dans la trame*	*Numéro du bit dans la trame*
m	4	1…15	81 – 84
t_k	12	1	65 – 76
t_b	7	2	70 – 76
$\gamma_n(t_b)$	11	3	69 – 79
$\tau_n(t_b)$	22	4	59 – 80
$x_n(t_b)$	27	1	9 – 35
$y_n(t_b)$	27	2	9 – 35

$z_n(t_b)$	27	3	9 – 35
$\dot{x}_n(t_b)$	24	1	41 – 64
$\dot{y}_n(t_b)$	24	2	41 – 64
$\dot{z}_n(t_b)$	24	3	41 – 64
$\ddot{x}_n(t_b)$	5	1	36 – 40
$\ddot{y}_n(t_b)$	5	2	36 – 40
$\ddot{z}_n(t_b)$	5	3	36 – 40
E_n	5	4	49 – 53
B_n	3	2	78 – 80
P1	2	1	77 – 78
P2	1	2	77
P3	1	3	80
$\Delta\tau_n$	5	4	54 – 58

3.1.2.1.3.4 *Paramètres d'almanach.* Les paramètres d'almanach seront les suivants :

A = indice montrant la relation de ce paramètre avec l'almanach ;

M^A_n = indice de la modification du satellite n^A ; 00 indique un satellite GLONASS, 01 un satellite GLONASS-M ;

τ_c = terme de conversion du temps GLONASS en temps UTC-SU. Le terme τ_c est fourni à l'instant du jour N^A ;

N^A = numéro de jour civil à l'intérieur de la période de quatre ans commençant par une année bissextile. Le terme τ_c et les autres données d'almanach (almanach des orbites et almanach des phases) dépendent de ce numéro de jour ;

n^A = numéro de la position occupée par le satellite n dans le plan orbital ;

H^A_n = numéro de canal de la fréquence porteuse du satellite n^A (voir tableau B-15) ;

λ^A_n = longitude du premier nœud ascendant (au cours du jour N^A) de l'orbite du satellite n^A, en coordonnées PZ-90 ;

$t_\lambda{}^A_n$ = heure de passage au premier nœud ascendant du satellite n^A, au jour numéro N^A ;

Δi^A_n = terme de correction de la valeur moyenne de l'inclinaison du satellite n^A à l'instant $t_\lambda{}^A_n$ (la valeur moyenne de l'inclinaison est de 63 degrés) ;

ΔT^A_n = terme de correction de la valeur moyenne de la période draconique du satellite n^A à l'instant $t_\lambda{}^A_n$ (la valeur moyenne de la période draconique T est de 43 200 s) ;

$\Delta\dot{T}^A_n$ = fréquence de variation de la période draconique du satellite n^A ;

ε^A_n = excentricité du satellite n^A à l'instant $t_\lambda{}^A_n$;

ω^A_n = périgée du satellite n^A à l'instant $t_\lambda{}^A_n$;

τ^A_n = valeur approximative du terme de conversion de l'heure du satellite n^A à l'heure GLONASS, à l'instant $t_\lambda{}^A_n$;

C^A_n = indicateur d'état général de fonctionnement du satellite n^A au moment du téléchargement de l'almanach des orbites et de celui des phases. Quand C_n est à 0, c'est que le satellite n'est pas opérationnel ; la valeur 1 indique que le satellite fonctionne normalement.

3.1.2.1.3.5 *Répartition et codage des paramètres d'almanach.* L'almanach GLONASS transmis par la super-trame sera décomposé conformément au tableau B-21. Les valeurs numériques des paramètres d'almanach seront positives ou négatives. Le bit de signe sera le bit de poids fort (0 = signe +, 1 = signe −). Les paramètres d'almanach seront codés conformément au tableau B-18.

3.1.2.1.3.6 *Séquencement des paramètres d'almanach.* Les mots contenant les données d'almanach seront ordonnés conformément au tableau B-19.

3.1.2.1.4 *TENEUR ET STRUCTURE DES DONNÉES SUPPLÉMENTAIRES TRANSMISES PAR LES SATELLITES GLONASS-M DANS LES SIGNAUX L1OF (SERVICE OUVERT AMRF L1)*

- D'autres renseignements concernant la teneur et la structure des données figurent dans le document GLONASS FDMA ICD.

3.1.2.1.4.1 *Lettres désignant les données supplémentaires.* En plus des données GLONASS, les satellites GLONASSM transmettront les données supplémentaires suivantes, comme il est indiqué au tableau B-20 :

n - indice du satellite qui transmet le signal de navigation : il correspond au numéro de la position du satellite dans la constellation GLONASS ;
l_n - indicateur d'état du satellite n : 0 indique que le satellite n est en état de fonctionner ; 1 indique un dysfonctionnement du satellite n ;

B1 - coefficient de détermination de ΔUT1 : il est égal à la différence entre UT1 et UTC au début de la journée (N^A), exprimée en secondes ;
B2 - coefficient de détermination de ΔUT1 : il est égal au changement quotidien de la différence ΔUT1 (exprimée en secondes pour un jour solaire moyen).
Ces coefficients seront utilisés pour la transformation entre UTC-SU et UT1 :

$$\Delta UT1 = UTC\text{-}SU - UT1,$$

où :

UT1 - temps universel par rapport au méridien moyen de Greenwich (tient compte du mouvement des pôles),
UTC-SU - temps universel coordonné de la norme nationale de la Fédération de Russie,

$$\Delta UT1 = B1 + B2 \times (N_T - N^A),$$

KP - avis de correction prochaine de UTC (±1 s) par seconde intercalaire comme suit :

KP	Données de correction de seconde UTC
00	Pas de correction du temps UTC à la fin du trimestre en cours
01	Correction du temps UTC par l'addition de 1 s à la fin du trimestre en cours
11	Correction du temps UTC par la soustraction de 1 s à la fin du trimestre en cours

- L'échelle de temps du système GLONASS est habituellement corrigée une fois par année à minuit (00 h 00 m 00 s) conformément au préavis donné par le Bureau international de l'heure (BIH/BIPM) à la fin d'un trimestre :

du 31 décembre au 1er janvier – premier trimestre ;
du 31 mars au 1er avril – deuxième trimestre ;
du 30 juin au 1er juillet – troisième trimestre ;
du 30 septembre au 1er octobre – quatrième trimestre.

N_T - date du jour, quantième du jour d'un intervalle de quatre ans commençant le 1er janvier d'une année bissextile ;

- Le supplément D, § 4.1.2.7.1, montre comment transformer les données sur la date du jour de N_T en format commun (aa/mm/jj).

N_4 - numéro correspondant à un intervalle de quatre ans commençant en 1996 ;
F_T - paramètre donnant l'URA prévue du satellite au moment t_b. Le codage est indiqué au tableau B-19 ;
M - type de satellite qui transmet le signal de navigation. 00 désigne un satellite GLONASS ; 01 désigne un satellite GLONASS-M ;

P4 - indicateur signalant la présence de paramètres d'éphémérides ou de fréquence/temps mis à jour. « 1 » indique que le secteur de contrôle a chargé des paramètres d'éphémérides ou de fréquence/temps mis à jour ;

- Les données actualisées sur les éphémérides ou la fréquence/le temps ne sont transmises que dans l'intervalle suivant la fin de l'intervalle t_b en cours.

P - paramètre technique du secteur de contrôle indiquant le mode de fonctionnement du satellite pour les paramètres temporels ;
00 - paramètre τ_c retransmis du secteur de contrôle ; paramètre τ_{GPS} retransmis du secteur de contrôle ;

01 - paramètre τ_c retransmis du secteur de contrôle ; paramètre τ_{GPS} calculé à bord du satellite GLONASS-M ;
10 - paramètre τ_c calculé à bord du satellite GLONASS-M ; paramètre τ_{GPS} retransmis du secteur de contrôle ;
11 - paramètre τ_c calculé à bord du satellite GLONASS-M ; paramètre τ_{GPS} calculé à bord du satellite GLONASS-M.

τ_{GPS} - correction du temps GPS par rapport au temps GLONASS :

$$T_{GPS} - T_{GL} = \Delta T + \tau_{GPS},$$

où :

ΔT est l'entier et τ_{GPS} est la partie fractionnaire de la différence entre les échelles de temps des systèmes exprimées en secondes.

- *L'entier ΔT est déterminé par le récepteur de l'usager à partir du message de navigation du GPS.*
M^A_n- type de satellite n^A : 00 désigne un satellite GLONASS, 01 désigne un satellite GLONASS-M.

3.1.2.1.4.2 *Paramètres de données supplémentaires.* Les paramètres des données supplémentaires sont définis dans les tableaux B-18 à B-20.

3.1.2.1.4.3 *Emplacement des données supplémentaires dans la trame de navigation GLONASS-M.* L'emplacement des données supplémentaires dans la trame de navigation GLONASS-M est défini dans le tableau B-20.

Tableau B-18. Paramètres de données supplémentaires

Paramètre	*Nombre de bits*	*Facteur d'échelle (LSB)*	*Plage effective*	*Unités*
n	5	1	0 à 31	(sans dimension)
l_n	1	1	0 ; 1	(sans dimension)
B1	11	2^{-10}	±0,9	seconde(s)
B2	10	2^{-16}	$(-4,5...3,5) \times 10^{-3}$	s/jour solaire moyen
KP	2	1	0 à 3	(sans dimension)
N_T	11	1	0 à 1 461	jours
N_4	5	1	1 à 31	intervalle de 4 ans
F_T	4		voir tableau B-19	
M	2	1	0 à 3	(sans dimension)
P4	1	1	0 ; 1	(sans dimension)
P	2	1	00,01,10,11	(sans dimension)
τ_{GPS}	22	2^{-30}	$\pm 1,9 \times 10^{-3}$	s
M^A_n	2	1	0 à 3	(sans dimension)

Tableau B-19. Codage du mot FT

Valeur de F_T	*Précision de pseudodistance, 1 sigma (m)*
0	1
1	2
2	2,5
3	4
4	5
5	7
6	10
7	12
8	14
9	16
10	32
11	64
12	128
13	256
14	512
15	non utilisée

Tableau B-20. Emplacement des mots de données supplémentaires dans le message de navigation GLONASS-M

Mot	*Nombre de bits*	*Numéro de chaîne dans la supertrame*	*Numéro du bit dans la chaîne*
n	5	4, 19, 34, 49, 64	11 – 15
l_n	1	5, 7, 9, 11, 13, 15, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 65, 67, 69, 71, 73, 75 3, 18, 33, 48, 63	9 65
B1	11	74 (dans la supertrame)	70 – 80
B2	10	74 (dans la supertrame)	60 – 69
KP	2	74 (dans la supertrame)	58 – 59
N_T	11	4, 19, 34, 49, 64	16 – 26
N_4	5	5, 20, 35, 50, 65	32 – 36
F_T	4	4, 19, 34, 49, 64	30 – 33
M	2	4, 19, 34, 49, 64	9 – 10
P4	1	4, 19, 34, 49, 64	34
P	2	3, 18, 33, 48, 63	66 – 67
t_{GPS}	22	5, 20, 35, 50, 65	10 – 31
M^A_n	2	6, 8, 10, 12, 14	78 – 79

Tableau B-21. Répartition des données d'almanach dans la supertrame

Numéro de trame dans la supertrame	*Satellites pour lesquels l'almanach est transmis dans la trame indiquée à gauche*
1	1 à 5
2	6 à 10
3	11 à 15
4	16 à 20
5	21 à 24

Tableau B-22. Codage des paramètres d'almanach

Paramètre	*Nombre de bits*	*Facteur d'échelle (LSB)*	*Plage effective*	*Unités*
M^A_n	2	1	0 à 3	(sans dimension)
τ_c	28	2^{-27}	±1	secondes (s)
N^A	11	1	1 à 1 461	jours
n^A	5	1	1 à 24	(sans dimension)
H^A_n	5	1	0 à 31	(sans dimension)
λ^A_n	21	2^{-20}	±1	demi-cercles
$t\lambda^A_n$	21	2^{-5}	0 à 44 100	s
Δi^A_n	18	2^{-20}	±0,067	demi-cercles
ΔT^A_n	22	2^{-9}	$\pm 3{,}6 \times 10^3$	s/révolution
$\Delta \dot{T}^A_n$	7	2^{-14}	$\pm 2^{-8}$	s/révolution^2
ε^A_n	15	2^{-20}	0 à 0,03	(sans dimension)
ω^A_n	16	2^{-15}	±1	demi-cercles
$t_\tau{}^A_n$	10	2^{-18}	$\pm 1{,}9 \times 10^{-3}$	s
C^A_n	1	1	0 à 1	(sans dimension)

Tableau B-23. Séquencement des paramètres d'almanach à l'intérieur de la trame

Paramètre	*Nombre de bits*	*Numéro de la chaîne dans la trame*	*Numéro du bit dans la chaîne*
$M^{A}{}_{n}$	2	6, 8, 10, 12, 14	78 – 79
τ_c	28	5	42 – 69
N^{A}	11	5	70 – 80
n^{A}	5	6, 8, 10, 12, 14	73 – 77
$H^{A}{}_{n}$	5	7, 9, 11, 13, 15	10 – 14
$\lambda^{A}{}_{n}$	21	6, 8, 10, 12, 14	42 – 62
$t_{\lambda}{}^{A}{}_{n}$	21	7, 9, 11, 13, 15	44 – 64
$\Delta i^{A}{}_{n}$	18	6, 8, 10, 12, 14	24 – 41
$\Delta T^{A}{}_{n}$	22	7, 9, 11, 13, 15	22 – 43
$\Delta \dot{T}^{A}{}_{n}$	7	7, 9, 11, 13, 15	15 – 21
$\varepsilon^{A}{}_{n}$	15	6, 8, 10, 12, 14	9 – 23
$\omega^{A}{}_{n}$	16	7, 9, 11, 13, 15	65 – 80
$t_{\tau}{}^{A}{}_{n}$	10	6, 8, 10, 12, 14	63 – 72
$C^{A}{}_{n}$	1	6, 8, 10, 12, 14	80

Note.— Les numéros des chaînes sont indiqués pour les quatre premières trames. Les chaînes 14 et 15 de la 5e trame ne contiennent pas de paramètres d'almanach.

3.1.2.1.5 *CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES DES SIGNAUX L1OC, L3OC*

- D'autres renseignements concernant les caractéristiques radioélectriques des signaux dans les bandes de fréquence L1 et L3 figurent dans le document GLONASS CDMA ICD General Description of CDMA Signal System*, édition 1.0, 2016 (désigné ci-dessous « GLONASS CDMA ICD General Description ») ainsi que dans les documents « GLONASS CDMA ICD L1 » et « GLONASS CDMA ICD L3 ».*

3.1.2.1.5.1 Le signal L1OC comprendra des composantes L1OCd (dite données) et L1OCp (dite pilote) de niveau de puissance égal. Ces composantes seront obtenues par multiplexage par répartition dans le temps chip par chip de deux séquences de bruit pseudo-aléatoire. Le signal L1OC sera en quadrature de phase par rapport au signal L1SC, et devancera celui-ci par π/2-radians, comme il est indiqué à la figure B-11A.

- Le signal L1SC, qui est un signal de navigation sécurisé AMRC transmis dans la bande de fréquence L1, n'est pas utilisé en aviation.

3.1.2.1.5.2 Le signal L3OC comprendra des composantes L3OCd (dite données) et L3OCp (dite pilote) de niveau de puissance égal. Ces composantes occuperont en quadrature de phase les voies I et Q, respectivement. Le signal L3OCd devancera le signal L3OCp par π/2-radians, comme il est indiqué à la figure B-11A.

3.1.2.1.5.3 *Bruit de phase de la porteuse*. La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée sera telle qu'une boucle à verrouillage de phase ayant une largeur de bande passante unilatérale de bruit de 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision d'au moins 0,01 radian (rms).

3.1.2.1.5.4 *Rayonnement non essentiel*. La puissance du signal RF transmis à l'extérieur de la bande attribuée au système GLONASS ne dépassera pas –40 dB par rapport à la puissance de la porteuse non modulée.

1.- Les largeurs des bandes attribuées au système GLONASS sont les suivantes : L1 (1 592,9 – 1 610 MHz), L2 (1 237,8 - 1 256,8 MHz) et L3 (1 190,35 – 1 212,23 MHz).

2.- Les satellites GLONASS utilisent des filtres qui limitent les émissions hors bande au seuil de brouillage préjudiciable défini dans la Recommandation UIT-R RA.769 relative aux bandes de fréquences 1 610,6 – 1 613,8 MHz et 1 660 - 1 670 MHz.

3.1.2.1.5.5 *Perte de corrélation*. La perte de puissance du signal récupéré due aux imperfections de la modulation et à la distorsion ne dépassera pas 0,6 dB.

- La perte de puissance du signal est l'écart entre la puissance émise dans une largeur de bande donnée et la puissance du signal récupérée par un récepteur sans bruit ni pertes, et présentant une largeur de corrélation de 1 chip et un étage d'entrée RF ayant la même bande passante.

3.1.2.1.6 *STRUCTURE DES DONNÉES DES SIGNAUX L1OC, L3OC*

- D'autres renseignements concernant la structure des données figurent dans les documents GLONASS CDMA ICD General Description *;* GLONASS CDMA ICD L1 band *; et* GLONASS CDMA ICD L3 band.

3.1.2.1.6.1 *Généralités.* Le message de navigation AMRC du GLONASS sera transmis sous la forme d'une séquence variable de chaînes, lesquelles comprendront des champs de service et de données (bits séparés ou groupes de bits comportant des paramètres spécifiques).

- Une pseudotrame est un ensemble de chaînes constituées de données immédiates et de données non immédiates ; les trois premières chaînes contenant les paramètres d'éphémérides et d'horloge (données immédiates) et les autres chaînes, des données non immédiates.

3.1.2.1.6.2 *Champs de service.* La structure du champ de service sera la même pour tous les types de signaux. Il comprendra un préambule, un identificateur du type de chaîne, l'horodatage de début de chaîne (TS), le numéro d'identification du satellite, les paramètres du signal et des bits de contrôle de redondance cyclique (CRC) pour la vérification de l'intégrité des données.

3.1.2.1.6.3 *Champs de données.* La structure du champ de données variera en fonction du type de chaîne. Tous les types de chaînes comprendront un bloc de données individuel complet, sauf pour ce qui est des données d'orbite et d'horloge qui occuperont trois types de chaînes et qui seront transmises par paquet en continu.
- La conception des messages peut évoluer en fonction des développements futurs du système GLONASS. Cette évolution peut comprendre l'ajout d'autres types de chaînes constitués de nouveaux types de données ou créés à partir de la modification de types de chaînes existants.

3.1.2.1.6.4 Caractéristiques des messages du signal L1OC

3.1.2.1.6.4.1 Le message de navigation L1OCd sera transmis à 125 bits/s. Il sera constitué de chaînes de 250 bits d'une durée de 2 s ainsi que de chaînes anormales de 125 et de 375 bits d'une durée de 1 et de 3 s, respectivement.

3.1.2.1.6.4.2 *Structure des chaînes nominales du signal L1OCd.* Chaque chaîne nominale du signal L1OCd sera constituée de champs de service de 50 bits, d'un champ de données de 184 bits et d'un champ de service CRC de 16 bits, comme il est indiqué à la figure B-11B. La transmission d'une chaîne commencera par l'émission du bit 1 (le premier bit du préambule) et se terminera par l'émission du 250^{e} bit (dernier bit du CRC).

3.1.2.1.6.4.3 *Les paramètres des champs de service du signal L1OCd* figurent dans le tableau B-24.

Tableau B-24. Paramètres des champs de service du signal L1OCd

Champ	Nombre de bits	Bit de plus faible poids	Plage de valeurs	Unité	Description
Préambule	12	1	010111110001	–	Horodatage à valeur constante
Type	6	1	0 – 63	–	Type de chaîne transmise
j	6	1	0 – 63	–	Numéro d'identification du satellite qui transmet le message de navigation. Le numéro d'identification SV « 0 » est réservé, et ne peut être activé qu'à la fin de l'utilisation combinée des signaux AMRC et AMRF du GLONASS.
H^j	1	1	0, 1	–	État du satellite transmettant le signal de navigation : en état de fonctionner (« 0 ») ou hors d'état de fonctionner (« 1 »)
l^j	1	1	0, 1	–	Validité (« 0 ») ou invalidité (« 1 ») des données transmises dans la chaîne
P1	4	Appel à la station de contrôle au sol. Ce champ n'est pas utilisé par les récepteurs utilisateurs.			
P2	1	Orientation du SV : SV orienté en direction du soleil (« 0 ») ou en manœuvre de virage midi/minuit (« 1 »)			
KP	2	1	00, 01, 10, 11	–	Indication de la correction du temps UTC (SU) à la fin du trimestre en cours sur GMT. Les corrections UTC-SU donneront lieu à des corrections correspondantes du temps du signal L1OCd : 00 – aucune correction prévue ; 01 – ajout de 1 s à la durée du jour ; 10 – décision d'un avis de correction en attente ; 11 – soustraction de 1 s de la durée du jour.
A	1	1	0, 1	–	Indication de la correction du temps du signal L1OCd à la fin de la chaîne suivante : A = 0 – aucune correction prévue ; A = 1 – correction prévue. La combinaison de A = 1 et de KP = 11 dans la chaîne transmise indique que la chaîne suivante sera une chaîne anormale de type 1 d'une durée de 1 s. La combinaison de A = 1 et de KP = 01 dans la chaîne transmise indique que la chaîne suivante sera une chaîne anormale de type 2 d'une durée de 3 s.
TS	16	1	0 – 43199	2 s	Code horodateur exprimé en intervalles de 2 s durant un jour donné dans le temps du signal L1OCd.
CRC	16	1	Bits de contrôle du code redondant		

3.1.2.1.6.4.4 *Chaînes anormales du signal L1OCd.* Les chaînes anormales seront de types 1 et 2. Les chaînes de type 1 serviront à indiquer les corrections par seconde intercalaire du temps du signal L1OCd lorsque la durée du jour est réduite de 1 s. Les chaînes de type 1 seront constituées de champs de service de 50 bits, d'un champ de données de 59 bits et d'un champ de service CRC de 16 bits, comme il est indiqué à la figure B-11C. Les chaînes de type 2 seront utilisées pour indiquer les corrections par seconde intercalaire du temps du signal L1OCd lorsque 1 s est ajoutée à la durée du jour. Les chaînes de type 2 seront constituées de champs de service de 50 bits, d'un champ de données de 301 bits et d'un champ de service CRC de 24 bits, comme il est indiqué à la figure B-11D.

3.1.2.1.6.4.5 *Chaînes nominales du code CRC du signal L1OCd.* Le polynôme générateur du code CRC (250,234) sera le suivant :

$$g(X) = 1 + X + X^5 + X^6 + X^8 + X^9 + X^{10} + X^{11} + X^{13} + X^{14} + X^{16}$$

Un bloc de données de 234 bits sera transmis à l'entrée du codeur (commençant avec le premier bit du préambule et finissant avec le 184e bit du champ de données). À la sortie du codeur, un bloc codé de 250 bits sera généré par l'ajout de 16 bits de contrôle.

3.1.2.1.6.4.6 *Code CRC des chaînes anormales de type 1 du signal L1OCd.* Le code CRC (125,109) sera utilisé dans les chaînes de type 1 du signal L1OCd. Il sera généré de la même façon que le code (250,234), sauf en ce qui concerne le nombre de bits transmis à l'entrée (109 au lieu de 234).

3.1.2.1.6.4.7 *Code CRC des chaînes anormales de type 2 du signal L1OCd.* Le code CRC (375,351) sera utilisé dans les chaînes de type 2 du signal L1OCd. Le polynôme générateur du code CRC (375,351) sera le suivant :

$$g(X) = 1 + X + X^3 + X^4 + X^5 + X^6 + X^7 + X^{10} + X^{11} + X^{14} + X^{18} + X^{23} + X^{24}$$

Un bloc de données de 351 bits sera transmis à l'entrée du codeur (commençant avec le premier bit du préambule et finissant avec le 301e bit du champ de données). À la sortie du codeur, un bloc codé de 375 bits sera généré par l'ajout de 24 bits de contrôle.

3.1.2.1.6.5 Caractéristiques des messages du signal L3OC

3.1.2.1.6.5.1 Le message de navigation du signal L3OCd sera transmis à 100 bits/s. Il sera constitué de chaînes de 300 bits d'une durée de 3 s ainsi que de chaînes anormales de 200 et de 400 bits d'une durée de 2 et de 4 s, respectivement.

3.1.2.1.6.5.2 *Structure des chaînes du signal L3OCd.* Chaque chaîne nominale du signal L3OCd sera constituée de champs de service de 57 bits, d'un champ de données de 219 bits et d'un champ de service CRC de 24 bits, comme il est indiqué à la figure B-12A. La transmission d'une chaîne commencera avec l'émission du bit 1 (le premier bit du préambule) et se terminera par l'émission du bit 300 (le dernier bit du code CRC).

3.1.2.1.6.5.3 *Les paramètres des champs de service du signal L3OCd* sont indiqués dans le tableau B-25.

3.1.2.1.6.5.4 *Chaînes anormales du signal L3OCd.* Les chaînes anormales seront de types 1 et 2. Les chaînes de type 1 serviront à indiquer les corrections par seconde intercalaire du temps du signal L3OCd lorsque la durée du jour est réduite de 1 s. Les chaînes de type 1 seront constituées de champs de service de 57 bits, d'un champ de données de 119 bits et d'un champ de service CRC de 24 bits, comme il indiqué à la figure B-12B. Les chaînes de type 2 seront utilisées pour indiquer les corrections par seconde intercalaire du temps du signal L3OCd lorsque 1 s est ajoutée à la durée du jour. Les chaînes de type 2 seront constituées de champs de service de 57 + 20 bits, d'un champ de données de 299 bits et d'un champ de service CRC de 24 bits, comme il est indiqué à la figure B-12C.

Tableau B-25.Paramètres des champs de service du signal L3OCd

Champ	Nombre de bits	Bit de plus faible poids	Plage de valeurs	Unité	Description
Préambule	20	1	00000100100101001110	–	Horodatage à valeur constante
Type	6	1	0 – 63	–	Type de chaîne transmise
TS	15	1	0 – 28799	3 s	Code horodateur exprimé en intervalles de 3 s durant un jour donné dans le temps du signal L3OCd.
j	6	1	0 – 63	–	Numéro d'identification du satellite qui transmet le message de navigation. Le numéro d'identification SV « 0 » est réservé, et ne peut être activé qu'à la fin de l'utilisation combinée des signaux AMRC et AMRF du GLONASS.
H^j	1	1	0, 1	–	État du satellite transmettant le signal de navigation : en état de fonctionner (« 0 ») ou hors d'état de fonctionner (« 1 »)
l^j	1	1	0, 1	–	Validité (« 0 ») ou invalidité (« 1 ») des données transmises dans la chaîne
P1	4	Appel à la station de contrôle au sol. Ce champ n'est pas utilisé par les récepteurs utilisateurs.			
P2	1	Orientation du SV : SV orienté en direction du soleil (« 0 ») ou en manœuvre de virage midi/minuit (« 1 »)			
KP	2	1	00, 01, 10, 11	–	Indication de la correction du temps UTC-SU à la fin du trimestre en cours sur GMT. Les corrections UTC-SU donneront lieu à des corrections correspondantes du temps du signal L3OCd : 00 – aucune correction prévue ; 01 – ajout de 1 s à la durée du jour ; 10 – décision d'un avis de correction en attente ; 11 – soustraction de 1 s de la durée du jour.
A	1	1	0, 1	–	Indication de la correction du temps du signal L3OCd à la fin de la chaîne suivante : A = 0 – aucune correction prévue ; A = 1 – correction prévue. La combinaison de A = 1 et de KP = 11 dans la chaîne transmise indique que la chaîne suivante sera une chaîne anormale de type 1 d'une durée de 1 s. La combinaison de A = 1 et de KP = 01 dans la chaîne transmise indique que la chaîne suivante sera une chaîne anormale de type 2 d'une durée de 3 s.
CRC	24	1	Bits de contrôle du code redondant		

3.1.2.1.6.5.5 *Chaînes nominales du code CRC du signal L3OCd.* Le polynôme générateur du code CRC (300,276) sera le suivant :

$$g(X) = 1 + X + X^3 + X^4 + X^5 + X^6 + X^7 + X^{10} + X^{11} + X^{14} + X^{17} + X^{18} + X^{23} + X^{24}$$

Un bloc de données de 276 bits sera transmis à l'entrée du codeur (commençant avec le premier bit du préambule et finissant avec le 219e bit du champ de données). À la sortie du codeur, un bloc codé de 300 bits sera généré par l'ajout de 24 bits de contrôle.

3.1.2.1.6.5.6 *Code CRC des chaînes anormales de type 1 du signal L3OCd.* Le code CRC (200,176) sera utilisé dans les chaînes de type 1 du signal L3OCd. Il sera généré de la même façon que le code (300,276), sauf en ce qui concerne le nombre de bits transmis à l'entrée (176 au lieu de 276).

3.1.2.1.6.5.7 *Code CRC des chaînes anormales de type 2 du signal L3OCd.* Le code CRC (400,376) sera utilisé dans les chaînes de type 2 du signal L3OCd. Il sera généré de la même façon que le code (300,276), sauf en ce qui concerne le nombre de bits transmis à l'entrée (376 au lieu de 276).

3.1.2.1.7 *TENEUR DES DONNÉES DES SIGNAUX L1OC, L3OC*

- D'autres renseignements concernant la teneur des données figurent dans les documents GLONASS CDMA ICD General Description *; et* GLONASS CDMA ICD L3 band.

3.1.2.1.7.1 Les différents types de chaînes utilisés dans les messages de navigation du signal L1OCd contiendront les données indiquées dans le tableau B-26.

- D'autres renseignements concernant la teneur des données comprises dans les champs de service et de données du signal L1OCd figurent dans le document GLONASS CDMA ICD L1 band.

3.1.2.1.7.2 Les différents types de chaînes utilisés dans les messages de navigation du signal L3OCd contiendront les données indiquées dans le tableau B-27.

- D'autres informations concernant la teneur des données comprises dans les champs de service et de données du signal L3OCd figurent dans le document GLONASS CDMA ICD L3 band.

3.1.2.1.7.3 *Champs F_E, F_T relatifs aux facteurs de précision.* Les champs F_E et F_T indiqueront les erreurs de pseudodistance équivalentes (σ) liées aux éphémérides et aux paramètres d'horloge du satellite transmetteur. Le tableau B-28 donne les valeurs des champs F_E et F_T et des erreurs correspondantes.

3.1.2.1.7.4 L'intervalle maximal de mise à jour des données immédiates (chaînes de types 10, 11 et 12) sera de 30 minutes. Comme les données non immédiates sont actualisées à différents intervalles, l'intervalle maximal de mise à jour de toutes les données non immédiates sera de 48 heures.

- Les paramètres du modèle dynamique à long terme permettent l'utilisation des données immédiates pour propager l'orbite pour un intervalle de 4 heures.

Tableau B-26.Teneur des données selon les types de chaînes du signal L1OCd

Type de chaîne	*Teneur*
10, 11, 12	Données immédiates (éphémérides, temps, état de fonctionnement, $F_{E,}$ F_T)
20	Almanach
25	Paramètres de la rotation terrestre, du modèle ionosphérique et du modèle d'écart du temps UTC-SU et du temps atomique international (TAI)
16	Paramètres d'attitude du SV durant les manœuvres de virage midi/minuit
31, 32	Paramètre du modèle dynamique à long terme
50	Avis de réception du Système international de satellites pour les recherches et le sauvetage (COSPAS- SARSAT)
60	Messages texte
0	Chaîne réservée aux tâches technologiques. N'est pas utilisée par les récepteurs utilisateurs.
1	Chaîne anormale utilisée au moment de la correction par seconde intercalaire (–1 s)
2	Chaîne anormale utilisée au moment de la correction par seconde intercalaire (+1 s)
— Les chaînes de types 10, 11 et 12 forment un paquet de données ; la chaîne de type 11 suit donc toujours la chaîne de type 10 et la chaîne de type 12 suit toujours la chaîne de type 11.	

Tableau B-27.Teneur des données selon les types de chaînes du signal L3OCd

Type de chaîne	*Teneur*
10, 11, 12	Données immédiates (éphémérides, temps, état de fonctionnement, $F_{E,}$ F_T)
20	Almanach

25	Paramètres de la rotation terrestre, du modèle ionosphérique et du modèle d'écart du temps UTC-SU) et du temps atomique international (TAI)
16	Paramètres d'attitude du SV durant les manœuvres de virage midi/minuit
31, 32	Paramètre du modèle dynamique à long terme
60	Messages texte
0	Chaîne réservée aux tâches technologiques. N'est pas utilisée par les récepteurs utilisateurs.
1	Chaîne anormale utilisée au moment de la correction par seconde intercalaire (–1 s)
2	Chaîne anormale utilisée au moment de la correction par seconde intercalaire (+1 s)
- Les chaînes de types 10, 11 et 12 forment un paquet de données ; la chaîne de type 11 suit donc toujours la chaîne de type 10 et la chaîne de type 12 suit toujours la chaîne de type 11.	

Tableau B-28.Facteurs de précision (éphémérides et temps)

F_E, F_T	–15	–14	–13	–12	–11	–10	–9	–8	–7	–6	–5	–4
σ, m	0,01	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,6
F_E, F_T	–3	–2	–1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
σ, m	0,7	0,8	0,9	1	2	2,5	4	5	7	10	12	14
F_E, F_T	9	10	11	12	13	14	15					
σ, m	16	32	64	128	256	512	Non défini					

3.1.2.2 DÉFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNÉES

- La présente section précise les relations entre les paramètres contenus dans les messages de données. Elle contient la définition des paramètres qui ne sont pas transmis ; ces paramètres sont toutefois utilisés par les éléments embarqués ou non embarqués et définissent des termes appliqués pour déterminer la solution de navigation et son intégrité.

3.1.2.2.1 *Algorithme de contrôle de parité utilisé pour la vérification des données AMRF*. L'algorithme qui fait l'objet du tableau B-29 et des explications qui lui font suite permet de détecter et de corriger toute erreur affectant l'un des bits de la chaîne considérée, et de détecter (sans les corriger) les erreurs affectant deux bits ou davantage.

3.1.2.2.1.1 Chaque chaîne comprend 85 bits, les 77 de poids fort étant des bits de données (b_{85}, b_{84},..., b_{10}, b_9) et les huit autres étant les bits de contrôle du code de Hamming de longueur 4 (β_8, β_7,..., β_2, β_1).

3.1.2.2.1.2 Les sommes de contrôle (c_1, c_2,...,c_7) permettent de corriger les erreurs sur un bit, la somme c_Σ permettant de détecter les erreurs affectant un nombre pair de bits (tableau B-29). Voici comment s'effectuent la correction des erreurs sur un bit et la détection des erreurs multiples :

a) Une chaîne est considérée comme correcte si toutes les sommes de contrôle (c_1, ..., c_7 et c_Σ) sont égales à 0, ou si l'une d'elles (c_1, ..., c_7) seulement est égale à 1 et c_Σ à 1.

b) Si au moins deux sommes de contrôle (c_1, ..., c_7) sont égales à 1 et c_Σ à 1, le caractère b_{icor} est converti en son inverse comme suit :

$$i_{cor} = c_7\, c_6\, c_5\, c_4\, c_3\, c_2\, c_1 + 8 - K, \text{ pourvu que } i_{cor} \leq 85,$$

avec $c_7\, c_6\, c_5\, c_4\, c_3\, c_2\, c_1$ un nombre binaire généré à partir des sommes de contrôle (c_1, ..., c_7), c_1 étant le bit de poids faible et c_7 celui de poids fort. K est un nombre ordinal désignant la somme de contrôle non nulle la plus significative.

Si $i_{cor} > 85$, c'est qu'il y a de multiples erreurs (en nombre impair) : les données doivent être rejetées.

c) Si au moins l'une des sommes de contrôle (c_1, ..., c_7) est égale à 1 et c_Σ à 0, ou si toutes les sommes de contrôle (c_1, ..., c_7) sont égales à 0 mais que c_Σ est égale à 1, c'est qu'il y a de multiples erreurs : les données doivent être rejetées.

Tableau B-29. Algorithme de contrôle de parité

b85, b84, …, b10, b9 sont les bits de données (de la position 9 à la position 85) ;

β1, β2, ..., β8 sont les bits de contrôle du code de Hamming (positions 1 à 8 de la chaîne) ;

c_1, c_2, ..., c_7, c_Σ sont les sommes de contrôle, générées comme suit :

$c_1 = \beta \oplus [\Sigma_i\, b_i]_{mod\ 2}$

i = 9, 10, 12, 13, 15, 17, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 47, 49, 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84.

$c_2 = \beta_2 \oplus [\Sigma_j\, b_j]_{mod\ 2}$

j = 9, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 25, 26, 29, 30, 33, 34, 36, 37, 40, 41, 44, 45, 48, 49, 52, 53, 56, 57, 60, 61, 64, 65, 67, 68, 71, 72, 75, 76, 79, 80, 83, 84.

$c_3 = \beta_3 \oplus [\Sigma_k\, b_k\ ]_{mod\ 2}$

k = 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 31, 32, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56, 57, 62, 63, 64, 65, 69, 70, 71, 72, 77, 78, 79, 80, 85.

$c_4 = \beta_4 \oplus [\Sigma_l\, b_l]_{mod\ 2}$

l = 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80.

$c_5 = \beta_5 \oplus [\Sigma_m\, b_m\ ]_{mod\ 2}$

m = 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 81, 82, 83, 84, 85.

$c_6 = \beta_6 \oplus [\Sigma_n\, b_n]_{mod\ 2}$

n = 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65.

$c_7 = \beta_7 \oplus [\Sigma_p\, b_p]_{mod\ 2}$

p = 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85.

$c_\Sigma = [\Sigma \beta_q]_{\ mod\ 2} \oplus [\Sigma\, b_r]_{mod\ 2}$

q = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

r = 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85.

3.1.2.2.2 *PARAMÈTRES DE CORRECTION D'HORLOGE DU SATELLITE*

3.1.2.2.2.1 Le temps système du GLONASS sera déterminé au moyen des données AMRF, selon la formule suivante :

$$t_{GLONASS} = t_k + \tau_n(t_b) - \gamma_n(t_b)\ (t_k - t_b)$$

t_k, $\tau_n(t_b)$ et $\gamma_n(t_b)$ étant les paramètres décrits au § 3.1.2.1.3.1.

3.1.2.2.2.2 Le temps système GLONASS sera déterminé au moyen des données AMRC, selon la formule suivante :

$$t_{GLONASS} = \mathrm{mod}_{86400}\left[T^j_{ST\{signal\}} + \tau^j(t_b) - \Delta t_b \cdot \gamma^j(t_b) - \Delta t_b^2 \cdot \beta^j(t_b)\right]$$

$$\Delta t_b = \frac{T^j_{ST\{signal\}} + \tau^j(t_b) + \tau_c(t_b) - t_b - \left\langle\left\langle \frac{T^j_{ST\{signal\}} + \tau^j(t_b) + \tau_c(t_b) - t_b}{86400} \right\rangle\right\rangle \cdot 86400}{1 + \gamma^j(t_b) - \dot{\tau}_c(t_b)}$$

où :

$T^j_{ST\{signal\}}$ est le temps du signal reçu du satellite j ;

$\tau^j(t_b), \gamma^j(t_b), \beta^j(t_b), \tau_c(t_b), \dot{\tau}_c(t_b)$ sont les paramètres transmis par les signaux AMRC dans les chaînes de types 10, 11 et 12, comme il est indiqué dans le tableau B-26 et le tableau B-27.

3.1.2.2.2.3 L'écart entre le temps système GLONASS et l'échelle de temps nationale [UTC-SU] fournie par les services spécialisés de la Fédération de Russie sera déterminé au moyen des données AMRF, selon la formule suivante :

$$t_{UTC\text{-}SU} = t_{GLONASS} + \tau_c - 03 \text{ heures } 00 \text{ minutes}$$

τ_c étant le paramètre décrit au § 3.1.2.1.3.4.

La quantité « 03 heures 00 minute » correspond à l'écart entre l'heure de Moscou et celle de Greenwich.

3.1.2.2.2.4 L'écart entre le temps système GLONASS et l'échelle de temps UTC-SU sera déterminé au moyen des données AMRC, selon la formule suivante :

$$t_{UTC-SU} = \mathrm{mod}_{86400}[t_{GLONASS} + \tau_c(t_b) + \Delta t_b \cdot \dot{\tau}_c(t_b) - 10800]$$

$$\Delta t_b = \frac{t_{GLOSASS} + \tau_c(t_b) - t_b - \left\langle\left\langle \frac{t_{GLONASS} + \tau_c(t_b) - t_b}{86400} \right\rangle\right\rangle \cdot 86400}{1 - \dot{\tau}_c(t_b)}$$

où :

$\tau_c(t_b), \dot{\tau}_c(t_b)$, étant les paramètres transmis par les signaux AMRC dans les chaînes de types 10, 11 et 12, comme il est indiqué dans le tableau B-26 et le tableau B-27.

La quantité « 10 800 secondes » correspond à l'écart entre l'heure de Moscou et celle de Greenwich.

3.1.2.2.3 *POSITION DU SATELLITE*

3.1.2.2.3.1 La position courante du centre de masse du satellite sera déterminée à l'aide des paramètres d'éphémérides contenus dans le message de navigation GLONASS, comme il est indiqué dans le tableau B-16 pour les signaux AMRF du GLONASS, dans le tableau B-26 pour les signaux L1OC et dans le tableau B-27 pour les signaux L3OC.

3.1.2.2.3.2 Le recalcul des éphémérides de l'instant t_b à l'instant t_i dans l'intervalle ($|\tau_i| = |t_i - t_b| \leq 15$ minutes) est effectué par intégration numérique des équations différentielles qui décrivent le mouvement des satellites. Dans ces équations, les termes de droite comprennent les accélérations, déterminées à l'aide de la constante de gravitation μ, du deuxième harmonique zonal du géopotentiel J^2_0 qui définit l'aplatissement de la Terre aux pôles, ainsi que les accélérations dues à l'interaction lunisolaire. L'intégration dans le système de coordonnées PZ-90 (§ 3.2.5) fait appel à la méthode du 4e ordre de Runge-Kutta et met en œuvre les équations ci-après :

$$\frac{dx}{dt} = Vx$$

$$\frac{dy}{dt} = Vy$$

$$\frac{dz}{dt} = Vz$$

$$\frac{dV_x}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}x - \frac{3}{2}J_0^2\frac{\mu a_e^2}{r^5}x\left(1 - \frac{5z^2}{r^2}\right) + \omega^2 x + 2\omega V_y + \ddot{x}$$

$$\frac{dV_y}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}y - \frac{3}{2}J_0^2\frac{\mu a_e^2}{r^5}y\left(1 - \frac{5z^2}{r^2}\right) + \omega^2 y - 2\omega V_x + \ddot{y}$$

$$\frac{dV_z}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}z - \frac{3}{2}J_0^2\frac{\mu a_e^2}{r^5}z\left(3 - \frac{5z^2}{r^2}\right) + \ddot{z}$$

où :

$r = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$;
μ = constante de gravitation universelle de la Terre (398 600,4418 × 109 m^3/s^2) ;
a_e = demi-grand axe (6 378 136 m) ;
J^2_0 = deuxième harmonique zonal du géopotentiel (1 082 625,75 × 10^{-9}) ;
ω = vitesse de rotation de la Terre (7,2921151467 × 10^{-5} radians/s).

Les coordonnées $x_n(t_b)$, $yn(t_b)$, $z_n(t_b)$, et les composantes du vecteur vitesse $\dot{x}_n(t_b) = V_x$, $\dot{y}_n(t_b) = V_y$, $\dot{z}_n(t_b) = V_z$ sont les conditions initiales pour l'intégration. Les accélérations dues à la perturbation luni-solaire $\ddot{x}_n(t_b)$, $\ddot{y}_n(t_b)$, $\ddot{z}_n(t_b)$ sont constantes dans l'intervalle d'intégration ±15 minutes.

3.1.2.2.3.3 Le recalcul des éphémérides de l'instant t_b à l'instant t_i dans l'intervalle ($|\tau i| = |t_i - t_b| \leq 4$ heures) pour les signaux AMRC, sera effectué comme au § 3.1.2.2.3.2, sauf que ce modèle comprend des accélérations supplémentaires modélisées par un polynôme du quatrième degré pour tenir compte de l'intervalle prolongé, comme il est décrit ci-dessous :

$$\frac{dx}{dt} = Vx$$

$$\frac{dy}{dt} = Vy$$

$$\frac{dz}{dt} = Vz$$

$$\frac{dV_x}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}x - \frac{3}{2}J_0^2\frac{\mu a_e^2}{r^5}x\left(1-\frac{5z^2}{r^2}\right) + \omega^2 x + 2\omega V_y + \ddot{x} + a_x$$

$$\frac{dV_y}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}y - \frac{3}{2}J_0^2\frac{\mu a_e^2}{r^5}y\left(1-\frac{5z^2}{r^2}\right) + \omega^2 y - 2\omega V_x + \ddot{y} + a_y$$

$$\frac{dV_z}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}z - \frac{3}{2}J_0^2\frac{\mu a_e^2}{r^5}z\left(3-\frac{5z^2}{r^2}\right) + \ddot{z} + a_z$$

$$a_x = \Delta a_{x0} + a_{x1}(t-t_b) + a_{x2}(t-t_b)^2 + a_{x3}(t-t_b)^3 + a_{x4}(t-t_b)^4$$

$$a_y = \Delta a_{y0} + a_{y1}(t-t_b) + a_{y2}(t-t_b)^2 + a_{y3}(t-t_b)^3 + a_{y4}(t-t_b)^4$$

$$a_z = \Delta a_{z0} + a_{z1}(t-t_b) + a_{z2}(t-t_b)^2 + a_{z3}(t-t_b)^3 + a_{z4}(t-t_b)^4$$

Les coordonnées, les composantes du vecteur vitesse au temps t_b, et les accélérations perturbatrices $\ddot{x}$, $\ddot{y}$, $\ddot{z}$ seront transmises dans les chaînes de types 10, 11 et 12 des signaux AMRC. Les paramètres du modèle dynamique à long terme pour les polynômes du quatrième degré, les accélérations aa_{xx}, aa_{yy}, et aa_{zz}, seront transmis dans les chaînes de types 31 et 32 des signaux AMRC.

3.1.2.2.4 *ALGORITHME DE DÉTERMINATION DE LA POSITION DU CENTRE DE PHASE DE L'ANTENNE DU SATELLITE*

3.1.2.2.4.1 Pour assurer une grande précision des mesures de pseudodistance, l'algorithme utilisé pour le calcul de la position du centre de phase de l'antenne émettrice dans le système de coordonnées PZ-90 sera basé sur la position du centre de masse du satellite et les données transmises dans les chaînes de type 16 des signaux AMRC.

- *D'autres informations concernant l'algorithme approprié figurent dans l'appendice R du document* GLONASS CDMA ICD General Description.

3.1.2.2.5 *CORRECTION DES EFFETS IONOSPHÉRIQUES*

3.1.2.2.5.1 La correction des effets ionosphériques pour un récepteur à fréquence unique sera déterminée au moyen des formules ci-après :

- pour les pseudodistances, en m : $\Delta S_{ion} = 0{,}40364.\frac{I_e}{f^2}$;

- pour les vitesses, en m/s : $\Delta V_{ion} = 0{,}40364.\frac{\dot{I}_e}{f^2}$,

où :

f est la fréquence de la porteuse du signal, en GHz ;

I_e est la teneur totale en électrons (TEC) le long du trajet de propagation du signal, $1\times10^{16} m^{-2}$;

$\dot{I}_e$ est la variabilité de la TEC le long du trajet de propagation du signal, $1\times10^{16}\ m^{-2}s^{-1}$.

- D'autres renseignements concernant deux algorithmes appropriés pour le calcul de la TEC le long du trajet de propagation du signal, qui sont basés sur les données transmises dans les chaînes de type 25, figurent dans l'appendice Q du document GLONASS CDMA ICD General Description. *Le premier est un algorithme universel pouvant être utilisé pour les applications terrestres et spatiales. Il est plus complexe, plus précis et a une portée d'application plus étendue. Le second algorithme est destiné uniquement aux applications terrestres. Il est plus facile à mettre en œuvre, mais entraîne des erreurs de calcul de la TEC plus importantes à des angles de site inférieurs à 30°. Les erreurs ionosphériques résiduelles du second algorithme ne dépassent pas 4 m (taux de probabilité de 0,95).*

3.1.2.3 ÉLÉMENTS D'AÉRONEF

3.1.2.3.1 *RÉCEPTEUR GLONASS*

3.1.2.3.1.1 *Réservé.*

3.1.2.3.1.2 *Poursuite du satellite.* Le récepteur offrira la possibilité de poursuivre en permanence au moins quatre satellites et de calculer une position à l'aide des mesures fournies par ces derniers.

3.1.2.3.1.3 *Décalage Doppler.* Le récepteur sera en mesure de compenser les effets dynamiques du décalage Doppler sur la phase de la porteuse et le code normalisé GLONASS. Le décalage à compenser est celui qui est propre à l'application envisagée.

3.1.2.3.1.4 *Protection contre le brouillage.* Le récepteur répondra aux spécifications du § 3.7 relatives à la protection contre le brouillage.

3.1.2.3.1.4.1 *Brouillage à l'intérieur du système.* Lors de la réception d'un signal de navigation AMRF dans le canal de fréquences k = n, le brouillage induit par un signal transmis dans le canal k = n − 1 ou le canal k = n + 1 ne doit pas dépasser −48 dBc par rapport à la puissance minimale spécifiée du satellite à la surface de la Terre, à condition que les satellites émetteurs soient tous visibles par l'usager.

- Le brouillage interne est dû aux propriétés du signal de mesure de distance pseudo-aléatoire en mode d'accès multiple par répartition en fréquence.

3.1.2.3.1.4.2 Pour les signaux AMRC, le brouillage en mode d'accès multiple sera défini par les propriétés d'intercorrélation des codes de mesure de distance et dépendra du nombre de symboles élémentaires *N* compris dans les périodes de ces codes. La puissance du brouillage en mode d'accès multiple par rapport à la puissance du signal L1OCd ne dépassera pas –30 dB. La puissance du brouillage en mode d'accès multiple par rapport à la puissance du signal L1OCp ne dépassera pas –36 dB. La puissance du brouillage en mode d'accès multiple par rapport à la puissance du signal L3OC ne dépassera pas –40 dB.

3.1.2.3.1.5 *Application des données d'horloge et des éphémérides.* Le récepteur s'assurera qu'il utilise les bonnes éphémérides et données d'horloge avant de fournir quelque position que ce soit.

3.1.2.3.1.6 *Correction par secondes intercalaires.* À la réception du terme de correction du temps GLONASS par secondes intercalaires (voir le § 3.1.2.1.3.1, paramètre t_b), le récepteur GLONASS sera en mesure :

a) de générer une série fluide et valide de mesures de pseudodistance ;
b) de resynchroniser le repère de temps des chaînes de données sans cesser de poursuivre le signal.

3.1.2.3.1.6.1 Après correction par secondes intercalaires, le récepteur GLONASS :

a) utilisera l'ancienne heure UTC (non corrigée) avec les anciennes éphémérides (transmises avant 00 h 00 min 00 s UTC) ;
b) utilisera la nouvelle heure UTC (corrigée) avec les nouvelles éphémérides (transmises après 00 h 00 min 00 s UTC).

- D'autres renseignements concernant les aspects particuliers du fonctionnement du récepteur pendant les corrections prévues du temps GLONASS et de l'heure de Moscou dans des situations données figurent dans l'appendice E du document GLONASS CDMA ICD General Description.

3.1.2.4 TEMPS

3.1.2.4.1 Dans les satellites GLONASS-M, le message de navigation contiendra les données nécessaires pour rapporter le temps UTC-SU à UT1. Le temps GLONASS sera maintenu à moins d'une milliseconde du temps UTC-SU après correction découlant du nombre entier d'heures lié aux caractéristiques particulières des secteurs de commande du GLONASS :

$$| t_{GLONASS} - (UTC + 03 \text{ heures } 00 \text{ minute}) | < 1 \text{ ms}$$

Les données de navigation contiendront les informations permettant de faire correspondre à 1 µs près le temps GLONASS avec le temps UTC-SU (fourni par les services spécialisés de la Fédération de Russie).

1.- Les échelles de temps des satellites GLONASS sont régulièrement comparées au temps du synchroniseur central. Les corrections à leur apporter sont calculées au centre GLONASS de contrôle au sol et téléchargées vers les satellites deux fois par jour.

2.- L'écart entre le temps GLONASS et le temps UTC ne comprend pas de secondes entières. L'échelle de temps du GLONASS est régulièrement ramenée à un nombre entier de secondes en même temps que sont apportées les corrections par secondes intercalaires du Bureau international de l'heure. Ces corrections sont effectuées à 00 h 00 min 00 s UTC, à la fin d'un trimestre de l'année. La correction fait se synchroniser le repère de temps du message de navigation avec les impulsions de deux secondes de l'échelle de temps UTC corrigée. Les usagers du GLONASS sont avisés des corrections programmées.Dans le cas des satellites GLONASS-M, les usagers sont avisés de ces corrections par le biais du paramètre KP du message de navigation.

3.1.2.4.2 La précision de la synchronisation des échelles de temps des différents satellites sera de 20 ns (1 sigma) pour les satellites GLONASS et de 8 ns (1 sigma) pour les satellites GLONASS-M.

3.1.2.4.3 La correction du temps GPS par rapport au temps GLONASS (ou la différence entre ces deux échelles de temps) diffusée par les satellites GLONASS-M, τ_{GPS}, ne dépassera pas 30 ns (1 sigma).

- La précision de τ_{GPS} (30 ns) est déterminée par rapport au signal C/A du SPS du GPS et sera peut-être affinée à la fin des essais du système GLONASS avec les satellites GLONASS-M.

3.1.2.4.4 L'heure du signal sera générée et mise à jour par une horloge embarquée sur la base d'un étalon de fréquence atomique, synchronisée avec le temps GLONASS et transmise dans les signaux de radionavigation.
1.- L'écart entre l'heure du signal et l'heure de l'horloge embarquée correspond à la valeur du temps de propagation de groupe. Ainsi, les paramètres de correction de l'heure du signal contenus dans les chaînes de types 10, 11 et 12 comprennent les valeurs du temps de propagation de groupe.

2.- D'autres renseignements concernant l'heure du signal figurent dans le document GLONASS CDMA ICD General Description.

3.1.2.4.4.1 Les données de navigation de tous les signaux AMRC du système GLONASS contiendront les paramètres estimés du modèle polynomial afin d'associer l'heure d'émission de ce signal avec le temps GLONASS ainsi que la composante pilote de ce signal avec sa composante données.

3.1.2.4.4.2 Lorsque le temps GLONASS est modifié de ±1 s au cours des corrections prévues de l'heure UTC-SU par seconde intercalaire, la correction de l'heure d'émission des signaux de tous les satellites sera effectuée de manière simultanée par la modification de l'horodatage de la séquence d'impulsions représentant les secondes.

- Les données de navigation donnent aux utilisateurs des préavis du jour et de la valeur de la correction prévue.

3.1.2.5 SYSTÈME DE COORDONNÉES

3.1.2.5.1 *PZ-90 (paramètres de l'ellipsoïde terrestre commun et du champ gravitationnel terrestre 1990).* Les éphémérides diffusées par le GLONASS donnent la position du centre de phase de l'antenne d'émission du satellite considéré, en coordonnées PZ-90 (« Earth Parameters 1990 ») applicables à un cadre de référence géocentrique à axes fixes.

3.1.2.5.2 *PASSAGE DE PZ-90 À WGS-84*

3.1.2.5.2.1 *Onutilisera les paramètres de conversion suivants pour dériver la position en coordonnées WGS-84 (version G1674) de la position en coordonnées PZ-90 (version PZ-90.11) :*

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{WGS-84} = \begin{bmatrix} 1 & 0{,}0097 \times 10^{-9} & 0{,}2036 \times 10^{-9} \\ -0{,}0097 \times 10^{-9} & 1 & 0{,}0921 \times 10^{-9} \\ -0{,}2036 \times 10^{-9} & 0{,}0921 \times 10^{-9} & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{PZ-90} + \begin{bmatrix} 0{,}003 \\ 0{,}001 \\ 0 \end{bmatrix}$$

1.- X, Y et Z sont exprimés en mètres. La différence entre les versions WGS-84 (G1674) et PZ-90 (PZ-90.11) n'est pas importante en ce qui concerne les besoins opérationnels.
2.- Des éléments indicatifs sur la conversion entre les systèmes PZ-90 et WGS-84 figurent dans le supplément D, section 4.1.2.9.3.

3.1.3Service ouvert de Galileo (Galileo OS)

3.1.3.1 ÉLÉMENTS NON EMBARQUÉS

3.1.3.1.1 *CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES DE GALILEO*

3.1.3.1.1.1 *Exigences communes aux fréquences E1 et E5*

3.1.3.1.1.1.1 *Bruit de phase de la porteuse.* La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée E5 et E1 sera telle qu'une boucle à verrouillage de phase de deuxième ordre ayant une largeur de bande passante de bruit de 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision de 0,04 radian en moyenne quadratique.

3.1.3.1.1.1.2 *Rayonnement non essentiel.* Dans la largeur de bande attribuée du canal, la puissance du rayonnement non essentiel dans la bande sera inférieure d'au moins 35 dB à la puissance des porteuses E1 et E5 non modulées.

3.1.3.1.1.1.3 *Perte de corrélation.* La perte de puissance du signal récupéré due aux imperfections de la modulation et à la distorsion ne dépassera pas 0,6 dB pour chaque signal (E1, E5a et E5b).

- La perte de puissance du signal est l'écart entre la puissance émise dans la bande spécifiée et la puissance du signal récupérée par un récepteur sans bruit ni pertes, et présentant une largeur de corrélation de 1 chip et la même bande passante.

3.1.3.1.1.1.4 *Cohérence code-données.* Le bord de chaque symbole de données sera aligné avec le bord du chip de code de mesure de distance correspondant. Le début du code de mesure de distance périodique sera aligné avec le début d'un symbole de données. Le bord de chaque chip de code secondaire sera aligné avec le bord d'un chip de code primaire. Le début d'un chip de code primaire sera aligné avec le début d'un chip de code secondaire.

3.1.3.1.1.2 *Caractéristiques radioélectriques du signal E1*

3.1.3.1.1.2.1 *Composantes du signal E1.* Le signal E1 comprendra deux composantes de signal : la composante de données de navigation E1-B avec un débit de symboles de données de navigation de 250 symboles à la seconde et la composante pilote E1-C.

3.1.3.1.1.2.2 *Partage de la puissance du signal E1.* La puissance du signal E1 sera partagée également entre les composantes des signaux E1-B et E1-C.

3.1.3.1.1.2.3 *Code de mesure de distance de la composante E1-B (C_{E1-B}).* Le code de mesure de distance de la composante E1-B sera un code de mesure de distance de 1,023 mégachip par seconde répété toutes les 4 millisecondes, dérivé d'un code de mesure de distance primaire de 4,092 chips.

- Des renseignements supplémentaires sur les codes de mesure de distance de la composante E1-B figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, chapitre 3 et annexe C.

3.1.3.1.1.2.4 *Code de mesure de distance de la composante E1-C (C_{E1-C}).* Le code de mesure de distance de la composante E1-C sera un code de mesure de distance de 1,023 mégachip par seconde répété toutes les 100 millisecondes, dérivé de l'addition modulo 2 d'un code de mesure de distance primaire de 4,092 chips et d'un code secondaire de 25 chips.

- Des renseignements supplémentaires sur les codes de mesure de distance de la composante E1-C figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, chapitre 3 et annexe C.

3.1.3.1.1.2.5 *Génération de la composante de donnéesE1-B.* La composante de données E1-B sera générée à partir du flux de données de navigation E1 (D_{E1-B}) et du code de mesure de distance E1-B (C_{E1-B}), modulé avec deux sous-porteuses CBOC en phase de 1,023 MHz et 6,138 MHz, respectivement, comme il est indiqué à la figure GAL-1.

- La composante sans sous-porteuse de la composante de données de navigation E1 – c'est-à-dire avant la modulation CBOC – est appelée e_{E1-B}. Des renseignements supplémentaires sur la génération de la composante e_{E1-B} figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 2.3.3.

3.1.3.1.1.2.6 *Génération de la composante pilote E1-C.* La composante pilote E1-C sera générée à partir du code de mesure de distance E1-C (C_{E1-C}) modulé avec deux sous-porteuses CBOC en opposition de phase de 1,023 MHz et de 6,138 MHz, respectivement, comme il est indiqué à la figure B-13.

— La composante sans sous-porteuse de la composante pilote E1 – c'est-à-dire avant la modulation CBOC – est appelée e_{E1-C}. Des renseignements supplémentaires sur la génération de la composante e_{E1-C} figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 2.3.3.

3.1.3.1.1.2.7 *Modulation du signal E1.* Le signal binaire composite E1-B/C sera généré à partir de la modulation CBOC des composantes des signaux binaires, e_{E1-B} et e_{E1-C}, et des sous-porteuses, comme l'illustre la figure B-13.

- Des renseignements supplémentaires sur la génération des composantes E1-B/C figurent dans le documentGalileo OS SIS ICD, § 2.3.3.

3.1.3.1.1.3 *Caractéristiques radioélectriques des signaux E5a et E5b*

3.1.3.1.1.3.1 *Composantes du signal E5a.* Le signal E5a comprendra deux composantes de signal : la composante de données de navigation E5a-I avec un débit de symboles de données de navigation de 50 symboles à la seconde et la composante pilote E5a-Q.

3.1.3.1.1.3.2 *Partage de la puissance du signal E5a.* La puissance du signal E5a sera partagée également entre les composantes E5a-I et E5a-Q.

3.1.3.1.1.3.3 *Code de mesure de distance de la composante E5a-I (C_{E5a-I}).* Le code de mesure de distance de la composante E5a-I sera un code de mesure de distance de 10,230 mégachips par seconde répété toutes les 20 millisecondes, dérivé de l'addition modulo 2 d'un code de mesure de distance primaire de 10,230 chips et d'un code secondaire de 20 chips.

- Des renseignements supplémentaires sur les codes de mesure de distance de la composante E5a-I figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, chapitre 3 et annexe C.

3.1.3.1.1.3.4 *Code de mesure de distance de la composante E5a-Q (C_{E5a-Q}).* Le code de mesure de distance de la composante E5a-Q sera un code de mesure de distance de 10,230 mégachips par seconde répété toutes les 100 millisecondes, dérivé de l'addition modulo 2 d'un code de mesure de distance primaire de 10,230 chips et d'un code secondaire de 100 chips.

- Des renseignements supplémentaires sur les codes de mesure de distance de la composante E5a-Q figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, chapitre 3 et annexe C.

3.1.3.1.1.3.5 *Génération de la composante de donnéesE5a-I.* La composante de données E5a sera générée à partir du flux de données de navigation E5a (D_{E5a-I}) et du code de mesure de distance E5a-I (C_{E5a-I}).
- La composante sans sous-porteuse de la composante de données de navigation E5a – c'est-à-dire avant la modulation AltBOC – est appelée e_{E5a-I}.

3.1.3.1.1.3.6 *Génération de la composante pilote E5a-Q.* La composante pilote E5a sera générée à partir du code de mesure de distance E5a-Q (C_{E5a-Q}).

- La composante sans sous-porteuse de la composante pilote E5a – c'est-à-dire avant la modulation AltBOC – est appelée e_{E5a-Q}.

3.1.3.1.1.3.7 *Composantes du signal E5b.* Le signal E5b comprendra deux composantes de signal : la composante de données de navigation E5b-I avec un débit de symboles de données de navigation de 250 symboles à la seconde et la composante pilote E5b-Q.

3.1.3.1.1.3.8 *Partage de la puissance du signal E5b.* La puissance du signal E5b sera partagée également entre les composantes E5b-I et E5b-Q.

3.1.3.1.1.3.9 *Code de mesure de distance de la composante E5b-I (*C_{E5b-I}*).* Le code de mesure de distance de la composante E5b-I sera un code de mesure de distance de 10,230 mégachips par seconde répété toutes les 4 millisecondes, dérivé de l'addition modulo 2 d'un code de mesure de distance primaire de 10,230 chips et d'un code secondaire de 4 chips.

- Des renseignements supplémentaires sur les codes de mesure de distance de la composante E5b-I figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, chapitre 3 et annexe C.

3.1.3.1.1.3.10 *Code de mesure de distance de la composante E5b-Q (*C_{E5b-Q}*).* Le code de mesure de distance de la composante E5b-Q sera un code de mesure de distance de 10,230 mégachips par seconde répété toutes les 100 millisecondes, dérivé de l'addition modulo 2 d'un code de mesure de distance primaire de 10,230 chips et d'un code secondaire de 100 chips.

- Des renseignements supplémentaires sur les codes de mesure de distance de la composante E5b-Q figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, chapitre 3 et annexe C.

3.1.3.1.1.3.11 *Génération de la composante de donnéesE5b.* La composante de données E5b sera générée à partir du flux de données de navigation E5b (D_{E5b-I}) et du code de mesure de distance E5b (C_{E5b-I}).

- La composante sans sous-porteuse de la composante de données de navigation E5b - c'est-à-dire avant la modulation AltBOC – est appelée e_{E5b-I}.

3.1.3.1.1.3.12 *Génération de la composante pilote E5b-Q.* La composante pilote E5b sera générée à partir du code de mesure de distance (C_{E5b-Q}).

- La composante sans sous-porteuse de la composante pilote E5b – c'est-à-dire avant la modulation AltBOC – est appelée e_{E5b-Q}.

3.1.3.1.1.3.13 *Modulation du signal E5.* Le signal E5 à large bande sera généré par la modulation AltBOC de la sousporteuse avec bande latérale de 15,345 MHz (15 × 1,023 MHz) avec les composantes des signaux binaires e_{E5a-I}, e_{E5a-Q}, e_{E5b-I} et e_{E5b-Q}, comme l'illustre la figure B-14.

1.- Les signaux E5a et E5b peuvent être traités indépendamment par le récepteur de l'usager comme s'ils étaient deux signaux MDPQ distincts avec une fréquence porteuse de 1 176,45 MHz et 1 207,14 MHz, respectivement.
2.- Des renseignements supplémentaires sur la génération du signal E5 figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 2.3.1.

3.1.3.1.1.4 *Attributions de codes aux satellites*

3.1.3.1.1.4.1 *Attribution de code de mesure de distance primaire aux satellites.* Le numéro n de code primaire des composantes E5a-I, E5a-Q, E1-B et E1-C sera attribué au numéro n d'identification du véhicule de l'espace (SVID) (n = 1 à 36).

3.1.3.1.1.4.2 *Attribution de code de mesure de distance secondaire aux satellites.* Le code secondaire de la composante E5a-Q sera attribué selon le numéro n du SVID (n = 1 à 36). Les codes secondaires des composantes E5a-I et E1-C seront constants, quel que soit le SVID.

3.1.3.1.2 *STRUCTURE DES DONNÉES*

- Des renseignements supplémentaires sur la structure des données figurent dans le document Galileo OS SIS ICD.

3.1.3.1.2.1 *Caractéristiques du message (F/NAV) transmis sur E5a-I*

3.1.3.1.2.1.1 Le message sur E5a-I sera transmis comme une séquence de trames comme il est indiqué dans la figure B-15. La période de chaque trame durera 600 secondes. Chaque trame comprendra 12 sous-trames de 50 secondes chacune. Chaque sous-trame comprendra cinq pages de 10 secondes chacune.

3.1.3.1.2.1.2 *Structure de page.* Chaque structure de page contiendra les éléments suivants structurés selon le modèle présenté dans le tableau B-30 :

- 12 symboles du bloc de synchronisation
- 488 symboles entrelacés du bloc-message

Tableau B-30.Présentation de la page F/NAV

Sync.	*Symboles F/NAV*
12	488

Total (symboles)
500

Mot du message F/NAV (bits)			*Queue (bits)*
Type de page	Données nav.	CRC	6
6	208	24	

Total (bits)
244

3.1.3.1.2.1.3 *Bloc de synchronisation.* Le premier élément de chaque page sera une séquence de synchronisation de 12 symboles. La séquence sera « 101101110000 » avec le symbole du bloc-message émis en premier, et ajouté au début du champ des 488 symboles entrelacés du bloc-message après la procédure d'entrelacement décrite au § 3.1.3.1.2.1.6.

3.1.3.1.2.1.4 *Mot du message F/NAV.* Le mot du message contiendra 244 bits comprenant un type de page de 6 bits, un champ de données de 208 bits, un CRC de 24 bits et un champ de queue de 6 bits. Le champ de queue de 6 bits sera « 000000 ».

- Des renseignements supplémentaires sur les mots du message figurent dans le document Galileo OS SIS ICD.

3.1.3.1.2.1.5 *Codage de la FEC dumessageF/NAV.* Un flot de données à 25 bits par seconde sera codé à raison de deux symboles par bit, selon un codage à convolution de longueur de contrainte 7, afin de générer 50 symboles par seconde. Le circuit logique du codeur à convolution sera conforme à la figure B-16, la sortie G1 étant active pendant la première moitié de chaque période de 40 millisecondes de bits de données, donnant 488 symboles par page où S_1 est le premier symbole et S_{488}, le dernier.

3.1.3.1.2.1.6 *Procédure d'entrelacement du signalE 5a-I.* Les symboles du bloc-message du signal E5a-I seront entrelacés à l'aide d'une matrice à 61 colonnes et à 8 rangées, où chaque entrée est un symbole. Les symboles du blocmessage seront écrits dans chaque colonne et classés pour l'émission, rangée par rangée, en commençant par le coin supérieur gauche de la matrice, comme il est indiqué dans le tableau B-31.

Colonnes→ Rangées ↓	C_1	C_2	C_3	…	C_{60}	C_{61}
R_1	S_1	S_9	S_{17}	…	S473	S481
R_2	S_2	S_{10}	S_{18}	…	S474	S482
R_3	S_3	S_{11}	S_{19}	…	S475	S483
…	…	…	…	…	…	…
R_7	S_7	S_{15}	S_{23}	…	S479	S487
R_8	S_8	S_{16}	S_{24}	…	S480	S488

3.1.3.1.2.2 *Caractéristiques du message(I/NAV) transmis sur E1-B*

3.1.3.1.2.2.1 Le message sur E1-B sera transmis comme une séquence de trames, comme il est indiqué dans la figure B-17. La période de chaque trame sera de 720 secondes. Chaque trame comprendra 24 sous-trames

de 30 secondes chacune. Chaque sous-trame comprendra 15 pages nominales de 2 secondes chacune. Chaque page comprendra deux souspages d'une seconde chacune.

1.- Les deux sous-pages d'une page sont appelées page paire et page impaire.
2.- La structure du message I/NAV est présentée dans la figure B-17.

3.1.3.1.2.2.2 *Type de page.* Il y aura deux types de pages, une page nominale et une page d'alerte. La page nominale comprendra le mot de données nominal.

- La page d'alerte est réservée pour des applications futures.

3.1.3.1.2.2.3 *Page nominale.* Une page nominale comprendra deux parties (paire et impaire) transmises séquentiellement sur la même fréquence et structurées comme l'indique le tableau B-33. La page nominale comprendra 240 bits, les 120 premiers bits seront sur la page nominale paire et les 120 autres, sur la page nominale impaire.

3.1.3.1.2.2.4 *Mot de données nominal.* Le mot de données nominal de E1-B contiendra 128 bits composés d'un type de mot de 6 bits et d'un champ de données de 122 bits.

3.1.3.1.2.2.5 *Structure de la sous-page*. Chaque structure de sous-page comprendra les éléments suivants, structurés selon la présentation du tableau B-32 :

a) 10 symboles du bloc de synchronisation ;
b) 240 symboles entrelacés du bloc-message.

3.1.3.1.2.2.6 *Bloc de synchronisation.* Le premier élément de chaque sous-page sera une séquence de synchronisation de 10 symboles. La séquence sera « 0101100000 », avec le symbole du bloc-message émis en premier, et ajouté au début du champ de 240 symboles entrelacés du bloc message après la procédure d'entrelacement décrite au § 3.1.3.1.2.2.10.

3.1.3.1.2.2.7 *Sous-page paire.* La sous-page paire comprendra un bit indiquant quelle partie (paire ou impaire) de la sous-page est émise, un bit de type pour indiquer qu'il s'agit d'une page nominale, les 112 premiers bits du mot de données nominal et un champ de queue de 6 bits, comme l'indique le tableau B-33. Le champ de queue sera « 000000 ».

Tableau B-32.Présentation de la sous-page I/NAV

Sync.	*Symboles de la sous-page I/NAV (paire ou impaire)*
10	240

Total (symboles)
250

Bits de la sous-page I/NAV (paire ou impaire)	*Queue (bits)*
114	6

Total (bits)
120

Tableau B-33.Page nominale du message I/NAV avec les attributions de bits

E1-B

Paire/impaire=1	*Type de page=0*	*Mot de données (2/2)*	*Réservé 1*	*SAR*	*Réserve*	*CRC*	*Réservé 2*	*Queue*
1	1	16	40	22	2	24	8	6

Total (bits)
120

Paire/impaire=0	*Type de page=0*	*Mot de données (1/2)*	*Queue*
1	1	112	6

Total (bits)
120

1.- Le champ paire/impaire (1 bit) indique la partie de la page (0=paire/ 1=impaire) qui est diffusée.
2.- Le champ du type de page (1 bit) égal à 0 indique le type de page nominale.
3.- Le champ de données comprend un mot de données nominal (décrit au § 3.1.3.1.2.2.4) de 128 bits [composé de 112 bits de données (1/2) et de 16 bits de données (2/2)].

3.1.3.1.2.2.8 *Sous-page impaire.* La sous-page impaire comprendra un bit indiquant quelle partie (paire ou impaire) de la sous-page est émise, un bit de type pour indiquer qu'il s'agit d'une page nominale, les 16 derniers bits du mot de données nominal, un champ de 40 bits « réservé 1 », 22 bits pour les données de recherche et sauvetage (SAR), un champ de réserve de 2 bits, un CRC de 24 bits, un champ de 8 bits « réservé 2 », et un champ de queue de 6 bits, comme l'indique le tableau B-33. Le champ de queue sera « 000000 ».

- Galileo offre des fonctions améliorées d'appel et de localisation de détresse pour un service SAR interopérable avec le système COSPAS-SARSAT. Le service sar de Galileo ne fait pas partie du champ d'application du règlement relatif aux télécommunications aéronautiques.

3.1.3.1.2.2.9 *Codage de la FEC du messageI/NAV*. Un flot de données à 125 bits par seconde dans les sous-pages paires et impaires sera codé à raison de deux symboles par bit, selon un codage à convolution de longueur de contrainte 7, afin de générer 250 symboles par seconde. Le circuit logique du codeur à convolution sera conforme à la figure B-18, la sortie G1 étant active pendant la première moitié de chaque période de 8 millisecondes de bits de données, donnant 240 symboles par page où S_1 est le premier symbole et S_{240}, le dernier.

3.1.3.1.2.2.10 *Procédure d'entrelacement pour le signalE1-B.* Les symboles du bloc-message du signal E1-B seront entrelacés à l'aide d'une matrice à 30 colonnes et à 8 rangées, où chaque entrée est un symbole. Les symboles du bloc message seront écrits dans chaque colonne et classés pour l'émission, rangée par rangée, en commençant par le coin supérieur gauche de la matrice, comme il est indiqué dans le tableau B-34.

3.1.3.1.2.2.11 *Séquence de transmission des pages nominales sur E1.* Les pages seront transmises sur le signal E1-B de telle manière que chaque sous-page paire d'un mot sera transmise avant la sous-page impaire du même mot.

3.1.3.1.3 *TENEUR DES DONNÉES*

1.- *Des renseignements supplémentaires sur les paramètres et la teneur des données de navigation du service ouvert de Galileo figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, chapitres 4 et 5.*
2.- *Une définition des ISM de Galileo figure dans le document Galileo OS SIS ICD Numéro 2.1.*

3.1.3.1.3.1 La teneur des types de page du signal E5a-I (F/NAV) est décrite dans le tableau B-35.

Tableau B-34.Matrice d'entrelacement pour E1-B

Colonnes→ Rangées ↓	C_1	C_2	C_3	…	C_{29}	C_{30}
R_1	S_1	S_9	S_{17}	…	S225	S233
R_2	S_2	S_{10}	S_{18}	…	S226	S234
R_3	S_3	S_{11}	S_{19}	…	S227	S235
…	…	…	…	…	…	…
R_7	S_7	S_{15}	S_{23}	…	S231	S239
R_8	S_8	S_{16}	S_{24}	…	S232	S240

Tableau B-35. Teneur des types de page du signal E5a-I (F/NAV)

	Type de page	*Teneur de la page*
Soustrame impaire	1	IODnav, SVID, correction d'horloge, indice de précision du SIS (SISA), correction des effets ionosphériques, temps de propagation de groupe diffusé (BGD), état de fonctionnement du signal (SHS), temps système Galileo (GST) et état de validité des données (DVS)
	2	IODnav, éphémérides (1/3) et GST
	3	IODnav, éphémérides (2/3) et GST

	4	IODnav, éphémérides (3/3), conversion GST-UTC, conversion GST-GPS et temps de la semaine (TOW)
	5	IODa, numéro de semaine de l'almanach, temps de référence de l'almanach, almanach pour satellite k+3(n-1)/2 et almanach pour satellite (k+1)+3(n-1)/2 partie 1 ; où n est le numéro de la sous-trame
Soustrame paire	1	IODnav, SVID, correction d'horloge, SISA, correction des effets ionosphériques, BGD,
	2	SHS, GST et DVS IODnav, éphémérides (1/3) et GST
	3	IODnav, éphémérides (2/3) et GST
	4	IODnav, éphémérides (3/3), conversion GST-UTC, conversion GST-GPS et temps de la semaine (TOW)
	6	IODa, almanach pour satellite (k+1)+3(n-2)/2 partie 2 et almanach pour satellite (k+2)+3(n-2)/2 ; où n est le numéro de la sous-trame

1.- Les sous-trames impaires comprennent le type de page 5 et les sous-trames paires, le type de page 6. Cela permet la transmission des almanachs pour trois satellites dans deux sous-trames successives (100 secondes).
2.- le paramètre k désigne le « satellite numéro 1 », k+1 désigne le « satellite numéro 2 », etc. Ce n'est pas un paramètre de données de navigation. k est fixé par le système de contrôle de Galileo. La trame complète du message F/NAV (12 sous-trames) peut transmettre les almanachs pour 18 satellites, selon la séquence indiquée dans le document Galileo OS SIS ICD, § 4.2.3.

3.- Des renseignements supplémentaires sur l'attribution de bit des différents types de page du message F/NAV figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 4.2.4.

3.1.3.1.3.2 La teneur des types de mot du signal E1-B (I/NAV) est décrite dans le tableau B-36.

1.- Des renseignements supplémentaires sur la présentation de la sous-trame nominale du message I/NAV figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 4.3.3.

2.- Le paramètre k change toutes les deux sous-trames (c'est-à-dire que les sous-trames 1 et 2 ont le même paramètre k, les sous-trames 3 et 4 ont le même paramètre suivant, etc.). La trame complète du message I/NAV (24 soustrames) peut transmettre les almanachs pour 36 satellites, selon la séquence indiquée dans le document Galileo OS SIS ICD, § 4.3.4.

3.- Des renseignements supplémentaires sur l'attribution de bit des différents types de mot du message I/NAV figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 4.3.5.

3.1.3.1.3.3 Les paramètres des éphémérides seront fournis dans les messages I/NAV et F/NAV émis par chaque satellite de Galileo. Une seule éphéméride sera applicable à tous les signaux d'un satellite particulier.

- Les éphémérides sont calculées par rapport au centre de phase apparent de l'antenne commun à chaque fréquence.

Tableau B-36.Teneur des types de mot du signal E1-B (I/NAV)

Type de mot	*Teneur du mot*
0	Mot de réserve
1	IODnav et éphémérides (1/4)
2	IODnav et éphémérides (2/4)
3	IODnav et éphémérides (3/4)
4	IODnav, SVID, éphémérides (4/4) et correction d'horloge
5	Correction des effets ionosphériques, BGD, SHS, GST et DVS
6	Conversion GST-UTC et TOW
7	IODa, almanach pour le satellite k (partie 1), temps de référence de l'almanach et numéro de semaine de l'almanach

8	IODa, almanach pour le satellite k (partie 2) et le satellite k+1 (partie 1)
9	IODa, temps de référence de l'almanach, numéro de semaine de l'almanach, almanach pour le satellite k+1 (partie 2) et le satellite k+2 (partie 1)
10	IODa, almanach pour le satellite k+2 (partie 2) et les paramètres de conversion GST-GPS
16	Paramètres d'horloge et d'éphémérides (CED) réduits*
17, 18, 19, 20	Correction d'erreur directe (CED) 2 Reed Solomon pour les données d'horloge et d'éphémérides*
22	Message d'intégrité (ISM)**

3.1.3.1.3.4 L'état du SIS du service ouvert de Galileo aura l'une des trois valeurs suivantes :

- SIS « en état de fonctionner » : le SIS devrait répondre aux exigences de performance minimales.
- SIS « hors d'état de fonctionner » : le SIS est hors service ou est en phase d'essai.
- SIS « marginal » : l'état du SIS ne correspond à aucun des deux états précédents.

3.1.3.1.3.4.1 L'état du SIS sera codé dans le message de navigation au moyen de trois indicateurs d'état du SIS : l'indicateur d'état de fonctionnement du signal (SHS), l'indicateur d'état de validité des données (DVS) et l'indice de précision du SIS (SISA).

- Des renseignements supplémentaires sur la position des indicateurs d'état du SIS de Galileo dans le message de navigation figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 5.1.9.3 et 5.1.12.

3.1.3.1.3.4.2 SISA. Le SISA sera codé selon ce qui est indiqué dans le tableau B-37.

Tableau B-37.Indice SISA

SISA	*Valeur de précision du SIS (m)*
0 à 49	0 m à 0,49 m avec une résolution de 1 cm
50 à 74	0,50 m à 0,98 m avec une résolution de 2 cm
75 à 99	1,00 m à 1,96 m avec une résolution de 4 cm
100 à 125	2,00 m à 6,00 m avec une résolution de 16 cm
126 à 254	Réserve
255	Pas de prédiction de précision disponible (NAPA)

3.1.3.1.3.4.3 Le SISA sera codé selon ce qui est indiqué dans le tableau B-38.

Tableau B-38.Paramètres du SISA

Paramètre	*Définition*	*BITS*	*Facteur d'échelle*	*Unités*
SISA (E1, E5a)	Indice de précision du SIS pour la double fréquence E1-E5a	8	S. o.	Sans dimension
SISA (E1, E5b)	Indice de précision du SIS pour la double fréquence E1-E5b	8	S. o.	Sans dimension

3.1.3.1.3.4.4 *État de fonctionnement du signal (SHS).* L'indice SHS sera codé selon les valeurs figurant dans le tableau B-39.

Tableau B-39.Indice d'état de fonctionnement du signal

Indice SHS	*Définition de l'état du signal*
0	Signal OK
1	Signal hors service

2	Signal sera hors service
3	Signal en mode essai

3.1.3.1.3.4.5 État de validité des données (DVS). L'indice DVS sera codé selon les valeurs figurant dans le tableau B-40.

Tableau B-40.Indice de l'état de validité des données

Indice de l'état de validité des données	*Définition de l'état du signal*
0	Données de navigation valides (NDV)
1	Fonctionnement sans garantie (WWG)

3.1.3.1.3.4.6 La mise en correspondance entre les valeurs des indicateurs d'état du SIS suivra le format de présentation du tableau B-41.

Tableau B-41.État du SIS du service ouvert de Galileo par rapport aux indicateurs d'état du SIS

État du SIS	*Message fictif*	*Indicateurs du SIS*		
		SHS	*DVS*	*SISA*
En état de fonctionner	NON	Ok	NDV	Pas NAPA
Hors d'état de fonctionner	NON	Hors service	N'importe quelle valeur	N'importe quelle valeur
	NON	En essai	N'importe quelle valeur	N'importe quelle valeur
	OUI	S. o.	S. o.	S. o.
Marginal	NON	Ok	WWG	N'importe quelle valeur
	NON	Ok	N'importe quelle valeur	NAPA
	NON	Sera hors service	N'importe quelle valeur	N'importe quelle valeur

- Des renseignements supplémentaires sur les indicateurs de Galileo figurent dans le document European GNSS (Galileo) Open Service Definition Document *(version 1.1), daté de mai 2019 (ci-après désigné « Galileo OS SDD »).*

3.1.3.1.3.5 *Almanach.* Les messages F/NAV et I/NAV contiendront les données d'almanach pour une constellation comptant jusqu'à 36 satellites. Les données d'almanach seront un sous-ensemble à précision réduite des paramètres d'horloge et d'éphémérides des satellites actifs de Galileo en orbite. De même, un état de fonctionnement prévu du satellite sera fourni pour chacun de ces satellites, donnant des indications sur l'état des composantes du signal du satellite et sur l'état des données de navigation.

3.1.3.1.3.6 *Messages fictifs.* Si aucune donnée valide F/NAV ou I/NAV ne peut être transmise, le satellite transmettra alors une page fictive avec un identificateur de message de 63 dans les signaux respectifs F/NAV ou I/NAV.

- Des renseignements supplémentaires sur la page fictive figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 4.2.5 et 4.3.6.

3.1.3.1.3.7 *Identification des données (IOD).* Le satellite de Galileo diffusera les paramètres de navigation en ensembles de données. Chaque ensemble de données de navigation diffusé par un satellite de Galileo sera identifié par une valeur IOD.

- Deux IOD indépendantes sont définies pour les éphémérides, les paramètres de correction d'horloge du satellite et le SISA (« IODnav ») et les almanachs (« IODa »).

3.1.3.1.3.7.1 La valeur IODnav diffusée par un satellite de Galileo dans un ensemble de données de navigation (éphémérides et corrections d'horloge) sera unique par rapport à toute autre IODnav diffusée par le même satellite de Galileo dans les 240 minutes précédentes.

3.1.3.1.3.8 *Temps de validité des données de navigation.* Dans les opérations nominales, chaque ensemble de données de navigation sera remplacé avant qu'il expire à 4 heures par la diffusion d'un nouvel ensemble de données de message de navigation.

- La période nominale de mise à jour des éphémérides et des corrections d'horloge va de 10 minutes à trois heures.

3.1.3.1.3.9 *Temps de la semaine (TOW) de Galileo.* Le temps de la semaine couvrira une semaine entière de 0 à 604 799 secondes et sera remis à zéro à la fin de chaque semaine.

- Le TOW est défini comme le nombre de secondes qui se sont passées depuis le dernier changement de semaine.

3.1.3.1.3.10 *Numéro de semaine (WN) de Galileo.* Le numéro de semaine (WN) sera composé de 12 bits, qui couvrent 4 096 semaines. Le compteur sera remis à zéro pour couvrir une période supplémentaire (modulo 4 096).

- Le WN est un compteur en entiers qui donne le numéro de semaine séquentiel à partir du début du GST.

3.1.3.2 *DÉFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNÉES*

3.1.3.2.1 *Algorithme de contrôle de parité.* Pour les données F/NAV et I/NAV, un CRC de 24 bits sera généré par le polynôme générateur suivant *G(X) :*

$$GG(XX) = (1 + XX)PP(XX)$$

où :

$$PP(XX) = XX\ 23 + XX\ 17 + XX\ 13 + XX\ 12 + XX\ 11 + XX\ 9 + XX\ 8 + XX\ 7 + XX\ 5 + XX\ 3 + 1$$

— Le code CRC est calculé conformément au § 3.9 du présent appendice.

3.1.3.2.1.1 Le champ données CRC du message F/NAV, *M(X)*, sera calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$M(X) = \sum_{1}^{214} m_i X^{214-i} = m_1 X^{213} + m_2 X^{212} + \cdots + m_{213} X + m_{214}$$

M(X) sera formé de l'identificateur de type de page de 6 bits du message E5a-I et du champ de données de 208 bits. L'ordre suivi sera celui dans lequel le satellite Galileo transmet les bits : m_1 correspondra au premier bit transmis de l'identificateur de type de page et m_{214}, au bit 208 du champ de données.

3.1.3.2.1.2 Le champ données CRC de la page nominale du message I/NAV, *M(X)*, sera calculé à l'aide de l'équation :

$$M(X) = \sum_{1}^{113} m_{e,i+1} X^{194-i} + \sum_{1}^{81} m_{o,i+1} X^{81-i} = m_{e,2} X^{193} + m_{e,3} X^{192} + \cdots + m_{e,113} X^{82} + m_{e,114} X^{81} + m_{o,2} X^{80} + m_{o,3} X^{79} + \ldots + m_{o,81} X + m_{o,82}$$

M(x) sera formé des champs pair (e)/impair (0), des champs de type de page, des champs de mot de données (1/2 et 2/2), du champ réservé 1, du champ SAR (sur l'E1-B seulement) et des champs de réserve. En mode nominal, le CRC sera calculé pour les sous-pages paires et impaires de la même fréquence et sera toujours transmis dans la sous-page impaire.

3.1.3.2.2 *Paramètres de correction d'horloge du satellite.* Le décalage prévu de l'instant de transmission (TOT) du signal du satellite physique par rapport au TOT du signal du satellite en GST sera calculé pour la combinaison du signal à double fréquence à l'aide de la formule suivante :

$$TOT_c(X) = TOT_m(X) - \Delta t_{SV}(X)$$

où :

- $(X)=(f_1,f_2)$ est la combinaison à double fréquence f_1 et f_2 utilisée pour le modèle d'horloge ;
- $TOT_C(X)$ est le TOT du satellite, corrigé en GST pour la combinaison de signal X ;
- $TOT_m(X)$ est le TOT du satellite physique pour la combinaison de signal X obtenue par des mesures de pseudodistance ;
- $\Delta t_{SV}(X)$ est la correction de l'heure du satellite pour la combinaison de signal X calculée au moyen des données de correction de l'heure récupérées du message de navigation, comme suit :

$$\Delta t_{SV}(X) = a_{f0}(X) + a_{f1}(X)[t - t_{0C}(X)] + a_{f2}(X)[t - t_{0C}(X)]^2 + \Delta t_r$$

où :

- $a_{f0}(X)$, $a_{f1}(X)$, $a_{f2}(X)$ et $t_{0c}(X)$ sont des paramètres transmis en type de page 1 du message F/NAV, et en type de mot 4 du message I/NAV comme il est indiqué au § 3.1.3.1.3 ;

- $t_{0c}(X)$ est le temps de référence pour la correction d'horloge ;

- t est le temps GST en secondes ;
- Δt_r, exprimée en secondes, est une correction relativiste, donnée par $\Delta t_r = F\, e\, A^{1/2} \sin(E)$ où les paramètres orbitaux (e, $A^{1/2}$) sont transmis en type de page 2 du message F/NAV et en type de mot 1 du message I/NAV, comme il est indiqué au § 3.1.3.1.3, E est l'anomalie excentrique calculée et $F = -2\mu^{1/2}/c^2 = -4{,}442807309 \times 10^{-10}$ s/m$^{1/2}$.

3.1.3.2.2.1 Un récepteur d'utilisateur à fréquence unique qui traite des pseudo-trames de la fréquence f_1 appliquera la correction suivante à la correction d'horloge du satellite Δt_{SV} définie au § 3.1.3.2.2 :

$$\Delta t_{SV}(f_1) = \Delta t_{SV}(f_1, f_2) - BGD(f_1, f_2)$$

où :

$BGD(f_1,f_2)$ est le temps de propagation de groupe diffusé qui est transmis en type de page 1 du message F/NAV et en type de mot 5 du message I/NAV comme il est indiqué au § 3.1.3.1.3 et défini comme suit :

$$BGD(f_1, f_2) = \frac{TR_1 - TR_2}{1 - \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2}$$

où :

- $f_1$et f_2 indiquent les fréquences porteuses E1 et E5a, respectivement ;
- TR_1 et TR_2 sont les temps de propagation de groupe des signaux dont les fréquences porteuses sont respectivement $f_1$et f_2.

3.1.3.2.2.2 Un récepteur d'utilisateur à fréquence unique qui traite des pseudo-trames de la fréquence f_2 appliquera la correction suivante à la correction d'horloge du satellite Δt_{SV} définie au § 3.1.3.2.2 :

$$\Delta t_{SV}(f_2) = \Delta t_{SV}(f_1, f_2) - \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 BGD(f_1, f_2)$$

3.1.3.2.3 *Algorithme et paramètres de conversion GST-UTC.* Le temps UTC t_{UTC} sera calculé selon trois scénarios différents selon l'impulsion d'un possible ajustement de seconde intercalaire (valeur programmée future ou d'un passé récent) indiquée par le numéro du jour (*DN*), le jour à la fin duquel la seconde intercalaire est effective et le numéro de la semaine (WN_{LSF}) auquel se rapporte le *DN*. Le « Jour n° 1 » du *DN* sera le premier qui suit le changement de semaine et la donnée WN_{LSF} se composera des 8 bits qui sont une représentation binaire modulo 256 du numéro de semaine de Galileo auquel se rapporte le *DN*. Les trois scénarios suivants s'appliqueront :

Scénario A :

Chaque fois que le temps d'ajustement de seconde intercalaire indiqué par WN_{LSF} et *DN* n'est pas dans le passé (relativement au temps présent de l'utilisateur), et que le temps présent de l'utilisateur n'entre pas dans la période de temps qui commence six heures avant le temps effectif et se termine six heures après le temps effectif, le t_{UTC} sera calculé comme suit :

$$t_{UTC} = (t_E - \Delta t_{UTC}) [\text{Modulo } 86400]$$

où :

$$\Delta t_{UTC} = \Delta t_{LS} + A_0 + A_1(t_E - t_{0t} + 604800(WN - WN_{0t}))$$

Scénario B :

Chaque fois que le temps présent de l'utilisateur entre dans la période de temps qui commence six heures avant le temps d'ajustement de seconde intercalaire et se termine six heures après, le t_{UTC} sera calculé comme suit (Δt_{UTC} défini dans le scénario A) :

$$t_{UTC} = W[\text{Modulo } (86400 + \Delta t_{LSF} - \Delta t_{LS})]$$

où :

$$W = (t_E - \Delta t_{UTC} - 43200)[\text{Modulo } 86400] + 43200$$

Scénario C :

Chaque fois que le temps d'ajustement de seconde intercalaire est dans le « passé » (relativement à l'heure courante de l'utilisateur), et que le temps présent de l'utilisateur n'entre pas dans la période de temps qui commence six heures avant le temps d'ajustement de seconde intercalaire, et se termine six heures après, le t_{UTC} sera calculé comme suit :

$$t_{UTC} = (t_E - \Delta t_{UTC})[\text{Modulo } 86400]$$

où :

$$\Delta t_{UTC} = \Delta t_{LSF} + A_0 + A_1(t_E - t_{0t} + 604800(WN - WN_{0t}))$$

- A_0, A_1, Δt_{LS}, t_{0t}, WN_{0t}, WN_{LSF}, DN et Δt_{LSF} sont des paramètres de conversion du temps GST à UTC transmis en type de page 4 du message F/NAV et en type de mot 6 du message INAV, comme il est indiqué au § 3.1.3.1.3 ;
- t_E est le temps GST estimé par l'utilisateur grâce à son algorithme de détermination du temps GST ;
- WN est le numéro de semaine auquel se rapporte le t_E.

3.1.3.2.4 *Position du satellite.* Les coordonnées géocentriques à axes fixes (ECEF) de la position du centre de phase de l'antenne du satellite au temps GST t seront calculées à l'aide des formules suivantes :

$$x = x'\cos(\Omega) - y'\cos(i)\sin(\Omega)$$
$$y = x'\sin(\Omega) + y'\cos(i)\cos(\Omega)$$
$$z = y'\sin(i)$$

où :

$\Omega = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \omega_E)t_k - \omega_E t_{0e}$	longitude corrigée du nœud ascendant
$x' = r \cos u$	position dans le plan orbital
$y' = r \sin u$	position dans le plan orbital
$i = i_0 + \delta i + \frac{di}{dt} t_k$	inclinaison corrigée
$r = A(1\text{-}e \cos E) + \delta r$	rayon corrigé
$u = \Phi + \delta u$	latitude corrigée
$A = (A^{1/2})^2$	demi-grand axe
$\delta r = C_{rs} \sin 2\Phi + C_{rc} \cos 2\Phi$	rayon corrigé
$\delta u = C_{us} \sin 2\Phi + C_{uc} \cos 2\Phi$	correction en latitude
$\delta i = C_{is} \sin 2\Phi + C_{ic} \cos 2\Phi$	inclinaison corrigée
$\Phi = v + \omega$	latitude
$v = \tan^{-1}\{\sin v / \cos v\}$ $= \tan^{-1}\left\{\frac{\sqrt{1-e^2}\sin E/(1-e\cos E)}{(\cos E - e)/(1-e\cos E)}\right\}$	anomalie vraie
$t_k = t - sdf\, t_{0e}$	t est le temps système Galileo et t_k est l'écart total réel entre le temps t et l'instant de l'impulsion t_{0e} (t_{0a} pour les almanachs) avec prise en compte des changements de semaine
$M = E - e \sin(E)$	formule de Kepler donnant l'anomalie excentrique E
$M = M_0 + nt_k$	anomalie moyenne
$n = n_0 + \Delta n$	déplacement moyen corrigé
$n_0 = \sqrt{\mu / A^3}$	déplacement moyen calculé (rad/s)
M_0, Δn, e, $A^{1/2}$, Ω_0, i_0, ω, $\dot{\Omega}$, di/dt, C_{uc}, C_{us}, C_{rc}, C_{rs}, C_{ic}, C_{is}, t_{0e}	paramètres d'éphémérides transmis dans les types de pages 2, 3 et 4 du message F/NAV et dans les types de mot 1, 2, 3 et 4 du message I/NAV, comme indiqué au § 3.3.1.3
$\pi = 3{,}1415926535898$	rapport de la circonférence d'un cercle à son diamètre
$\mu = 3{,}986004418 \times 10^{14}$ m^3/s^2	constante gravitationnelle géocentrique
$\omega_E = 7{,}2921151467 \times 10^{-5}$ rad/s	vitesse angulaire moyenne de la Terre
$c = 299792458$ m/s	vitesse de la lumière dans un vide

3.1.3.2.5 *Correction des effets ionosphériques*

- Les récepteurs qui fonctionnement en fréquence unique peuvent utiliser l'algorithme de correction des effets ionosphériques pour la fréquence unique décrit dans le document ED-259 de l'EUROCAE, MinimumOperational Performance Standard for Galileo/Global Positioning System/Satellite-based Augmentation System Airborne Equipment*, appendice J (toutes les versions).*

3.1.3.3 ÉLÉMENTS EMBARQUÉS

3.1.3.3.1 *RÉCEPTEUR GALILEO*

3.1.3.3.1.1 *Poursuite du satellite. Le récepteur offrira la possibilité de poursuivre en permanence au moins quatre satellites Galileo et de calculer une position à l'aide des mesures fournies par ces derniers.*

3.1.3.3.1.2 *Décalage Doppler. Le récepteur sera en mesure de compenser les effets dynamiques du décalage Doppler sur la phase de la porteuse Galileo et le code OS. Le décalage à compenser est celui qui est propre à l'application envisagée.*

3.1.3.3.1.3 *Protection contre le brouillage. Le récepteur répondra aux exigences du § 3.7, relatives à la protection contre le brouillage.*

3.1.3.3.1.4 *Application des données d'horloge et des éphémérides.* Le récepteursurveillera la valeur IODnav et actualisera les éphémérides et les données d'horloge dès qu'un changement de paramètre sera détecté. Pour calculer la position et les corrections d'horloge, les récepteurs utiliseront pour chaque satellite des paramètres étiquetés IODnav correspondant à la même valeur IODnav. Ces paramètres seront extraits du plus récent ensemble de données de navigation transmis.

- Les valeurs IODnav n'augmentent pas nécessairement d'un échelon. Une valeur d'IODnav plus élevée ne signifie pas nécessairement qu'elle indique des données plus récentes. La seule comparaison valable entre les valeurs IODnav est de savoir si elles sont égales ou non.Pour le positionnement, les utilisateurs peuvent combiner le SIS de différents satellites avec des valeurs IODnav différentes, pourvu que les paramètres de navigation dérivés de chaque satellite aient une valeur IODnav unique.

3.1.3.3.1.5 *Durée de validité des données de navigation.* Le récepteur utilisera uniquement les éphémérides et les corrections d'horloge d'un ensemble de données de navigation pendant une période de temps n'excédant pas quatre heures par rapport au temps de référence des éphémérides (t_{0e}). Le récepteur ne se fiera pas aux critères de performance décrits dans le chapitre 3, § 3.7.3.1.3, si le t_{0e} dépasse quatre heures.

- Des éléments indicatifs sur le t_{0e} figurent dans le supplément D, § 4.1.3.11.

3.1.3.4 TEMPS

3.1.3.4.1 *Temps système Galileo (GST).* Le GST sera une échelle de temps continu basée sur la définition de la seconde (selon le Système international d'unités, SI) dont l'origine/impulsion de référence [GST (T0)] sera défini comme étant 13 secondes avant 1999-08-22 00:00:00 UTC. Le message de navigation de Galileo contiendra tous les paramètres nécessaires pour convertir le temps GST en temps UTC.

- Des éléments indicatifs sur le GST figurent dans le supplément D, § 4.1.3.9.

3.1.3.5 SYSTÈME DE COORDONNÉES

3.1.3.5.1 Les éphémérides diffusées par le service ouvert de Galileo détermineront la position du centre de phase de l'antenne d'émission du satellite considéré dans le cadre de référence ECEF du repère de référence terrestre (GTRF) de Galileo.

3.1.3.5.2 La différence du GTRF par rapport à la dernière mise en œuvre physique du Repère international de référence terrestre (ITRF) ne dépassera pas 3 cm à 95 % mondialement.

1.- Le WGS-84 et le GTRF sont des réalisations de l'ITRF. La différence entre le GTRF et le WGS-84 utilisé dans le GPS n'est pas considérée comme importante pour l'aviation.

2.- Des renseignements supplémentaires sur le GTRF figurent dans le supplément D, § 4.1.3.10.

3.1.4 Service ouvert (OS) du Système de navigation par satellite BeiDou (BDS) (B1I, B1C et B2a)

3.1.4.1 ÉLÉMENTS NON EMBARQUÉS

3.1.4.1.1 *CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES DU BDS*

- La présente section décrit les caractéristiques radioélectriques des signaux B1I, B1C et B2a du BDS transmis par les satellites en MEO et en IGSO du BDS-3.

3.1.4.1.1.1 *Exigences communes aux signaux B1I, B1C et B2a*

3.1.4.1.1.1.1 *Bruit de la phase de la porteuse.* La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée B1I, B1C et B2a sera telle qu'une boucle à verrouillage de phase de troisième ordre ayant une largeur de bande passante de bruit de 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision de 0,1 radian en moyenne quadratique.

3.1.4.1.1.1.2 *Rayonnement non essentiel.* Dans la largeur de bande attribuée du canal, la puissance du rayonnement non essentiel dans la bande sera inférieure d'au moins 50 dB à la puissance de la porteuse non modulée B1I, B1C et B2a.

- La largeur de bande attribuée du canal au signal B1I est de 4,096 MHz. La largeur de bande attribuée au signal B1C est de 32,736 MHz. La largeur de bande attribuée au signal B2a est de 20,46 MHz.

3.1.4.1.1.1.3 *Cohérence des données/du code.* Le bord de chaque symbole de données sera aligné sur le bord du chip de code de mesure de distance correspondant, et l'heure du début du premier chip du code périodique de mesure de distance sera aligné sur le bit du symbole de données. Les bords de chaque chip de code secon-

daire seront alignés sur les bords du chip de code primaire et l'heure du début de chaque chip de code primaire sera alignée sur l'heure du début de chaque chip de code secondaire.

3.1.4.1.1.2 *Caractéristiques radioélectriques du signal B1I*

3.1.4.1.1.2.1 *Perte de corrélation du signal B1I.* La perte de corrélation due aux distorsions de la charge utile ne dépassera pas 0,6 dB pour le signal B1I.

3.1.4.1.1.2.2 *Code de mesure de distance du signal B1I.* La vitesse du code de mesure de distance du signal B1I sera de 2,046 mégachips par seconde, et sa longueur sera de 2 046 chips. Le code de mesure de distance du signal B1I (ci-après appelé C_{B1I}) sera un code Gold équilibré tronqué avec le dernier chip. Le code Gold sera généré au moyen de l'addition modulo 2 des séquences G1 et G2 qui sont respectivement dérivées de deux registres linéaires de 11 bits. Le générateur du C_{B1I} sera présenté dans la figure B-19.

- Des renseignements supplémentaires relatifs au code de mesure de distance du signal B1I figurent dans le document BeiDou Navigation Satellite System Signal In Space Interface Control Document*,* Open Service Signal B11 *(version 3.0), daté de février 2019 (ci-après désigné « BDS OS B1I ICD »), section 4.3.*

3.1.4.1.1.3 *Caractéristiques radioélectriques du signal B1C*

3.1.4.1.1.3.1 *Perte de corrélation du signal B1C.* La perte de corrélation due aux distorsions de la charge utile ne dépassera pas 0,3 dB pour le signal B1C.

3.1.4.1.1.3.2 *Génération du signal B1C.* Le signal B1C aura deux composantes, la composante de données B1C et la composante pilote B1C.

3.1.4.1.1.3.3 *Division de la puissance du signal B1C.* La puissance du signal B1C sera divisée selon un rapport de 1 à 3 entre la composante de données B1C et la composante pilote B1C.

3.1.4.1.1.3.4 *Code de mesure de distance de la composante de données B1C (C_{BIC_pilot}).* La séquence du code de mesure de distance de la composante de données du signal B1C sera un code primaire d'une longueur de 10 230 chips repris toutes les 10 millisecondes.

- Des renseignements supplémentaires relatifs au code primaire de la composante de données du signal B1C figurent dans le document BDS OS B1C ICD, section 5.2.1.

3.1.4.1.1.3.5 *Code de mesure de distance de la composante pilote B1C (C_{B1C_pilot}).* La séquence du code de mesure de distance de la composante pilote du signal B1C sera l'addition modulo 2 du code primaire d'une longueur de 10 230 chips repris toutes les 10 millisecondes et du code secondaire d'une longueur de 1 800 chips repris toutes les 18 000 millisecondes.

- Des renseignements supplémentaires relatifs au code primaire et au code secondaire de la composante pilote du signal B1C figurent dans le document BDS OS B1C ICD, sections 5.2.1 et 5.2.2.

3.1.4.1.1.3.6 *Génération de la composante de données du signal B1C (S_{BIC_data}).* La composante de données du signal B1C sera générée à partir des données du message de navigation (D_{BIC_data}) et du code de mesure de distance (C_{BIC_data}) modulés par la sous-porteuse SC_{B1C_data} à double décalage BOC (1,1).

3.1.4.1.1.3.7 *Génération de la composante pilote du signal B1C (S_{BIC_pilot}).* La composante pilote du signal B1C sera générée à partir du code de mesure de distance (C_{BIC_pilot}) modulé par la sous-porteuse SC_{B1C_pilot} QMBOC (6, 1, 4/33). La sous-porteuse sera composée d'une sous-porteuse BOC (1, 1) et d'une sous-porteuse BOC (6, 1) qui seront en quadrature de phase l'une avec l'autre et auront un rapport de puissance de 29:4.

- Des renseignements supplémentaires sur la modulation du signal B1C figurent dans le document BDS OS B1C ICD*, section 4.2.*

3.1.4.1.1.4 *Caractéristiques radioélectriques du signal B2a*

3.1.4.1.1.4.1 *Perte de corrélation du signal B2a.* La perte de corrélation du signal due aux distorsions de la charge utile ne dépassera pas 0,6 dB pour le signal B2a.

3.1.4.1.1.4.2 *Génération du signal B2a.* Le signal B2a aura deux composantes, à savoir la composante de données B2a et la composante pilote B2a.

3.1.4.1.1.4.3 *Division de la puissance du signal B2a.* La puissance du signal B2a sera divisée en parties égales entre la composante de données B2a et la composante pilote B2a.

3.1.4.1.1.4.4 *Code de mesure de distance de la composante de données du signal B2a (*C_{B2a_data}). La séquence du code de mesure de distance de la composante de données du signal B2a sera l'addition modulo 2 d'un code primaire d'une longueur de 10 230 chips repris à chaque milliseconde et d'un code secondaire d'une longueur de 5 chips répété toutes les 5 millisecondes.

- Des renseignements supplémentaires relatifs au code primaire et au code secondaire de la composante de données du signal B2a figurent dans le document BDS OS B2a ICD, sections 5.2.1 et 5.2.2.

3.1.4.1.1.4.5 *Code de mesure de distance de la composante pilote du signal B2a (*C_{B2a_pilot}*).* La séquence du code de mesure de distance de la composante pilote du signal B2a sera l'addition modulo 2 d'un code primaire d'une longueur de 10 230 chips repris toutes les 10 millisecondes et d'un code secondaire d'une longueur de 100 chips répété toutes les 100 millisecondes.

- Des renseignements supplémentaires relatifs au code primaire et au code secondaire de la composante pilote du signal B2a figurent dans le document BDS OS B2a ICD, sections 5.2.1 et 5.2.2.

3.1.4.1.1.4.6 *Génération de la composante de données du signal B2a* (S_{B2a_data}). La composante de données du signal B2a sera modulée selon la méthode BPSK (10) à partir des données des messages de navigation (D_{B2a_data}) et du code de mesure de distance (C_{B2a_data}).

3.1.4.1.1.4.7 *Génération de la composante pilote du signal B2a (*S_{B2a_pilot}). La composante pilote du signal B2a sera modulée selon la méthode BPSK uniquement à partir du code de mesure de distance $C_{B2a_pilot}(t)$.

- Des renseignements supplémentaires relatifs à la modulation du signal B2a figurent dans le document BDS OS B2a ICD*, section 4.2.*

3.1.4.1.2 *STRUCTURE DES DONNÉES*

3.1.4.1.2.1 *Caractéristiques du message B1I D1*

3.1.4.1.2.1.1 *Généralités.* Le message de navigation B1I diffusé par les signaux B1I des satellites en MEO et en IGSO du BDS-3 (« message de navigation D1 ») sera modulé avec le code secondaire Neuman-Hoffman (NH) de 1 kbps. Le message de navigation sera composé de supertrames, de trames et de sous-trames. La structure de la trame du message de navigation D1 sera celle qui est indiquée dans la figure B-20.
- Des renseignements supplémentaires relatifs au code NH figurent dans le document BDS OS B1I ICD*, section 5.2.1.*

3.1.4.1.2.1.2 *Supertrame.* Chaque supertrame sera composée de 36 000 bits. Chaque supertrame contiendra 24 trames (24 pages).

3.1.4.1.2.1.3 *Trame.* Chaque trame contiendra 1 500 bits. Chaque trame sera composée de 5 sous-trames.

3.1.4.1.2.1.4 *Sous-trame.* Chaque sous-trame contiendra 300 bits. Chaque sous-trame sera composée de 10 mots. Chaque mot contiendra 30 bits. Chaque mot sera composé de données du message de navigation et de bits de parité.

3.1.4.1.2.1.5 *Parité des données.* Le mot 1 de chaque sous-trame contiendra 26 bits d'information et 4 bits de parité dans les bits de poids faible (LSB), et les mots 2 à 10 contiendront 22 bits d'information et 8 bits de parité dans les LSB. Le codage Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (BCH)(15,11,1) sera utilisé pour la protection contre les erreurs et l'entrelacement.

- Des renseignements supplémentaires relatifs au codage BCH(15,11,1) figurent dans le document BDS OS B1I ICD*, section 5.1.3.*

3.1.4.1.2.1.6 *Préambule.* Les bits 1 à 11 de chaque sous-trame comprendront un préambule composé de la séquence de bits « 11100010010 ».

3.1.4.1.2.1.7 *Identification de la sous-trame.* Les bits 16 à 18 de chaque sous-trame contiendront l'identification de la sous-trame, codée comme suit :

Code	*001*	*010*	*011*	*100*	*101*	*110*	*111*
Identification de la sous-trame	1	2	3	4	5	Réservé	Réservé

3.1.4.1.2.1.8 *Secondes de la semaine (SOW).* Les bits 19 à 26 et les bits 31 à 42 de chaque sous-trame du message de navigation D1 contiendront les secondes de la semaine (SOW) de 20 bits définies comme étant le nombre de secondes écoulées depuis le dernier dimanche, à 00:00:00 BDT. Le décompte des SOW aura lieu au bord avant de la première impulsion du préambule (MSB) de la sous-trame.

3.1.4.1.2.1.9 *Bits réservés.* Les bits 12 à 15 de chaque sous-trame ou page d'une sous-trame seront réservés.

3.1.4.1.2.2 *Caractéristiques du message B1C*

3.1.4.1.2.2.1 *Généralités.* Le message de navigation B1C (message de navigation B-CNAV1) sera transmis comme une séquence de trames. Chaque trame contiendra 1 800 symboles avec un débit de 100 symboles par seconde. Chaque trame comprendra trois sous-trames dans la structure de base de la trame indiquée dans la figure B-21.

3.1.4.1.2.2.2 *Sous-trame 1.* La sous-trame contiendra 14 bits avant le codage de correction d'erreur BCH. Après le code BCH (21,6) + BCH (51,8), sa longueur sera de 72 symboles.

- Des renseignements supplémentaires relatifs au code de correction d'erreur BCH (21,6) + BCH (51,8) figurent dans le document BDS OS B1C ICD, section 6.2.2.1.

3.1.4.1.2.2.3 *Sous-trame 2.* La sous-trame 2 contiendra 600 bits avant le code de contrôle de parité à faible densité (LDPC). Les 576 bits de poids fort (MSB) de la sous-trame 2 seront pris en compte dans le calcul du CRC, et les 24 bits de poids faible (LSB) seront les bits de CRC correspondants. Après le code LDPC 64-aire (200, 100), sa longueur sera de 1 200 symboles

- Des renseignements supplémentaires relatifs au code LDPC 64-aire (200, 100) figurent dans le document BDS OS B1C ICD*, section 6.2.2.2.*

3.1.4.1.2.2.4 *Sous-trame 3.* La sous-trame 3 contiendra 264 bits avant le code LDPC. Les 6 bits de poids fort (MSB) seront la page type (identité de la page), les 24 bits de poids faible (LSB) seront les bits CRC, et les 234 restants seront les données du message. L'identité de la page (ID de page) et les données du message seront prises en compte dans le calcul du CRC. Après codage LDPC 64-aire (88,44), sa longueur sera de 528 symboles. La structure de la trame de la sous-trame 3 sera celle qui est indiquée dans la figure B-22.
- Des renseignements supplémentaires relatifs au codage LDPC 64-aire (88,44) figurent dans le document BDS OS B1C ICD*, section 6.2.2.3.*

3.1.4.1.2.2.5 *Entrelacement.* Après codage, la sous-trame 2 et la sous-trame 3 seront combinées et entrelacées à l'aide d'un entrelaceur par bloc.

- Des renseignements supplémentaires relatifs à l'entrelacement figurent dans le document BDS OS B1C ICD, section 6.2.2.4.

3.1.4.1.2.3 *Caractéristiques du message B2a*

3.1.4.1.2.3.1 *Généralités.* Le message de navigation B2a (« message de navigation B-CNAV2 ») sera transmis en tant que séquence de trames. Chaque trame comprendra 600 symboles au débit de 200 symboles par seconde. La structure de la trame de base du message B-CNAV2 sera celle qui est présentée dans la figure B-23.

3.1.4.1.2.3.2 *Structure de la trame.* Chaque trame sera composée d'un préambule de 24 symboles et d'un message de navigation de 288 bits avant le codage de correction d'erreurs. Après codage par LDPC 64-aire (96,48), sa longueur sera de 1 200 symboles.

- Des renseignements supplémentaires relatifs au codage LDPC 64-aire (96,48) figurent dans le document BDS OS B2a ICD*, section 6.2.2.*
3.1.4.1.2.3.2.1 *Préambule.* Chaque trame comprendra un préambule consistant en la séquence de bits « 111000100100110111101000 ».

3.1.4.1.2.3.2.2 *Message de navigation.* Chaque trame comprendra 288 bits avant le code LDPC, notamment le code PRN de 6 bits, le type de message de 6 bits, le SOW de 18 bits, les données de message de 234 bits et le

CRC de 24 bits. Le PRN, le type de message, le SOW et les données de message seront pris en compte dans le calcul du CRC. Après le codage LDPC 64-aire (96,48), la longueur de la trame sera de 576 symboles.

3.1.4.1.3 *TENEUR DES DONNÉES*

- *Une description complète de la teneur des données des mots transmis figure dans les documents* BDS OS B1I, BDS OS B1I I CD *et* BDS OS B2a ICD.

3.1.4.1.3.1 *Teneur des données B1I*

3.1.4.1.3.1.1 Les données de navigation B1I D1 contiendront les informations fournies dans le tableau B-42.

- *Des renseignements supplémentaires relatifs à la teneur des données B1I D1 et à l'application des données figurent dans le document* BDS OS B1I ICD*, section 5.2.4.*

3.1.4.1.3.1.2 *Indice de précision de distance pour l'usager (URAI).* Les bits 49 à 52 de la sous-trame 1 du message D1 contiendront l'URAI. L'URAI se situera entre 0 et 15. La précision de distance pour l'usager (URA) servira à décrire la précision du signal électromagnétique (SISA) en mètres. La relation entre l'URAI et l'URA est présentée dans le tableau B-43.

- *Des renseignements supplémentaires sur l'URAI figurent dans le document* BDS OS B1I ICD*, sections 5.2.4.5 et 5.2.3, figure 5-8.*

Tableau B-42.Contenu du message de navigation B1I D1

Numéro de sous-trame	*Numéro de page*	*Teneur des données*
1	*Sans objet*	Numéro de semaine (WN), indice de précision de distance pour l'usager (URAI), indicateur autonome de l'état du satellite (SatH1), paramètres de modèles ionosphériques (α_n, β_n, n=0 – 3), temps de propagation de groupe différentiel de l'équipement (T_{GD1},T_{GD2}), paramètres de correction d'horloge (t_{oc}, a_0, a_1, a_2), âge des données, horloge (AODC), âge des données, éphémérides (AODE)
2	*Sans objet*	Paramètres d'éphémérides (1/2) ($\sqrt{A}$, e, Δn, M_0, C_{uc}, C_{us}, C_{rc}, C_{rs})
3	*Sans objet*	Paramètres d'éphémérides (2/2) (t_{oe}, ω, Ω_0, $\dot{\Omega}$, i_0, IDOT, C_{ic}, C_{is})
4	1 à 24	Numéro de page, paramètres d'almanach (t_{oa},$\sqrt{A}$, e, ω, M_0, Ω_0, $\dot{\Omega}$, δ_i, a_0, a_1 AmEpID)
5	1 à 6	
5	7	Numéro de page, informations sur l'état de 19 satellites (Hea_i, i=1 – 19)
5	8	Numéro de page, informations sur l'état de 11 satellites (Hea_i, i=20 – 30), numéro de semaine de l'almanach (WN_a), t_{oa}
5	9	Numéro de page, paramètres de temps par rapport au temps GPS (A_{0GPS}, A_{1GPS}), paramètres de temps par rapport au temps GLONASS (A_{0GLO}, A_{1GLO}), paramètres de temps par rapport au temps Galileo (A_{0Gal}, A_{1Gal})
5	10	Numéro de page, paramètres de temps par rapport au temps UTC (A_{0UTC}, A_{1UTC}, Δt_{LS}, ΔtLSF,WNLSF, DN)
5	11 à 23	Numéro de page, paramètres d'almanach (t_{oa}, $\sqrt{A}$, e, ω, M_0, Ω_0, $\dot{\Omega}$, δ_i, a_0, a_1, AmID)
5	24	Numéro de page, informations sur l'état de 14 satellites (Hea_i, i=31 – 43)

3.1.4.1.3.1.3 *Indicateur autonome d'état du satellite (SatH1).* Le bit 43 de la sous-trame 1 du message D1 fournira le SatH1. Une valeur de « 0 » indiquera que le satellite émetteur est en état de fonctionner et une valeur de « 1 » indiquera que le satellite émetteur est hors d'état de fonctionner.

- *Des renseignements supplémentaires relatifs au SatH1 figurent dans le document* BDS OS B1I ICD*, sections 5.2.4.6 et 5.2.3, figure 5-8.*

3.1.4.1.3.1.4 Le paramètre de correction d'horloge du satellite t_{oc} sera transmis dans le message de navigation D1. La valeur du t_{oc} augmente de façon monotone au fil de la semaine et changera si l'un des paramètres de l'horloge change.

- La mise à jour des paramètres d'horloge commence toujours au début d'une supertrame.

Tableau B-43.Relation entre l'URAI et l'URA

Code	URAI	Gamme d'URA (m, 1σ)
0000	0	0,00 < URA ≤ 2,40
0001	1	2,40 < URA ≤ 3,40
0010	2	3,40 < URA ≤ 4,85
0011	3	4,85 < URA ≤ 6,85
0100	4	6,85 < URA ≤ 9,65
0101	5	9,65 < URA ≤ 13,65
0110	6	13,65 < URA ≤ 24,00
0111	7	24,00 < URA ≤ 48,00
1000	8	48,00 < URA ≤ 96,00
1001	9	96,00 < URA ≤ 192,00
1010	10	192,00 < URA ≤ 384,00
1011	11	384,00 < URA ≤ 768,00
1100	12	768,00 < URA ≤ 1 536,00
1101	13	1 536,00 < URA ≤ 3 072,00
1110	14	3 072,00 < URA ≤ 6 144,00
1111	15	URA > 6 144,00

3.1.4.1.3.1.5 Le paramètre d'éphémérides du satellite t_{oe} sera transmis dans le message de navigation D1. La valeur du t_{oe} augmentera de façon monotone au fil de la semaine et changera si l'un des paramètres d'éphémérides change. Si le t_{oe} change, le t_{oc} changera aussi.

- La mise à jour des paramètres d'éphémérides commence toujours au début d'une supertrame.
3.1.4.1.3.1.6 *Numéro de page (Pnum*). La sous-trame 4 et la sous-trame 5 auront 24 pages qui seront identifiées grâce aux numéros de page (Pnum) contenus dans les bits 44 à 50 des sous-trames.

3.1.4.1.3.1.7 *Identification d'almanachs étendus (AmEpID).* Les bits 291 à 292 des pages 1 à 24 de la sous-trame 4 et des pages 1 à 6 de la sous-trame 5 contiennent des AmEpID. Une valeur binaire d'AmEpID de « 11 » indiquera que les pages 11 à 23 de la sous-trame 5 sont utilisées pour diffuser les paramètres d'almanach pour SV ID 31 à 63, et la page 24 de la sous-trame 5 est utilisée pour diffuser l'information sur l'état des satellites pour SV ID 31 à 63. Autrement, les pages 11 à 24 de la sous-trame 5 seront réservées.

3.1.4.1.3.1.8 *Identification de la diffusion à temps partagé (AmID).* Les bits 291 et 292 des pages 11 à 23 de la soustrame 5 et les bits 216 et 217 de la page 24 de la sous-trame 5 fourniront l'AmID. L'AmID sera utilisée en combinaison avec l'AmEpID et le numéro de page (Pnum) pour indiquer le PRN du satellite qui transmet les paramètres d'almanach dans le Pnum. L'AmID sera utilisée uniquement lorsque l'AmEpID a une valeur binaire de « 11 ». Le régime de diffusion des paramètres de l'almanach des SV ID 31 à 63 est présenté dans le tableau B-44.

Tableau B-44.Régime de diffusion des paramètres de l'almanach des PRN 31 à 63

AmEpID	*AmID*	*Pnum*	*PRN*
	01	11 – 23	31 – 43
11	10	11 – 23	44 – 56
	11	11 – 17	57 – 63
		18 – 23	Réservé
	00	11 – 23	Réservé

3.1.4.1.3.2 *Teneur des données des signaux B1C et B2a*

3.1.4.1.3.2.1 Les données B-CNAV1 transmises par le signal B1C contiendront les informations qui figurent dans le tableau B-45. Les données B-CNAV2 transmises sur le signal B2a contiendront les types de message et les données indiqués dans le tableau B-46.

1.- Des informations supplémentaires sur la teneur des données B-CNAV1 et l'application des données figurent dans le document BDS OS B1C ICD*, section 7.*

2.- Des renseignements supplémentaires sur la teneur des données B-CNAV2 et l'application des données figurent dans le document BDS OS B2a ICD*, section 7.*

Tableau B-45.Teneur en informations du message de navigation B1C

Numéro de sous-trame	*Teneur des données*	
1	PRN, SOH	
2	WN, HOW, IODC (identification des données d'horloge), IODE (identification des éphémérides)	
	Blocs de données*	Éphémérides I* (aa_{iiee}, SatType, ΔAA,$AA\dot{}$, Δtt_0 , $\Delta tt\ddot{}_0$, MM_0 , ee, $\omega\omega$)
		Éphémérides II* (Ω0 , $ii0$, $\Omega\dot{}$, $ii\dot{0}$, *IIiiss*, *IIiicc*, *IIrrss*, *IIrrcc*, *IIuuss*, *IIuucc*)
		Paramètres de correction d'horloge* (*t*oc , $a0$, $a1$, $a2$)
	TGDB2ap, ISCB1Cd, TGDB1Cp, Rev, CRC	
3**	Type de page 1 [PageID, état de fonctionnement (HS), indicateur d'intégrité des données (DIF), indicateur d'intégrité du signal (SIF), indicateur d'intégrité de précision (AIF), indice de précision surveillée des signaux (SISMAI)***, SISAIoe, SISAIoc*, paramètres du modèle de correction des retards ionosphériques*, paramètres de décalage temporel BDT-UTC*]	
	Type de page 2 (PageID, HS, DIF, SIF, AIF, SISMAI***, SISAIoc*, WNa, t_{oa} , almanach réduit*)	
	Type de page 3 [PageID, HS, DIF, SIF, AIF, SISMAI***, SISAIoe, paramètres d'orientation de la Terre (EOP), paramètres de décalage temporel BDT-GNSS (BGTO)]	
	Type de page 4 (PageID, HS, DIF, SIF, AIF, SISMAI***, SISAIoc*, almanach midi*)	
* Blocs de données contenant un ensemble de paramètres. ** Un maximum de 63 types de page peut être défini pour la sous-trame 3. Actuellement, quatre types de page valides ont été définis, à savoir les types 1, 2, 3 et 4. *** La diffusion SISMA dans le message B-CNAV1 est réservée à une utilisation future.		

Tableau B-46.Types de message B2a et teneur des données

	*Type de message***	*Teneur des données*
1	10	PRN, MesType, SOW, WN, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), IODE, éphémérides I*
2	11	PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), éphémérides II*
3	30	PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), paramètres de correction de l'horloge*, IODC, T_{GDB2ap}, ISC_{B2ad}, paramètres du modèle de correction des retards ionosphériques*, T_{GDB1Cp}
4	31	PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), paramètres de correction d'horloge*, IODC, WNa, toa, paramètres d'almanach réduits*
5	32	PRN, MesType, SOW, HS,DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), paramètres de correction d'horloge*, IODC, EOP

6	33	PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), AIF(B1C), paramètres de correction d'horloge*, paramètres BGTO*, paramètres d'almanach réduits*, IODC, WNa, toa
7	34	PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), SISAIoc*, paramètres de correction d'horloge*, IODC, paramètre de décalage temporel BDTUTC*
8	40	PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a), SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), SISAIoe, SISAIoc*, paramètres d'almanach midi*
* Blocs de données contenant un ensemble de paramètres. ** Un maximum de 63 types de message peut être défini pour le message de navigation B-CNAV2. Actuellement, huit types de message valides sont définis : les types 10, 11, 30, 31, 32, 33, 34 et 40. *** L'ordre de diffusion des types de message B-CNAV2 peut être modifié de façon dynamique. Toutefois, les types de message 10 et 11 sont diffusés ensemble continuellement. **** La diffusion SISMAI dans le message B-CNAV2 est réservé à une utilisation future.		

3.1.4.1.3.2.2 *Type de page.* L'identité de la page sera utilisée pour identifier les types de page de la sous-trame 3 comprise dans le message B-CNAV1. Elle sera composée d'un entier sans signe de 6 bits. Sa définition figure dans le tableau B-47.

Tableau B-47.Définition du type de page

Identité de page (binaire)	*Type de page*
000000	Non valide
000001	1
000010	2
000011	3
000100	4
Autres	Réservé

3.1.4.1.3.2.3 *Type de message (MesType).* Le type de message sera utilisé pour identifier les types de message des trames du message B-CNAV2. Il sera composé d'un entier sans signe de 6 bits. Sa définition figure dans le tableau B-48.

Tableau B-48.Définition du type de message

Type de message (binaire)	*Type de message*
000000	Non valide
001010	10
001011	11
011110	30
011111	31
100000	32
100001	33
100010	34
101000	40
Autres	Réservé

3.1.4.1.3.2.4 *Identification des données*

1.- Des renseignements supplémentaires relatifs à l'identification des données du signal B1C figurent dans le document BDS OS B1C ICD*, section 7.4.1, tableau 7-3, et section 7.4.2, tableau 7-4.*
2.- Des renseignements supplémentaires relatifs à l'identification des données du signal B2a figurent dans le document BDS OS B2a ICD*, section 7.4.1, tableau 7-3, et section 7.4.2, tableau 7-4.*

3.1.4.1.3.2.4.1 *Identification des éphémérides (IODE).* L'IODE indiquera le numéro d'identification d'un ensemble de paramètres d'éphémérides. La valeur de l'IODE sera actualisée lorsqu'un paramètre d'éphémérides est mis à jour. Les valeurs de l'IODE indiqueront l'éventail de l'âge des données d'éphémérides. L'âge des données d'éphémérides sera défini comme étant le décalage entre le temps de référence des éphémérides (t_{oe}) et le dernier temps mesuré pour la génération des paramètres d'éphémérides. Les valeurs de l'IODE ne seront pas répétées en l'espace de 24 heures. La relation entre les valeurs de l'IODE et l'âge des données d'éphémérides sera celle qui est indiquée dans le tableau B-49.

Tableau B-49.Relation entre les valeurs de l'IODE et l'âge des données d'éphémérides

Valeur de l'IODE	*Âge des données d'éphémérides*
0 – 59	Moins de 12 heures
60 – 119	12 heures – 24 heures
120 – 179	1 jour – 7 jours
180 – 239	Réservé
240 – 255	Plus de 7 jours

3.1.4.1.3.2.4.2 *Identification des données d'horloge (IODC).* L'IODC indiquera le numéro d'identification d'un ensemble de paramètres de correction d'horloge. La valeur de l'IODC sera actualisée chaque fois qu'un paramètre d'horloge sera mis à jour. Les valeurs de l'IODC indiqueront l'éventail de l'âge des données de correction d'horloge. L'âge des données de correction d'horloge sera défini comme étant le décalage entre le temps de référence des paramètres de correction d'horloge (t_{oc}) et le dernier temps mesuré pour la génération des paramètres de correction d'horloge. L'éventail de l'âge des données de correction d'horloge sera défini par les 2 bits de poids fort (MSB) de l'IODC ensemble avec les 8 bits de poids faible (LSB) de l'IODC. Les valeurs de l'IODC ne seront pas répétées en l'espace de 24 heures. La relation entre les valeurs de l'IODC et l'âge des données de correction d'horloge sera celle qui est indiquée au tableau B-50.

Tableau B-50. Relation entre les valeurs de l'IODC et l'âge des données de correction d'horloge

2 bits de poids fort (MSB) de l'IODC	*8 bits de poids faible (LSB) de l'IODC*	*Âge des données de correction d'horloge*
00	0 – 59 60 – 119 120 – 179 180 – 239 240 – 255	Moins de 12 heures 12 heures – 24 heures 1 jour – 7 jours Réservé Plus de 7 jours
01	0 – 59 60 – 119 120 – 179 180 – 239 240 – 255	Moins de 12 heures Moins de 12 heures Moins de 1 jour Réservé Pas plus de 7 jours
10	0 – 59 60 – 119 120 – 179 180 – 239 240 – 255	Plus de 12 jours Plus de 24 heures Plus de 7 jours Réservé Plus de 7 jours
11	Réservé	Réservé

3.1.4.1.3.2.5 *État de fonctionnement du satellite (SHS).* Le SHS indiquera si le satellite émetteur est en état de fonctionner ou hors d'état de fonctionner. Les définitions du paramètre SHS seront celles qui sont indiquées dans le tableau B-51.

1.- Des renseignements supplémentaires relatifs au SHS du signal B1C figurent dans le document BCD OS B1C ICD, section 7.14, tableau 7-22.

2.- Des renseignements supplémentaires relatifs au SHS du signal B2a figurent dans le document BCD OS B2a ICD, section 7.14, tableau 7-22.

Tableau B-51.Définitions du paramètre SHS

Valeur du SHS	*Définition*	*Description*
0	Le satellite est en état de fonctionner	Le satellite fournit des services
1	Le satellite est hors d'état de fonctionner ou est à l'essai	Le satellite ne fournit pas de services
2	Réservé	Réservé
3	Réservé	Réservé

3.1.4.1.3.2.6 *État d'intégrité du satellite.* L'état d'intégrité du satellite sera communiqué par deux paramètres : l'indicateur d'intégrité des données (DIF) et l'indicateur d'intégrité du signal (SIF). Chacun occupera 1 bit et leurs définitions seront celles qui figurent au tableau B-52.

1.- Des renseignements supplémentaires relatifs à l'indicateur d'état d'intégrité du satellite B1C figurent dans le document BCD OS B1C ICD*, section 7.15, tableau 7-23.*

2.- Des renseignements supplémentaires relatifs à l'indicateur d'état d'intégrité du satellite B2a figurent dans le document BCD OS B2a ICD*, section 7.15, tableau 7-23.*

Tableau B-52. Définitions des paramètres de l'indicateur d'état d'intégrité du satellite

Paramètre	*Valeur*	*Définition*
DIF	0	Les paramètres du message d'erreur transmis dans ce signal ne dépassent pas la précision prévue
	1	Les paramètres du message d'erreur transmis dans ce signal dépassent la précision prévue
SIF	0	Le signal est normal
	1	Le signal est anormal

3.1.4.1.3.2.7 *État de fonctionnement du signal électromagnétique transmis par le satellite (SISHS)*

3.1.4.1.3.2.7.1 L'état de fonctionnement du signal électromagnétique (SISHS) transmis par le service ouvert du BDS prendra l'une des trois formes suivantes :

a) en état de fonctionner : le signal remplit les conditions minimales de performance spécifiées dans le présent document ;
b) hors d'état de fonctionner : le signal ne fournit pas de services ou est à l'essai ;
c) marginal : le signal n'est dans aucun des deux états précédents.

3.1.4.1.3.2.7.2 Le SISHS des signaux B1C et B2a sera indiqué par une combinaison de trois indicateurs du SIS, à savoir HS, SIF et DIF. La mise en correspondance entre les valeurs des trois indicateurs et l'état de fonctionnement du SISHS des signaux B1C/B2a sera celle qui figure au tableau B-53.

Tableau B-53. Mise en correspondance entre les valeurs des trois indicateurs et le SISHS des signaux B1C/B2a

SISHS des signaux B1C/B2a	*HS*	*SIF*	*DIF*
En état de fonctionner	0	0	0
Marginal	0	0	1
	2/3	0	0
Hors d'état de fonctionner	N'importe quelle valeur	1	0/1
	1	0/1	0/1

3.1.4.1.3.2.8 *Indices de précision du signal électromagnétique (SISA).* Le SISA décrira la précision prédictive des paramètres orbitaux et des paramètres de correction d'horloge diffusés dans le message de navigation. Il comprendra la précision longitudinale et latérale de l'orbite du satellite ($SISA_{oe}$), ainsi que la précision du rayon de l'orbite du satellite et la précision de la correction d'horloge du satellite ($SISA_{oc}$). Les paramètres de l'indice SISA ci-après seront utilisés pour calculer l'indice $SISA_{oe}$ et l'indice $SISA_{oc}$ et seront transmis dans la sous-trame 3 du message B-CNAV1 pour le signal B1C et dans le type de message 40 du message B-CNAV2 pour le signal B2a, respectivement :

a) $SISAI_{oe}$, qui est un entier signé à complément à 2 compris entre +15 et –16, indiquera la précision longitudinale et latérale combinée de l'orbite du satellite, comme le montre le tableau B-54 ;
b) $SISAI_{ocb}$, qui est un entier signé à complément à 2 compris entre +15 et –16, indiquera la précision combinée de l'orbite radiale et du biais d'horloge du satellite, comme le montre le tableau B-55 ;
c) $SISAI_{oc1}$, dont la valeur entière est comprise entre 0 et 7, indiquera la précision de la dérive de l'horloge du satellite ;
d) $SISAI_{oc2}$, dont la valeur entière est comprise entre 0 et 7, indiquera la précision du taux de dérive de l'horloge du satellite ;
e) t_{op} indiquera le temps de la semaine en secondes pour la prédiction des données transmis.

1.- Des renseignements supplémentaires relatifs aux paramètres de l'indice SISA figurent dans le document BDS OS B1C ICD*, section 7.16.*

2.- Des renseignements supplémentaires relatifs aux paramètres de l'indice SISA figurent dans le document BDS OS B2a ICD*, section 7.16.*

Tableau B-54.Mise en correspondance entre l'indice $SISA_{oe}$ et $SISA_{oe}$

Indice $SISA_{oe}$	*$SISA_{oe}$ (en mètres)*
15	*6 144,00 < $SISA_{oe}$ (ou aucune prédiction de la précision n'est disponible)*
14	*3 072,00 < $SISA_{oe}$ ≤ 6 144,00*
13	*1 536,00 < $SISA_{oe}$ ≤ 3 072,00*
12	*768,00 < $SISA_{oe}$ ≤ 1 536,00*
11	*384,00 < $SISA_{oe}$ ≤ 768,00*
10	*192,00 < $SISA_{oe}$ ≤ 384,00*
9	*96,00 < $SISA_{oe}$ ≤ 192,00*
8	*48,00 < $SISA_{oe}$ ≤ 96,00*
7	*24,00 < $SISA_{oe}$ ≤ 48,00*
6	*13,65 < $SISA_{oe}$ ≤ 24,00*
5	*9,65 < $SISA_{oe}$ ≤ 13,65*

4	*6,85 < $SISA_{oe}$ ≤ 9,65*
3	*4,85 < $SISA_{oe}$ ≤ 6,85*
2	*3,40 < $SISA_{oe}$ ≤ 4,85*
1	*2,40 < $SISA_{oe}$ ≤ 3,40*
0	*1,70 < $SISA_{oe}$ ≤ 2,40*
–1	*1,20 < $SISA_{oe}$ ≤ 1,70*
–2	*0,85 < $SISA_{oe}$ ≤ 1,20*
–3	*0,60 < $SISA_{oe}$ ≤ 0,85*
–4	*0,43 < $SISA_{oe}$ ≤ 0,60*
–5	*0,30 < $SISA_{oe}$ ≤ 0,43*
–6	*0,21 < $SISA_{oe}$ ≤ 0,30*
–7	*0,15 < $SISA_{oe}$ ≤ 0,21*
–8	*0,11 < $SISA_{oe}$ ≤ 0,15*
–9	*0,08 < $SISA_{oe}$ ≤ 0,11*
–10	*0,06 < $SISA_{oe}$ ≤ 0,08*
–11	*0,04 < $SISA_{oe}$ ≤ 0,06*
–12	*0,03 < $SISA_{oe}$ ≤ 0,04*
–13	*0,02 < $SISA_{oe}$ ≤ 0,03*
–14	*0,01 < $SISA_{oe}$ ≤ 0,02*
–15	*$SISA_{oe}$ ≤ 0,01*
–16	*Aucune prédiction de la précision n'est disponible – utilisation à vos risques et périls*

Tableau B-55.Mise en correspondance entre l'indice $SISA_{ocb}$ et $SISA_{ocb}$

Indice $SISA_{ocb}$	$SISA_{ocb}$ (en mètres)
15	*6 144,00 < $SISA_{ocb}$ (ou aucune prédiction de la précision n'est disponible)*
14	*3 072,00 < $SISA_{ocb}$ ≤ 6 144,00*
13	*1 536,00 < $SISA_{ocb}$ ≤ 3 072,00*
12	*768,00 < $SISA_{ocb}$ ≤ 1 536,00*
11	*384,00 < $SISA_{ocb}$ ≤ 768,00*
10	*192,00 < $SISA_{ocb}$ ≤ 384,00*
9	*96,00 < $SISA_{ocb}$ ≤ 192,00*
8	*48,00 < $SISA_{ocb}$ ≤ 96,00*
7	*24,00 < $SISA_{ocb}$ ≤ 48,00*
6	*13,65 < $SISA_{ocb}$ ≤ 24,00*
5	*9,65 < $SISA_{ocb}$ ≤ 13,65*
4	*6,85 < $SISA_{ocb}$ ≤ 9,65*
3	*4,85 < $SISA_{ocb}$ ≤ 6,85*
2	*3,40 < $SISA_{ocb}$ ≤ 4,85*
1	*2,40 < $SISA_{ocb}$ ≤ 3,40*
0	*1,70 < $SISA_{ocb}$ ≤ 2,40*
-1	*1,20< $SISA_{ocb}$ ≤ 1,70*
-2	*0,85< $SISA_{ocb}$ ≤ 1,20*
-3	*0,60 < $SISA_{ocb}$ ≤ 0,85*
-4	*0,43 < $SISA_{ocb}$ ≤ 0,60*
-5	*0,30 < $SISA_{ocb}$ ≤ 0,43*
-6	*0,21 < $SISA_{ocb}$ ≤ 0,30*
-7	*0,15 < $SISA_{ocb}$ ≤ 0,21*
-8	*0,11 < $SISA_{ocb}$ ≤ 0,15*
-9	*0,08 < $SISA_{ocb}$ ≤ 0,11*
-10	*0,06 < $SISA_{ocb}$ ≤ 0,08*
-11	*0,04 < $SISA_{ocb}$ ≤ 0,06*
-12	*0,03 < $SISA_{ocb}$ ≤ 0,04*
-13	*0,02 < $SISA_{ocb}$ ≤ 0,03*
-14	*0,01 < $SISA_{ocb}$ ≤ 0,02*
-15	*$SISA_{ocb}$ ≤ 0,01*
-16	*Aucune prédiction de la précision n'est disponible – utilisation à vos risques et périls*

3.1.4.2 DÉFINITION DES PROTOCOLES POUR L'APPLICATION DE DONNÉES

- La présente section précise les relations entre les paramètres contenus dans les messages de données. Elle définit des paramètres qui ne sont pas transmis mais qui sont utilisés par les éléments embarqués ou non embarqués et qui définissent des termes appliqués pour déterminer la solution de navigation et son intégrité.

3.1.4.2.1 *Algorithmes de parité*

3.1.4.2.1.1 Le message D1 utilise le codage BCH (15,11,1) comme algorithmes de parité, comme l'indique le § 3.1.4.1.2.1.5.

3.1.4.2.1.2 Le message B-CNAV1 et le message B-CNAV2 utilisent un CRC de 24 bits. Le code CRC sera calculé conformément aux indication du § 3.7, au moyen du polynôme générateur suivant :

$$G(X) = \sum_{i=0}^{24} g_i X^i$$

où G_i = 1 pour 0, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 17, 18, 23, 24, et 0 autrement.

3.1.4.2.2 *Paramètres de correction d'horloge du satellite*

3.1.4.2.2.1 Le temps t du système BDS sera calculé comme suit :

$$t = t_{sv} - \Delta t_{sv}$$

$t = t_{sv} - \Delta t_{sv}$

où :

t = BDT en secondes à la transmission du message ;
t_{sv} = temps réel de la phase de code de mesure de distance du satellite en secondes à la transmission du message ;
Δt_{sv} = déphasage de code de mesure de distance du satellite en secondes défini comme suit :

$\Delta t_{sv} = a_0 + a_1(t - t_{oc}) + a_2(t - t_{oc})^2 + \Delta t_r$

où :

a_0, a_1 et a_2 et t_{oc} sont des paramètres transmis dans la sous-trame 1 du message de navigation D1, dans la sous-trame 2 du message B-CNAV1 et des types de message 30, 31, 32, 32, 33 et 34 du message B-CNAV2 ;

Δt_r est l'effet de correction relativiste défini comme suit :

$\Delta t_r = F \cdot e \cdot \sqrt{A} \cdot \sin E_k$,

où :

e,$\sqrt{AA}$, E_k, sont des paramètres que l'on peut obtenir de la sous-trame 2 et de la sous-trame 3 du message de navigation

D1, de la sous-trame 2 du message B-CNAV1 et des types de message 10 et 11 du message B-CNAV2 ;
F = -2μ1/2/c2 ;

$\mu = 3{,}986004418 \times 10^{14}$ m^3/s^2, est la valeur de la constante gravitationnelle de la Terre ;
$c = 2{,}99792458 \times 10^8$ m/s, est la vitesse de la lumière.

3.1.4.2.2.2 *Temps du système BDS par rapport au temps UTC (NTSC).* Le décalage entre le temps BeiDou et le temps UTC sera déterminé à l'aide des données du signal B1I, du signal B1C ou du signal B2a.

- Des renseignements supplémentaires relatifs aux paramètres et aux algorithmes de temps du système BeiDou par rapport au temps UTC figurent dans les documents BDS OS B1I ICD*, section 5.2.4.18,* BDS OS B1C ICD*, section 7.12, et* BDS OS B2a ICD*, section 7.12.*

3.1.4.2.3 *Position du satellite*

3.1.4.2.3.1 *Solution de position du satellite B1I.* La position actuelle du satellite sera calculée suivant les indications fournies au tableau B-56.

1.- La position actuelle du satellite est définie à l'aide des paramètres d'éphémérides. Les paramètres d'éphémérides (t_{oe},, $\sqrt{AA}$, e, ω, Δn, M_0, Ω_0, ΩΩ, i_0, IDOT, C_{uc}, C_{us}, C_{rc}, C_{rs}, C_{ic}, C_{is}) utilisés dans la solution de position du satellite B1I sont des paramètres transmis par la sous-trame 2 et la sous-trame 3 du message de navigation D1.
2.- Des renseignements supplémentaires relatifs aux paramètres et aux algorithmes d'éphémérides figurent dans le document BDS OS B1I ICD*, section 5.2.4.12.*

3.1.4.2.3.2 *Solution de position des satellites B1C et B2a.* La position actuelle du satellite sera calculée suivant les indications du tableau B-57.

1.- La position actuelle du satellite est définie au moyen des paramètres de calcul d'éphémérides. Les paramètres de calcul d'éphémérides(t_{oe}, SatType, ΔA, $\dot{A}$, Δn_0, $\Delta \dot{n}_0$, M_0, e, ω, Ω_0, i_0, $\dot{\Omega}$, $\dot{i}_0$, C_{is}, C_{ic}, C_{rs}, C_{rc}, C_{us}, C_{uc}) utilisés dans la solution de position des satellites B1C et B2a sont des paramètres transmis par les sous-trames 2 et 3 du message de navigation B-CNAV1 ou par les types 10 et 11 du message de navigation B-CNAV2.
2.- Des renseignements supplémentaires relatifs aux paramètres et aux algorithmes d'éphémérides figurent dans les documents BDS OS B1C ICD*, section 7.7, et* BDS OS B2a ICD*, section 7.7.*

Tableau B-56. Algorithme de calcul d'éphémérides du satellite B1I

Étapes de calcul	*Description*
$\mu = 3{,}986004418 \times 10^{14}\ m^3/s^2$	Valeur de la constante gravitationnelle de la Terre dans le BDCS
$\dot{\Omega}_e = 7{,}2921150 \times 10^{-5}$ rad/s	Valeur de la vitesse de rotation de la Terre dans le BDCS
$\pi = 3{,}1415926535898$	Rapport de la circonférence d'un cercle à son diamètre
$A = (\sqrt{A})^2$	Demi-grand axe calculé
$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{A^3}}$	Déplacement moyen calculé (radians/s)
$t_k = t - t_{oe}$ *	Temps écoulé depuis l'impulsion de référence des éphémérides
$n = n_0 + \Delta n$	Déplacement moyen corrigé
$M_k = M_0 + nt_k$	Anomalie moyenne calculée
$M_k = E_k - e\sin E_k$	Formule de Kepler donnant l'anomalie excentrique (radians)
$\begin{cases} \sin v_k = \frac{\sqrt{1-e^2}\sin E_k}{1-e\cos E_k} \\ \cos v_k = \frac{\cos E_k - e}{1-e\cos E_k} \end{cases}$	Anomalie réelle calculée
$\phi_k = v_k + \omega$	Latitude calculée
$\begin{cases} \delta u_k = C_{us}\sin(2\phi_k) + C_{uc}\cos(2\phi_k) \\ \delta r_k = C_{rs}\sin(2\phi_k) + C_{rc}\cos(2\phi_k) \\ \delta i_k = C_{is}\sin(2\phi_k) + C_{ic}\cos(2\phi_k) \end{cases}$	Correction en latitude Correction de rayon Correction d'inclinaison
$u_k = \phi_k + \delta u_k$	Paramètres corrigés de la latitude
$r_k = A(1 - e\cos E_k) + \delta r_k$	Rayon corrigé
$i_k = i_0 + IDOT \cdot t_k + \delta i_k$	Inclinaison corrigée
$\begin{cases} x_k = r_k\cos u_k \\ y_k = r_k\sin u_k \end{cases}$	Positions calculées du satellite dans le plan orbital
$\Omega_k = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \dot{\Omega}_e)t_k - \dot{\Omega}_e t_{oe}$ $\begin{cases} X_k = x_k\cos\Omega_k - y_k\cos i_k\sin\Omega_k \\ Y_k = x_k\sin\Omega_k + y_k\cos i_k\cos\Omega_k \\ Z_k = y_k\sin i_k \end{cases}$	Longitude corrigée du nœud ascendant dans le BDCS ; Coordonnées du satellite en MEO/IGSO dans le BDCS

* Dans les équations, « t » est le BDT au moment de l'émission du signal. « t_k » est l'écart total entre le temps t et le temps de référence des éphémérides t_{oe}, compte tenu des changements de semaine (si t_k est supérieur à 302 400 secondes, lui soustraire 604 800 secondes ; si t_k est inférieur à 302 400 secondes, lui ajouter 604 800 secondes).

Tableau B-57. Algorithme de calcul d'éphémérides des satellites B1C/B2a

Étapes de calcul	*Description*
$\mu = 3{,}986004418 \times 10^{14}\ m^3/s^2$	Constante gravitationnelle géocentrique du BDCS
$\dot{\Omega}_e = 7{,}2921150 \times 10^{-5}\ rad/s$	Vitesse de rotation de la Terre du BDCS
$\pi = 3{,}1415926535898$	Rapport de la circonférence d'un cercle à son diamètre
$t_k = t - t_{oe}$ **	Temps écoulé depuis l'impulsion du temps de référence des éphémérides
$A_0 = A_{ref} + \Delta A$*	Demi-grand axe à l'heure de référence
$A_k = A_0 + (\dot{A})t_k$	Demi-grand axe
$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{A_0^3}}$	Déplacement moyen calculé (radians/s) à l'heure de référence
$\Delta n_A = \Delta n_0 + 1/2\,\Delta \dot{n}_0 t_k$	Différence entre le déplacement moyen et la valeur calculée
$n_A = n_0 + \Delta n_A$	Déplacement moyen corrigé
$M_k = M_0 + n_A t_k$	Anomalie moyenne
$M_k = E_k - e \sin E_k$	Formule de Kepler donnant l'anomalie excentrique (radians)
$\begin{cases} \sin v_k = \dfrac{\sqrt{1-e^2}\sin E_k}{1 - e\cos E_k} \\ \cos v_k = \dfrac{\cos E_k - e}{1 - e\cos E_k} \end{cases}$	Anomalie réelle
$\Phi_k = V_k + \omega$	Latitude
$\begin{cases} \delta u_k = C_{us}\sin(2\Phi_k) + C_{uc}\cos(2\Phi_k) \\ \delta r_k = C_{rs}\sin(2\Phi_k) + C_{rc}\cos(2\Phi_k) \\ \delta i_k = C_{is}\sin(2\Phi_k) + C_{ic}\cos(2\Phi_k) \end{cases}$	Correction en latitude Correction de rayon Correction d'inclinaison
$u_k = \Phi_k + \delta u_k$	Latitude corrigée
$r_k = A_k(1 - e\cos E_k) + \delta r_k$	Rayon corrigé
$i_k = i_0 + \dot{i}_0 \cdot t_k + \delta i_k$	Inclinaison corrigée
$\begin{cases} x_k = r_k \cos u_k \\ y_k = r_k \sin u_k \end{cases}$	Position dans le plan orbital
$\Omega_k = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \dot{\Omega}_e)t_k - \dot{\Omega}_e t_{oe}$	Latitude corrigée du nœud ascendant
$\begin{cases} X_k = x_k\cos\Omega_k - y_k\cos i_k \sin\Omega_k \\ Y_k = x_k\sin\Omega_k + y_k\cos i_k\cos\Omega_k \\ Z_k = y_k \sin i_k \end{cases}$	Coordonnées du centre de phase de l'antenne du satellite en MEO/IGSO dans le BDCS

* Valeur de référence du demi-grand axe : $A_{ref} = 27906100m\ (MEO).A_{ref} = 42162200m$ (IGSO/GEO).

** Dans l'équation, t est le BDT au moment de l'émission, corrigé pour le temps de propagation. De plus, t_k est l'écart total entre le temps t et l'instant de l'impulsion t_{oe}, compte tenu des changements de semaine (si t_k est supérieur à 302 400 secondes, lui soustraire 604 800 secondes ; si t_k est inférieur à −302 400 secondes, lui ajouter 604 800 secondes).

3.1.4.2.4 Correction de retard ionosphérique

3.1.4.2.4.1 Correction de retard ionosphérique du satellite B1I. La correction de retard ionosphérique du satellite B1I sera calculée suivant les indications fournies dans le tableau B-58.

Tableau B-58. Calcul du retard ionosphérique utilisant une fréquence unique pour B1I

Étapes de calcul	*Description*
t_E	t_E i est le nombre de secondes de la semaine (SOW) du BDT calculé par l'utilisateur.
$\Psi = \frac{\pi}{2} - E - \arcsin\left(\frac{R}{R+h} \cdot \cos E\right)$	Ψ est l'angle au centre de la Terre en radians entre la position de l'usager et le point de pénétration ionosphérique (IPP). R est le rayon moyen de la Terre (6 378 km). E est l'angle de site en radians du satellite par rapport à la position de l'utilisateur. H est la hauteur de l'ionosphère (375 km).
$\Phi_M = \arcsin(\sin\Phi_u \cdot \cos\Psi + \cos\Phi_u \cdot \sin\Psi \cdot \cos A)$	Φ_Mi est la latitude géographique en radians de la projection à la surface de la Terre de l'IPP. A est l'azimut du satellite en radians à partir de la position de l'usager.
$\lambda_M = \lambda_u + \arcsin\left(\frac{\sin\Psi \cdot \sin A}{\cos\Phi_M}\right)$	λ_M est la longitude géomagnétique en radians de la projection à la surface de la Terre de l'IPP.
$t = (t_E + \lambda_M \times 43200/\pi)\ [modulo\ 86400]$	t est l'heure locale (intervalle 0 – 86 400 secondes) pour la projection à la surface de la Terre de l'IPP.
$A_2 = \begin{cases} \sum_{n=0}^{3} \alpha_n \left\lvert \Phi_M/\pi \right\rvert^n, A_2 \geq 0 \\ 0 \quad , \quad A_2 < 0 \end{cases}$	A_2 est l'amplitude de la courbe sinusoïdale de Klobuchar en journée calculée à partir de α_n. α_n : coefficients transmis dans la sous-trame 3 du message de navigation D1.
$A_4 = \begin{cases} 172800 \quad , \quad A_4 \geq 172800 \\ \sum_{n=0}^{3} \beta_n \left\lvert \Phi_M/\pi \right\rvert^n, 172800 > A_4 \geq 72000 \\ 72000 \quad , \quad A_4 < 72000 \end{cases}$	A_4 est la période de la courbe sinusoïdale en secondes ; β_n sont les coefficients transmis dans la sous-trame 3 du message de navigation D1.
$I_z'(t) \begin{cases} 5 \times 10^{-9} + A_2 \cos\left[\frac{2\pi(t-50400)}{A_4}\right], \lvert t-50400\rvert < A_4/4 \\ 5 \times 10^{-9}, \lvert t-50400\rvert \geq A_4/4 \end{cases}$	I_z' (t) est la correction du retard ionosphérique dans le sens vertical.
$I_{B1I}(t) = \frac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{R}{R+h} \cdot \cos E\right)^2}} \cdot I_z'(t)$	$I_{B1I(t)}$ est le retard ionosphérique le long de la trajectoire de propagation du satellite B1I.

- Des renseignements supplémentaires relatifs aux paramètres de correction de retard ionosphérique du satellite B1I et aux algorithmes d'utilisateur figurent dans le document BDS OS B1I ICD, section 5.2.4.7.

3.1.4.2.4.2 Correction de retard ionosphérique des satellites B1C et B2a.

3.1.4.2.4.2.1 Correction de retard ionosphérique utilisant une seule fréquence. La correction de retard ionosphérique des satellites B1C ou B2a sera calculée suivant les orientations fournies dans le tableau B-59.

Tableau B-59. Calcul du retard ionosphérique utilisant une fréquence unique pour les satellites B1C et B2a

Étapes de calcul	*Description*
$\psi = \frac{\pi}{2} - E - \arcsin\left(\frac{\mathrm{Re}}{\mathrm{Re} + \mathrm{H_{ion}}} \cdot \cos E\right)$	Ψ est l'angle au centre de la Terre entre la position de l'usager et l'IPP. E est l'angle de site entre l'usager et le satellite (en radians). H_{ion} est l'altitude de la couche ionosphérique à une couche (400 km). Re est le rayon moyen de la Terre (6 378 km).
$\begin{cases} \varphi_g = \arcsin\left(\sin\varphi_u \cdot \cos\psi + \cos\varphi_u \cdot \sin\psi \cdot \cos A\right) \\ \lambda_g = \lambda_u + \arctan\left(\frac{\sin\psi \cdot \sin A \cdot \cos\varphi_u}{\cos\psi - \sin\varphi_u \cdot \sin\varphi_g}\right) \end{cases}$	φ_g est la latitude géographique de la projection à la surface de la Terre de l'IPP. λ_g est la longitude géographique de la projection à la surface de la Terre de l'IPP. φ_u est la latitude géographique de l'usager. λ_u est la longitude géographique de l'usager. A est l'angle d'azimut entre l'usager et le satellite (en radians).
$\begin{cases} \varphi_m = \arcsin\left(\sin\varphi_{\mathrm{M}} \cdot \sin\varphi_g + \cos\varphi_{\mathrm{M}} \cdot \cos\varphi_g \cdot \cos\left(\lambda_g - \lambda_{\mathrm{M}}\right)\right) \\ \lambda_m = \arctan\left(\frac{\cos\varphi_g \cdot \sin(\lambda_g - \lambda_{\mathrm{M}}) \cdot \cos\varphi_{\mathrm{M}}}{\sin\varphi_{\mathrm{M}} \cdot \sin\varphi_m - \sin\varphi_g}\right) \end{cases}$	φ_m est la latitude géomagnétique de la projection à la surface de la Terre de l'IPP dans le cadre de référence géocentrique. λ_m est la longitude géomagnétique de la projection à la surface de la Terre de l'IPP dans le cadre de référence géocentrique. λ_M est la longitude géographique du pôle Nord magnétique : $\lambda_M = \frac{-72.58^\circ}{180^\circ} \cdot \pi\ rad.$ φ_M est la latitude géographique du pôle Nord magnétique : $\varphi_M = \frac{-80.27^\circ}{180^\circ} \cdot \pi\ rad.$
$S_{lon} = \pi \cdot (1 - 2 \cdot (t - int(t)))$	S_{lon} est la longitude géographique moyenne du Soleil (en radians). t est le temps (en jours) de l'époque de calcul exprimé par la date julienne modifiée (MJD). *int (·)* est arrondi au chiffre inférieur.
$\begin{cases} \varphi' = \varphi_m \\ \lambda' = \lambda_m - \arctan\left(\frac{\sin(S_{lon} - \lambda_{\mathrm{M}})}{\sin\varphi_{\mathrm{M}} \cdot \cos\left(S_{lon} - \lambda_{\mathrm{M}}\right)}\right) \end{cases}$	φ' est la latitude géomagnétique de l'IPP dans le cadre de référence fixe solaire. λ' est la longitude géomagnétique de l'IPP dans le cadre de référence fixe solaire.
$\begin{cases} P_{n,n}(\sin\varphi') = (2n-1)!!\,(1 - (\sin\varphi')^2)^{n/2}, \ n = m \\ P_{n,m}(\sin\varphi') = \sin\varphi' \cdot (2m+1) \cdot P_{m,m}(\sin\varphi'), n = m+1 \\ P_{n,m}(\sin\varphi') = \frac{(2n-1) \cdot \sin\varphi' \cdot P_{n-1,m}(\sin\varphi') - (n+m-1) \cdot P_{n-2,m}(\sin\varphi')}{n-m}, else \end{cases}$	$P_{n,m}$ est la fonction de Legendre classique non normalisée. $(2n\text{-}1)!! = (2n\text{-}1) \cdot (2n\text{-}3) \cdots$ $P_{0,0}(\sin\varphi') = 1$

Étapes de calcul	*Description*
$\begin{cases} N_{n,m} = \sqrt{\dfrac{(n-m)! \cdot (2n+1) \cdot (2-\delta_{0,m})}{(n+m)!}} \\ \delta_{0,m} = \begin{cases} 1, m = 0 \\ 0, m > 0 \end{cases} \end{cases}$	$N_{n,m}$ est la fonction de normalisation.
$\tilde{P}_{nm} = N_{n,m} \cdot P_{n,m}$	$\tilde{P}_{nm}$ est la fonction de Legendre normalisée de degré n et d'ordre m.
$A_i = \begin{cases} \tilde{P}_{\lvert n_i \rvert, \lvert m_i \rvert} \ (\sin\varphi') \cdot \cos(m_i \cdot \lambda') \ m_i \geq 0 \\ \tilde{P}_{\lvert n_i \rvert, \lvert m_i \rvert} \ (\sin\varphi') \cdot \sin(-m_i \cdot \lambda') \ m_i < 0 \end{cases}$	Les valeurs n_i et m_i figurent dans le tableau B-60.
$\begin{cases} \beta_j = a_{0,j} + \sum_{k-1}^{12} (a_{k,j} \cdot cos(\omega_k \cdot t_p) + b_{k,j} \cdot sin(\omega_k \cdot t_p)) \\ \omega_k = \dfrac{2\pi}{T_k} \end{cases}$	$a_{k,j}$ et $b_{k,j}$ sont les coefficients non destinés à la diffusion du modèle mondial de correction de retard ionosphérique du système BeiDou (BDGIM). T_k est la période de prévision correspondant aux coefficients non destinés à la diffusion. t_p est l'heure impaire du jour (01:00:00, 03:00:00, 05:00:00..., ou 23:00:00 en date julienne modifiée) la plus proche de la période de calcul.
$\begin{cases} A_0 = \sum_{j=1}^{17} \beta_j \cdot \beta_j, \\ \beta_j = \begin{cases} \tilde{P}_{\lvert n_j \rvert, \lvert m_j \rvert} \ (\sin\varphi') \cdot \cos(m_i \cdot \lambda') \ m_i \geq 0 \\ \tilde{P}_{\lvert n_j \rvert, \lvert m_j \rvert} \ (\sin\varphi') \cdot \sin(-m_j \cdot \lambda') \ m_j < 0 \end{cases} \end{cases}$	A_0 est le retard ionosphérique prédictif (en TECu).
$VTEC = A_0 + \sum_{i=1}^{9} \alpha_i \ A_i$	*VTEC* est le retard ionosphérique dans le sens vertical (en TECu) de l'IPP
$M_F = \dfrac{1}{\sqrt{1 - \left(\dfrac{\mathrm{Re}}{\mathrm{Re} + \mathrm{H_{ion}}} \cdot \cos(E)\right)^2}}$	M_F est la fonction de cartographie ionosphérique de l'IPP.
$T_{ion} = M_F \cdot \dfrac{40{,}28 \times 10^{16}}{f^2} \cdot VTEC$	T_{ion} est la correction de retard ionosphérique.

Tableau B-60. Valeurs de n_i et de m_i

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N mii	0/0	1/0	1/1	1/–1	2/0	2/1	2/–1	2/2	2/–2

- Des renseignements supplémentaires concernant les paramètres du modèle de correction de retard ionosphérique des satellites B1C et B2a et les algorithmes d'utilisateur figurent dans les documents BDS OS B1C ICD*, section 7.8.2, tableau 7-12, et* BDS OS B2a ICD*, section 7.8.2, tableau 7-12.*

3.1.4.2.4.2.2 *Correction du retard ionosphérique utilisant la double fréquence*

Pour un utilisateur de la double fréquence qui applique les signaux du B1C et du B2a, l'effet du retard ionosphérique sera corrigé en utilisant la pseudodistance double fréquence sans le retard ionosphérique.

La pseudodistance double fréquence sans le retard ionosphérique de la composante pilote B1C et B2a ($PR_{B1Cp-B2ap}$) sera calculée comme suit :

$$PR_{B1Cp-B2ap} = \frac{PR_{B2ap} - k_{12} \cdot PR_{B1Cp}}{1 - k_{12}} - \frac{C \cdot (T_{GDB2ap} - k_{12} \cdot T_{GDB1Cp})}{1 - k_{12}}$$

La pseudodistance double fréquence de la composante pilote B1C et de la composante de données B2a (PRB-1Cp-B2ad) sera calculée comme suit :

$$PR_{B1Cp-B2ad} = \frac{PR_{B2ad} - k_{12} \cdot PR_{B1Cp}}{1 - k_{12}} - \frac{C \cdot (T_{GDB2ap} + ISC_{B2ad} - k_{12} \cdot T_{GDB1Cp})}{1 - k_{12}}$$

La pseudodistance double fréquence de la composante de données B1C et de la composante pilote B2a (PRB-1Cd-B2ap) sera calculée comme suit :

$$PR_{B1Cd-B2ap} = \frac{PR_{B2ap} - k_{12} \cdot PR_{B1Cd}}{1 - k_{12}} - \frac{C \cdot (T_{GDB2ap} - k_{12} \cdot T_{GDB1Cp} - k_{12} \cdot ISC_{B1Cd})}{1 - k_{12}}$$

La pseudodistance double fréquence de la composante de données B1C et de la composante de données B2a (PRB1Cd-B2ad) sera calculée comme suit :

$$PR_{B1Cd-B2ad} = \frac{PR_{B2ad} - k_{12} \cdot PR_{B1Cd}}{1 - k_{12}} - \frac{C \cdot (T_{GDB2ap} + ISC_{B2ad} - k_{12} \cdot T_{GDB1Cp} - k_{12} \cdot ISC_{B1Cd})}{1 - k_{12}}$$

où : $K_{12} = \left(\frac{1575,42}{1176,45}\right)^2$, est le facteur associé à la fréquence ;

PR_{B1Cp} est la pseudodistance mesurée de la composante pilote B1C (corrigée après application de la correction d'horloge mais non corrigée par T_{GDB1Cp}) ;

PR_{B1Cd} est la pseudodistance mesurée de la composante de données B1C (corrigée après application de la correction d'horloge mais non corrigée par T_{GDB1Cp} et ISC_{B1Cd}) ;

PR_{B2ap} est la pseudodistance mesurée de la composante pilote B2a après application de la correction d'horloge mais non corrigée par T_{GDB2ap}) ;

PR_{B2ad} est la pseudodistance mesurée de la composante de données B2a (corrigée après application de la correction d'horloge mais non corrigée par T_{GDB2ap} et ISC_{B2ad}) ;

T_{GDB1Cp} est le temps de propagation de groupe différentiel de la composante pilote B1C ;

T_{GDB2ap} est le temps de propagation de groupe différentiel de la composante pilote B2a ;

ISC_{B1Cd} est le temps de propagation de groupe différentiel de la composante de données B1C et de la composante pilote B1C ;

ISC_{B2ad} est le temps de propagation de groupe différentiel de la composante de données B2a et de la composante pilote B2a ;

$c = 2,99792458 \times 10^8$ m/s est la vitesse de la lumière.

1.- Des renseignements supplémentaires relatifs aux paramètres du modèle de retard ionosphérique du signal B1C figurent dans le document BDS OS B1C ICD, section 7.8.

2.- Des renseignements supplémentaires relatifs aux paramètres du modèle de retard ionosphérique du signal B2a figurent dans le document BDS OS B2a ICD, section 7.8.

3.1.4.2.5 Calcul du SISA des signaux B1C et B2a

La précision du signal dans l'espace (SISA) pour l'intégrité de l'utilisation sera calculée suivant la formule ci-après :

$$SISA = \sqrt{(SISA_{oe} \times \sin 14°)^2 + SISA_{oe^2}}$$

où :

SISAoc est la limite supérieure correspondant à l'indice SISAoe « N » transmise dans la sous-trame 3 du message B-CNAV1 pour le signal B1C et dans les types de message 34 et 40 du message B-CNAV2 pour le signal B2a, respectivement (définis au § 3.1.4.1.3.2.8) comme le montre le tableau B-54.
SISAoc sera calculée (en mètres) à l'aide des équations suivantes :

$$SISA_{oc} = SISA_{ocb} + SISA_{oc1}\left(t - t_{op}\right), pour\ t - t_{op} \leq 93600s$$
$$SISA_{oc} = SISA_{ocb} + SISA_{oc1}\left(t - t_{op}\right) + SISA_{oc2}\left(t - t_{op} - 93600\right)^2, pour\ t - t_{op} > 93600s$$

où :

SISAocb est la limite supérieure correspondant à l'indice « N » SISAocb transmise dans la sous-trame 3 du message B-CNAV1 pour le signal B1C et dans les types de message 34 et 40 du message B-CNAV2 pour le signal B2a, respectivement (définis au § 3.1.4.1.3.2.8) comme le montre le tableau B-55.
SISAoc1 est la précision de la dérive de l'horloge du satellite en mètres par seconde dérivée de SISAIoc1 (définie au § 3.1.4.1.3.2.8) comme suit :

$$SISA_{oc1} = 2^{-(SISAI_{oc1}+14)}$$

SISAoc2 est la précision de la dérive de l'horloge du satellite en mètres par seconde dérivée de SISAIoc2 (définie au § 3.1.4.1.3.2.8) comme suit :

$$SISA_{oc2} = 2^{-(SISAI_{oc2}+28)}$$

où :

t est le temps BeiDou en secondes ;
top est le temps de la semaine en secondes pour la prédiction des données transmis dans la sous-trame 3 du message B-CNAV1 pour le signal B1C et dans les types de message 34 et 40 du message B-CNAV2 pour le signal B2a, respectivement.

3.1.4.3 ÉLÉMENTS EMBARQUÉS

3.1.4.3.1 RÉCEPTEUR DU BDS

3.1.4.3.1.1 Poursuite du satellite. Le récepteur offrira la possibilité de poursuivre en permanence au moins quatre satellites du BDS et de calculer une solution de position à l'aide des mesures fournies par ces derniers.

3.1.4.3.1.2 Décalage Doppler. Le récepteur sera en mesure de compenser les effets dynamiques du décalage Doppler sur la phase de la porteuse du signal nominal du service ouvert du BDS et des mesures du code de mesure de distance. Le décalage à compenser est celui qui est propre à l'application envisagée.

3.1.4.3.1.3 Protection contre le brouillage. Le récepteur répondra aux exigences du § 3.7 relatives à la protection contre le brouillage.

3.1.4.3.1.4 Application des données d'horloge et d'éphémérides. Le récepteur s'assurera qu'il utilise les données d'éphémérides et d'horloge adéquates avant de fournir quelque position que ce soit. Pour le signal B1I, il surveillera les paramètres toc et toe afin de mettre à jour les données d'horloge et d'éphémérides sur la base d'éventuelles modifications de ces paramètres correspondants. Pour les signaux B1C et B2a, le récepteur surveillera les paramètres IODC et IODE pour mettre à jour les données d'horloge et d'éphémérides sur la base d'éventuelles modifications de ces paramètres.

3.1.4.4 TEMPS

Le temps de référence du BDS sera le temps du système de navigation par satellite BeiDou (BDT). Le BDT adoptera les secondes du Système international d'unités (SI) et les accumulera de façon continue sans secondes

intercalaires. La première impulsion du temps BDT aura lieu à 00:00:00, temps universel coordonné (UTC), le 1er janvier 2006. Le BDT suivra le temps UTC via UTC (NTSC), et le décalage entre le BDT et le temps UTC sera maintenu à 50 nanosecondes (modulo 1 seconde). Les secondes intercalaires seront transmises dans le message de navigation (NAV).

3.1.4.5 SYSTÈME DE COORDONNÉES

3.1.4.5.1 Système de coordonnées BeiDou. Les éphémérides diffusées par le BDS décriront la position du centre de phase de l'antenne d'émission d'un satellite quelconque dans le système de coordonnées BeiDou (BDCS).
3.1.4.5.2 La différence entre la plus récente réalisation physique de l'ITRF et le BDCS ne dépassera pas 3 cm (95 %).

1.- Le système WGS-84 et le BDCS, le repère international de référence terrestre du BDS, sont tous deux des réalisations de l'ITRF. La différence entre le BDCS et le WGS-84 utilisé dans le GPS est jugée non importante pour l'aviation.

2.- Des renseignements supplémentaires relatifs au BDCS figurent dans le supplément D, § 4.1.4.9.

3.2 (Réservé)

3.3 Utilisation de constellations satellitaires de base multiples

3.3.1 ÉLÉMENTS D'AÉRONEF

3.3.1.1 Récepteur GNSS à constellations multiples. Le récepteur GNSS à constellations multiples traitera les signaux provenant de deux ou plusieurs constellations satellitaires de base conformément aux spécifications des § 3.1.1.3.1 (GPS), 3.1.2.3.1 (GLONASS), 3.1.3.3.1 (Galileo) et 3.1.4.3.1 (BDS).

3.3.1.1.1 Immunité au brouillage. Le récepteur GNSS à constellations multiples satisfera aux spécifications particulières énoncées au § 3.7 relativement aux constellations satellitaires de base traitées.

3.3.1.2 Antenne. Les signaux des constellations satellitaires de base seront reçus à l'aide d'une ou de plusieurs antennes.

- Les critères de performance de l'antenne du récepteur GNSS sont définis au § 3.8.

3.3.1.3 Les données de position fournies par le récepteur GNSS à constellations multiples seront exprimées dans le système géodésique mondial WGS-84.

3.3.1.4 Toute combinaison de mesures provenant de constellations satellitaires de base prendra en compte la différence entre le temps de référence de chaque constellation satellitaire de base.

3.3.1.4.1 Les récepteurs GNSS à constellations multiples calculeront l'écart temporel entre les constellations de base comme un paramètre inconnu supplémentaire dans la solution de navigation et n'utiliseront pas uniquement l'écart temporel diffusé dans les messages de navigation.

3.4 Système de renforcement embarqué (ABAS)

- Le supplément D, section 5, fournit des éléments indicatifs sur le système de renforcement embarqué et le traitement du signal associé.

3.4.1 CONTRÔLE AUTONOME AVANCÉ DE L'INTÉGRITÉ PAR LE RÉCEPTEUR (ARAIM)

L'ARAIM se composera d'un sous-système non embarqué et d'un sous-système embarqué. Le sous-système non embarqué fournira, pour chaque constellation satellitaire de base sur laquelle il s'appuie, les caractéristiques de défaillance de la constellation, les caractéristiques de défaillance des satellites et les modèles d'erreur de mesure de distance. Le sous-système embarqué appliquera les données fournies par le sous-système non embarqué, qui seront complétées comme il se doit par les caractéristiques de défaillance et les modèles d'erreurs de mesure de distance des composants du sous-système non embarqué, pour se conformer aux caractéristiques indiquées au chapitre 3, § 3.7.3.3.1.

1.— Le sous-système non embarqué assure sa fonction en fournissant des données d'intégrité (ISD, indiquées ci-dessous), soit au travers de données de navigation diffusées, soit au travers des valeurs par défaut stockées dans la mémoire du récepteur. Les données de navigation diffusées pour l'ARAIM peuvent être contenues soit

dans des messages de données de navigation dédiés (ISM, indiqués ci-dessous), soit dans d'autres messages de données de navigation provenant de constellations satellitaires de base.

2.- Pour les récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM, les modèles d'erreurs de mesure de distance tiennent compte de l'ionosphère, de la troposphère, des multitrajets, du biais induit par le satellite et du bruit du récepteur.

3.4.1.1 Données d'intégrité (ISD) : teneur des données

3.4.1.1.1 Caractéristiques générales des ISD. Les caractéristiques générales des ISD seront les suivantes :

Temps de validité : ce champ précisera dans quels cas les ISD peuvent être appliquées par le récepteur GNSS utilisant l'ARAIM.

Constellation satellitaire de base applicable : ce champ déterminera à quelle constellation satellitaire de base les ISD s'appliquent.

Type de service ARAIM : ce champ indiquera le niveau de performance pris en charge par les paramètres ISD.

Service ARAIM type A : les ISD prennent en charge le positionnement horizontal pour les opérations habituelles en route, en région terminale, l'approche initiale, l'approche intermédiaire, l'approche classique et le départ, conformément au chapitre 3, § 3.7.3.3.1.

Service ARAIM type B : réservé.

1.- Les avionneurs peuvent intégrer l'ARAIM à d'autres éléments du système ABAS pour prendre en charge des applications supplémentaires, sous réserve de l'approbation de l'organisme de réglementation compétent.

2.- Il peut y avoir plusieurs ensembles actifs d'ISD par constellation (c'est-à-dire différents ensembles de données à l'appui de différents types de services).

3.- La performance du service ARAIM type B devrait prendre en charge les opérations de performance d'approche types avec guidage vertical jusqu'à l'approche de précision de catégorie 1.

3.4.1.1.2 *Paramètres ISD propres à une constellation.* Les paramètres ISD propres à une constellation seront les suivants :

Masque de satellite : ce champ indiquera à quel satellite (dans la constellation satellitaire de base donnée) les paramètres ISD s'appliquent.

- L'interprétation du masque de satellite par l'ISMG et le récepteur de l'aéronef est spécifiée aux § 3.4.1.2.2.2 et 3.4.1.3.3.2, respectivement.

P_{const} : probabilité que deux satellites ou plus dans une constellation satellitaire de base émettent en même temps des signaux dégradés en raison d'une cause commune.

P_{sat} *:* probabilité qu'un satellite émette un signal dégradé, lorsque la défaillance ne se produit que sur un seul satellite ou a des causes indépendantes si elle se produit sur plus d'un satellite.

R_{const} : taux auquel deux satellites ou plus d'une constellation satellitaire de base émettent en même temps des signaux dégradés en raison d'une cause commune.

R_{sat} : taux auquel des satellites particuliers émettent des signaux dégradés, lorsque la défaillance ne se produit que sur un seul satellite ou a des causes indépendantes si elle se produit sur plus d'un satellite.

MFD_{const} : durée moyenne des signaux dégradés de deux satellites ou plus dans une constellation de satellites de base due à une cause commune.

MFD_{sat} : durée moyenne des signaux dégradés émis par des satellites particuliers. σ_{URA} : Sigma d'intégrité de surdélimitation (paramètre de modèle d'erreur de distance) à appliquer pour un satellite donné.

σ_{URE} : paramètre de modèle d'erreur de distance sur la précision et la continuité à appliquer au signal d'un satellite donné. b_{nom} : terme de biais de surdélimitation pour un satellite donné.

1.- Une défaillance et l'événement de défaillance correspondant se produisent lorsqu'un ou plusieurs signaux d'un satellite donnés sont en fait dégradés alors qu'ils sont signalés comme étant fonctionnels, comme il est décrit au

§ 3.4.1.2.2.1 et dans le supplément D, § 5.3.1.3. La défaillance prend fin soit par l'élimination de sa cause (par exemple, par une correction effectuée par le fournisseur de services de constellation satellitaire de base), soit par la désignation du ou des satellites concernés comme étant « hors d'état de fonctionner ».
2.- Les paramètres ISD s'appliquent à des signaux en état de fonctionner.
3.- Certains fournisseurs de services de constellations satellitaires de base peuvent utiliser le terme « délai moyen de notification » (MTTN ou MTN) ou MFD indistinctement.
4.- Des explications plus détaillées des termes $\sigma_{URA,}$ σ_{URE}et b_{nom}, sont fournies au § 3.4.1.2.2.1 et dans le supplément D, § 5.3.1.4.

3.4.1.2 Éléments non embarqués de l'ARAIM

3.4.1.2.1 Diffusion des ISD et conditions d'application

Note.- Ces exigences déterminent la manière dont les ISD sont diffusées à l'utilisateur par les constellations satellitaires de base.

3.4.1.2.1.1 Spécifications de l'interface des ISD diffusées

Les ISD diffusées seront définies dans les spécifications de l'interface par les fournisseurs de constellation satellitaire de base concernés.

1.- Les spécifications de l'interface définissent sur quels signaux et dans quels messages les paramètres ISD sont codés.
2.- Pour le GPS, les paramètres σ_{URA} et σ_{URE} sont indiqués dans les spécifications IS-GPS-705F (type de message 10 et types de message 30 à 37) et IS-GPS-200K (sous-trame 1).
3.- Les spécifications de l'interface ISM pour le GPS, le GLONASS et le BDS sont en cours d'élaboration.

3.4.1.2.1.2 Signaux des satellites renforcés par l'ARAIM

Les paramètres ISD s'appliqueront aux signaux des constellations satellitaires de base comme indiqué ci-dessous :

- Pour le GPS : Signal GPS L1 C/A (section 3.1.1 et chapitre 3, § 3.7.3.1.1.8) et signal GPS L5 (section 3.1.1 et chapitre 3, § 3.7.3.1.1.8).
- Pour le GLONASS : Signal GLONASS L1OF (section 3.1.2 et chapitre 3, § 3.7.3.1.2.8), signal GLONASS L1OC (section 3.1.2 et chapitre 3, § 3.7.3.1.2.10) et signal GLONASS L3OC (section 3.1.2 et chapitre 3, § 3.7.3.1.2.9).

- Pour Galileo : Signal Galileo E1 (§ 3.1.3.1.1 et chapitre 3, § 3.7.3.1.3.11.1) et signal Galileo E5a (§ 3.1.3.1.1 et chapitre 3, § 3.7.3.1.3.11.2).
- Pour le BDS : Signal BDS B1C (section 3.1.4 et chapitre 3, § 3.7.3.1.4.7) et signal BDS B2a (section 3.1.4 et chapitre 3, § 3.7.3.1.4.7).

3.4.1.2.1.3 Synchronisation des ISD et des ISM

3.4.1.2.1.3.1 Lorsqu'une constellation satellitaire de base diffuse des ISD, elle transmettra et diffusera dans le monde entier un ensemble complet d'ISD diffusées à une cadence de diffusion minimale (intervalle de répétition maximal) de 15 minutes.

- Un ensemble complet d'ISD diffusées comprend toutes les ISD contenues dans le ou les ISM pour un type de service donné, pour tous les satellites pris en charge, et toute ISD associée non contenue dans le ou les ISM (p. ex. dans d'autres messages de données de navigation). Cela n'implique pas l'obligation de diffuser les ISD pour tous les satellites d'une constellation satellitaire de base spécifique.

3.4.1.2.1.3.2 Le temps de validité, défini au § 3.4.1.1.1, indiquera soit :

a) l'instant d'entrée en vigueur des ISD ; soit
b) un instant d'entrée en vigueur et un délai d'expiration.

3.4.1.2.1.3.2.1 Si le délai d'expiration n'est pas spécifié, l'ISMG actualisera les ISD diffusées aux fins de conformité avec le § 3.4.1.2.2.1.

- Les spécifications de l'interface de la constellation satellitaire de base pour les ISD diffusées (§ 3.4.1.2.1.1) définissent les protocoles associés à l'application des données, y compris l'actualisation des ISD.

3.4.1.2.1.3.3 Pour les ISD par défaut, comme indiqué au § 3.4.1.3.3.3, le temps de validité n'expirera pas tant que les données restent présentes dans le récepteur.

Note.- Les valeurs ISD par défaut sont basées sur les engagements de performance minimale des constellations satellitaires de base. Elles ne peuvent être modifiées que par une modification de ces engagements de performance. Une mesure de maintenance de l'équipement de bord serait nécessaire pour actualiser ces paramètres ISD.

3.4.1.2.2 Conditions de la génération des ISM (teneur des données)

Note.- Le générateur d'ISM (ISMG) est une entité distincte du fournisseur de services de constellation satellitaire de base et il exerce une fonction de fournisseur de services de navigation aérienne limitée à l'ARAIM. Il est prévu qu'une coopération étroite sera établie entre les deux entités. Des orientations supplémentaires figurent dans le Manuel du système mondial de navigation par satellite (GNSS) *(Doc 9849).*

3.4.1.2.2.1 Sur délimitation

3.4.1.2.2.1.1 L'ISMG veillera à ce que les paramètres des ISD par défaut et diffusées soient fournis de sorte que les erreurs du signal de mesure de distance exempt de défauts soient surdélimitées à gauche et à droite dans une plage limitée par un seuil à ne pas dépasser (NTE) [-NTE, NTE], par les éléments suivants :

a) à des fins d'intégrité : une distribution gaussienne $N(-b_{nom}, \sigma_{URA})$ pour la surdélimitation à gauche et $N(b_{nom}, \sigma_{URA})$ pour la surdélimitation à droite ;
b) à des fins de précision et de continuité (fausse alarme ou échec de l'exclusion) : une distribution gaussienne N(0, σURE).

3.4.1.2.2.1.2 L'ISMG veillera à ce que les paramètres P_{sat} et R_{sat} indiquent une limite supérieure de la probabilité et du taux auxquels un satellite émettrait des signaux entraînant une dégradation du signal de mesure de distance au-delà des limites de la plage [-NTE, NTE].

3.4.1.2.2.1.3 L'ISMG veillera à ce que les paramètres P_{sat} et R_{sat} indiquent une limite supérieure de la probabilité et du taux auxquels plus d'un satellite émettraient en même temps, en raison d'une cause commune, des signaux entraînant une dégradation du signal de mesure de distance au-delà des limites de la plage [-NTE, NTE].

1.- Les signaux dégradés sont des signaux dont les erreurs de mesure de distance se situent au-delà des limites de la plage [-NTE, NTE]. Les signaux exempts de défauts sont des signaux dont les erreurs de mesure de distance se situent dans les limites de la plage [-NTE, NTE]. L'ARAIM signale les erreurs causées par des signaux dégradés au moyen des paramètres P_{const} et R_{const} et les erreurs causées par des signaux exempts de défauts au moyen des paramètres σ_{URA} et σ_{URE}. Des orientations supplémentaires figurent dans le supplément D, § 5.3.1.3 à § 5.3.1.5.

2.- Les fournisseurs de services de constellations satellitaires de base établissent une distinction entre les signaux de mesure de distance exempts de défauts et les signaux de mesure de distance défaillants en utilisant le NTE prédéfini d'un fournisseur de services de constellations satellitaires de base. Selon cette définition, tous les signaux dont les erreurs sont inférieures au seuil sont considérés comme exempts de défauts et tous les signaux dont les erreurs sont supérieures au seuil sont considérés comme défaillants. Les signaux exempts de défauts comportent des erreurs de mesure de distance en raison de propriétés inhérentes au système, ainsi que des erreurs caractérisées par une amplitude et une fréquence réduites aux fins de conformité avec les conditions de surdélimitation. L'ISMG peut utiliser cette définition pour déterminer les paramètres de surdélimitation. Toutefois, l'ISMG peut considérer des erreurs inférieures au NTE du fournisseur de services de constellations satellitaires de base comme des défaillances pour améliorer le paramètre σURA, à la condition que P_{sat}, P_{const}, R_{sat} et R_{const} satisfassent encore aux exigences des § 3.4.1.2.2.1.2 et 3.4.1.2.2.1.3.

3.- Pour des raisons de cohérence avec la surdélimitation gaussienne des signaux exempts de défauts, la valeur NTE est généralement définie sur $k \times \sigma_{URA}$, où k correspond à la fonction de distribution cumulative normale inverse de $P_{sat}/2$. Par exemple, pour le GPS et P_{sat} de 10^{-5}, le NTE correspondant est spécifié comme étant $4{,}42 \times \sigma_{URA}$ et 4,42 correspond à la fonction de distribution cumulative normale inverse d'une probabilité de $0{,}5 \times 10^{-5}$. La division par deux s'explique par le fait que l'amplitude de la défaillance peut être positive ou négative. Le NTE peut aussi être une valeur fixe.

Note 4.- L'algorithme ARAIM embarqué déterminera le risque d'intégrité voulu lorsque b_{nom} et σ_{URA} délimitent la distribution exempte d'erreurs et $P_{sat,}$ R_{sat}, P_{const} et R_{const} caractérisent les distributions défaillantes pour le traitement des signaux monofréquence et double fréquence. L'algorithme ARAIM embarqué n'utilise pas explicitement le NTE.

3.4.1.2.2.2 *Masque de satellite*. Le générateur d'ISM veillera à ce que tous les satellites définis comme valides dans le masque de satellite ISD satisfassent aux exigences du § 3.4.1.2.2.1 pour le contenu ISD associé.
3.4.1.2.2.3 R_{const}, P_{const}. et MFD_{const}. Si plusieurs ISM sont fournis pour une constellation et un type de service ARAIM donnés, les valeurs R_{const}, P_{const} et MFD_{const} pour un temps de validité donné seront les mêmes.

3.4.1.2.2.4 *Relation entre les valeurs ISD et les engagements de service minimum des fournisseurs de services de constellations satellitaires de base*. Pour le service type A, les valeurs ISD diffusées telles qu'elles sont définies au § 3.4.1.1 seront toujours établies pour indiquer une performance égale ou supérieure aux valeurs par défaut spécifiées au § 3.4.1.3.3.3.

3.4.1.2.3 Exigences d'intégrité des paramètres ISD

3.4.1.2.3.1 L'ISMG générera des ISD pour le service ARAIM type A de sorte que les récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM puissent assurer une surveillance en vue de se conformer à un risque d'intégrité de 10^{-7}/heure au moyen du traitement de signal monofréquence et double fréquence.

3.4.1.2.3.2 Des procédures seront mises en place par l'ISMG de sorte que le processus d'assurance de l'intégrité atténue les effets des défaillances internes à un niveau compatible avec le type de service ARAIM pris en charge.

3.4.1.2.4 Transmission des ISM et exigences d'intégrité des données

3.4.1.2.4.1 L'intégrité des données des paramètres ISM sera maintenue tout au long de la chaîne de données, depuis leur émission par l'ISMG, leur transfert à la constellation satellitaire de base et leur diffusion par celle-ci à l'utilisateur, à un niveau compatible avec le type de service ARAIM pris en charge.

Note.- Des orientations supplémentaires sur l'intégrité des données des paramètres ISD figurent dans le supplément D, § 5.3.1.7.

3.4.1.2.4.2 Une constellation satellitaire de base utilisant des contrôles de redondance cyclique (CRC) pour l'intégrité des données ISM calculera le CRC conformément aux prescriptions de la section 3.9.

Note.- Des orientations détaillées sur la mise en œuvre par l'utilisateur sont fournies dans la documentation relative à l'interface de la constellation satellitaire de base comme indiqué au § 3.4.1.2.1.1.

3.4.1.2.5 Hypothèses de contraintes de conception du récepteur pour la génération des ISD.

3.4.1.2.5.1 L'ISMG validera les ISD diffusées en tenant pour acquis que le récepteur GNSS utilisant l'ARAIM est conforme aux contraintes suivantes lors du traitement des signaux L1, L5, E1, E5a, B1C, et B2a :

a) largeur de bande de 3 dB entre 12 et 24 MHz centrée autour de 1 575,42 MHz et de 1 176,45 MHz ;
b) le retard de groupe différentiel n'est pas supérieur à 150 ns ;
c) discriminateur « avance- retard » ;
d) espacement de corrélation L1/E1/B1C entre les chips 0,08 et 0,12 ;
e) espacement de corrélation L5/E5a/B2a entre les chips 0,9 et 1,1 ;
f) décroissance progressive de fréquence d'au moins 24 dB par octave dans la bande de transition jusqu'à atteindre un affaiblissement minimal permettant de satisfaire aux objectifs de performance en présence de signaux de brouillage aux seuils de brouillage indiqués à la section 3.7 ;
g) maintien de l'affaiblissement minimal nécessaire pour satisfaire aux objectifs de performance en présence de signaux de brouillage aux seuils de brouillage hors bande indiqués à la section 3.7 ;
h) filtrage des fréquences centrales autour de 1 575,42 MHz et 1 176,45 MHz à ± 10 % de la largeur de bande de 3 dB, comme indiqué à l'alinéa a).

- Le niveau de 0 dB correspond au pic normalisé de la réponse en bande du filtre.

3.4.1.2.5.2 L'ISMG validera les ISD diffusées en tenant pour acquis que le récepteur GNSS utilisant l'ARAIM est conforme aux contraintes suivantes lors du traitement des signaux L1OC et L3OC :

a) largeur de bande de radiofréquence / fréquence intermédiaire de 3 dB entre 12 et 24 MHz centrée autour de 1 600,995 MHz et de 1 202,025 MHz ;
b) le retard de groupe différentiel n'est pas supérieur à 150 ns ;

c) discriminateur « avance- retard » ;
d) espacement de corrélation L1OC entre les chips L1 0,08 et 0,12 ;
e) espacement de corrélation L3OC entre les chips L5 0,9 et 1,1 ;
f) décroissance progressive de fréquence d'au moins 24 dB par octave dans la bande de transition jusqu'à atteindre un affaiblissement minimal permettant de satisfaire aux objectifs de performance en présence de signaux de brouillage aux seuils de brouillage indiqués au § 3.7 ;
g) maintien de l'affaiblissement minimal nécessaire pour atteindre les objectifs de performance en présence de signaux de brouillage aux seuils de brouillage hors bande indiqués à la section 3.7 ;
h) filtrage des fréquences centrales autour de 1 600,995 MHz et 1 202,025 MHz à ± 10 % de la largeur de bande de 3 dB, comme indiqué à l'alinéa a).

- Le niveau de 0 dB correspond au pic normalisé de la réponse en bande du filtre.

3.4.1.2.5.3 L'ISMG validera les ISD diffusées en tenant pour acquis que le récepteur GNSS utilisant l'ARAIM est conforme aux contraintes indiquées dans le tableau D-23 lors du traitement des signaux L1OF.

3.4.1.2.6 Exigences de fourniture des ISD

3.4.1.2.6.1 L'ISMG fournira l'un des ensembles de paramètres suivants :

- Rsat, Psat ;
- Rsat, MFDsat ;
- Psat, R *sat*, MFD *sat*.

- Lorsque P_{sat} n'est pas fourni, il peut être dérivé de la relation suivante : probabilité de défaillance = taux de défaillance × durée moyenne de la défaillance.

3.4.1.2.6.2 L'ISMG fournira l'un des ensembles de paramètres suivants :

- Rconst, Pconst ;
- Rconst, MFDconst ; ou
- Pconst, R *const*, MFD *const*.

Note.- Lorsque P_{const} n'est pas fourni, il peut être dérivé de la relation suivante : probabilité de défaillance = taux de défaillance × durée moyenne de la défaillance.

3.4.1.2.6.3 L'ISMG fournira toutes les ISD, comme défini au § 3.4.1.1, pour prendre en charge le type de service ARAIM applicable, à l'exception des cas spécifiés aux § 3.4.1.2.6.1 et 3.4.1.2.6.2.

- Les ISD sont fournies soit au moyen des données diffusées par les constellations satellitaires de base (comme spécifié au § 3.4.1.2.1.1) ou en tant que valeurs par défaut comme indiqué au § 3.4.1.3.3.3.

3.4.1.2.6.4 Les paramètres des ISD par défaut et des ISD diffusées seront valides pour les angles de site du satellite de 5 à 90 degrés inclus. Lorsque les constellations satellitaires de base détectent un angle de site minimum valide de plus de 5 degrés, les paramètres des ISD par défaut et des ISD diffusées seront valides entre l'angle de site minimum spécifié et 90 degrés inclus. La plage de validité des angles de site sera indiquée dans les spécifications de l'interface comme défini au § 3.4.1.2.1.1.

3.4.1.3 Éléments embarqués de l'ARAIM

3.4.1.3.1 Conditions générales de traitement au récepteur :

3.4.1.3.1.1 Lorsqu'un récepteur GNSS utilisant l'ARAIM traite des signaux de constellation satellitaire de base, il le fera conformément aux exigences spécifiées aux § 3.1.1.3.1 (récepteur GPS), et/ou § 3.1.2.3.1 (récepteur GLONASS), et/ou § 3.1.3.3.1 (récepteur Galileo), et/ou § 3.1.4.3.1 (récepteur BDS).

3.4.1.3.1.2 Lorsqu'un récepteur GNSS utilisant l'ARAIM traite des signaux de constellation satellitaire de base, il utilisera les protocoles pour l'application des données conformément aux § 3.1.1.2 (récepteur GPS), et/ou § 3.1.2.2 (récepteur GLONASS), et/ou § 3.1.3.2 (récepteur Galileo), et/ou § 3.1.4.2 (récepteur BDS).

- Les récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM n'exploitent que les signaux de constellations de satellites indiquant qu'ils sont en état de fonctionner.

3.4.1.3.2 Contraintes de conception des récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM

3.4.1.3.2.1 Les récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM devront respecter les contraintes de conception énumérées au § 3.4.1.2.5.

- Les développements futurs pourraient apporter plus de souplesse concernant les contraintes de conception des récepteurs.

3.4.1.3.3 Application des ISD dans les algorithmes de traitement de l'ARAIM

3.4.1.3.3.1Lors du traitement des ISD diffusées, les récepteurs GNSS utilisantl'ARAIM traiteront les ISD comme indiqué au § 3.4.1.2.1.1.

3.4.1.3.3.2 Lors du traitement des ISM, les récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM appliqueront les ISD, conformément à leur type de service, à leur délai de validité et au masque de satellite applicable.

3.4.1.3.3.3 *ISD par défaut.* Les récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM enregistreront les paramètres ISD par défaut suivants :

Paramètres ISD par défaut				
	GPS	GLONASS	Galileo	BDS
$P_{const,\ default}$	1×10^{-8}	1×10^{-4}	2×10^{-4}/h	6×10^{-5}
$P_{sat,\ default}$	1×10^{-5}	1×10^{-4}	3×10^{-5}	1×10^{-5}
$R_{const,\ default}$	1×10^{-8}/h	1×10^{-5}/h	1×10^{-4}/h	6×10^{-5}/h
$R_{sat,\ default}$	1×10^{-5}/h	$3{,}4\times10^{-5}$/h	2×10^{-5}/h	1×10^{-5}/h
$MFD_{const,\ default}$	1 heure	10 heures	(Note 4)	1 heure
$MFD_{sat,\ default}$	1 heure	3 heures	(Note 4)	1 heure
$\sigma URA_{,default,\ dual\ frequency}$ [m]	IAURA (Note 3)	9	6	7
$\sigma URE_{,default,\ dual\ frequency}$[m]	URA nominal (Note 3)	8	4	7
$\sigma URA_{,default,\ single\ frequency}$ [m]	IAURA (Note 3)	9	6,5 (E1), 7,5 (E5a)	7
$\sigma URE_{,default,\ single\ fequency}$[m]	URA nominal (Note 3)	8	4,7 (E1), 6 (E5a)	7
$b_{nom,\ default}$ [m]	0	0	0	0

1.- Ces valeurs correspondent aux engagements des fournisseurs de services de constellations satellitaires de base (comme indiqué dans le supplément D, section 5.3.2). Elles ne peuvent être modifiées que par un changement des engagements de performance.

2.- Les valeurs ISD par défaut ont été validées sur la base des hypothèses de conception des récepteurs figurant au § 3.4.1.2.5.

3.- Lorsque les données CNAV sont disponibles (modes GPS double fréquence et monofréquence L5 seulement), l'IAURA est définie dans l'appendice B, § 3.1.1.2.2.4.1, et l'URA nominale dans les § 20.3.3.1.1.4 (dépendante de l'angle de site) et 20.3.3.2.4 (non dépendante de l'angle de site) du document IS-GPS-705F. Si les données CNAV ne sont pas disponibles (mode monofréquence L1 seulement), l'IAURA et l'URA nominales sont définies dans l'appendice B, § 3.1.1.1.3.1.2.

4.- Des informations d'orientation sont fournies dans le supplément D, § 5.3.2.3.

3.4.1.3.3.4 Combinaison au sein de la même constellation de satellites générant des ISD par défaut et des ISD diffusées.

3.4.1.3.3.4.1 Lorsque des récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM appliquent des ISD par défaut à certains satellites et des ISD diffusées à d'autres satellites de la même constellation satellitaire de base, le récepteur utilisera les ISD par défaut (§ 3.4.1.3.3.3) pour les paramètres définis au § 3.4.1.2.6.2 pour tous les satellites de la constellation satellitaire de base correspondante.

3.5 Système de renforcement satellitaire (SBAS)

3.5.1 GÉNÉRALITÉS

- Les paramètres géodésiques auxquels se rapporte cette section sont définis dans le système géodésique mondial WGS-84.

3.5.1.1 Description du système et du service SBAS. Le SBAS se composera d'un sous-système non embarqué et d'un sous-système embarqué. Le sous-système non embarqué fournira au sous-système embarqué les données et les corrections pour les signaux GNSS de mesure de distance en utilisant une ou deux fréquences GNSS diffusées par un satellite. Le sous-système non embarqué diffusera sur la fréquence L1 pour soutenir le service SBAS L1 et/ou sur la fréquence L5 pour soutenir le service SBAS DFMC.

- Le sous-système SBAS non embarqué peut fournir un signal de mesure de distance à une seule fréquence sur la fréquence SBAS L1, ou un signal de mesure de distance à deux fréquences sous la forme d'une combinaison des signaux transmis sur les fréquences SBAS L1 et SBAS L5.

3.5.1.2 Définition de la pseudodistance SBAS.

3.5.1.2.1 Lissage par la porteuse. Le lissage par la porteuse sera défini par le filtre suivant :

$$P_{CSC,k} = \alpha P_{mes} + (1-\alpha)P_{proj}$$
$$P_{proj} = \left(P_{CSC_{,k-1}} + \Delta distance_porteuse\right)$$

PCSC,k = pseudodistance de code lissée par la porteuse à l'instant k ;
PCSC,k–1 = valeur précédente de la pseudodistance de code lissée par la porteuse (instant k-1) ;
Pmes = pseudodistance mesurée comme il est défini ci-dessous ;
Δdistance_porteuse= variation de la distance de la porteuse comme il est défini ci-dessous ;
α = coefficient de pondération, obtenu par division du pas d'échantillonnage par la constante de temps de lissage.

$$P_{mes} = \begin{cases} une\ seule\ fréquence : & P_{1,k} \\ sans\ le\ retard\ ionosphérique : & \dfrac{\gamma_{12}(P_{1,k}) - (P_{2,k})}{(\gamma_{12}-1)} \end{cases}$$

où :

$P_{n,k}$ = pseudodistance brute de la fréquence n à l'instant k ;
γ_{12} = carré du rapport de la fréquence 1 à la fréquence 2 ;

$$\Delta_{distance_porteuse} = \begin{cases} une\ seule\ fréquence : & (\varphi_{1,k} - \varphi_{1,k-1}) \\ sans\ le\ retard\ ionosphérique : & \dfrac{\gamma_{12}(\varphi_{1,k} - \varphi_{1,k-1}) - (\varphi_{2,k} - \varphi_{2,k-1})}{(\gamma_{12}-1)} \end{cases}$$

où :

$\varphi_{n,k}$ = porteuse cumulée en mètres pour la fréquence n à l'instant k ;
$\varphi_{n,k-1}$ = porteuse cumulée en mètres pour la fréquence n à l'instant k-1.

3.5.1.2.2 *Pseudodistance corrigée.* La pseudodistance corrigée pour un satellite donné i à l'instant t est :
PRi,corrigée = PCSC,i + TCi + bi

où :

$P_{CSC,i}$ = pseudodistance lissée (définie au § 3.5.1.1) ;
TC_i = correction troposphérique (définie au § 3.5.5.3 pour le SBAS) ;
b_i = correction d'horloge.

3.5.2 CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES DU SBAS L1

3.5.2.1 *Stabilité de la porteuse.* La stabilité à court terme de la fréquence porteuse (la racine carrée de la variance d'Allan), mesurée à la sortie de l'antenne d'émission du satellite, sera supérieure à 5×10^{-11} pendant un intervalle de 1 à 10 secondes.

3.5.2.2 *Bruit de phase de la porteuse*. La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée sera telle qu'une boucle à verrouillage de phase dont la largeur de bande passante de bruit est égale à 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision de 0,1 radian (1 sigma).

3.5.2.3 *Rayonnement non essentiel*. Sur toutes les fréquences, la puissance du rayonnement non essentiel sera inférieure d'au moins 40 dB à la puissance de la porteuse non modulée.

3.5.2.4 *Cohérence code-porteuse*. L'écart relatif à court terme (pendant moins de 10 secondes) entre la fréquence de la phase de code et la fréquence porteuse sera inférieur à 5×10^{-11} (écart type). Sur un intervalle plus étendu (inférieur à 100 secondes), l'écart entre la variation de phase du code transmis (convertie en cycles de porteuse par multiplication du nombre de chips de code par 1 540) et la variation de phase de la porteuse, exprimée en cycles, se situera à l'intérieur d'un cycle de porteuse (écart type).

- La mesure s'entend à la sortie de l'antenne d'émission du satellite et ne comprend pas l'écart entre code et porteuse dû à la réfraction subie par la liaison descendante au passage dans l'ionosphère.

3.5.2.5 *Perte de corrélation*. La perte de puissance du signal récupéré due aux imperfections de la modulation et à la distorsion ne dépassera pas 1 dB.

- La perte de puissance du signal est l'écart entre la puissance émise dans une bande de 2,046 MHz et la puissance du signal récupérée par un récepteur sans bruit ni pertes, et présentant une largeur de corrélation de 1 chip et une bande passante de 2,046 MHz.

3.5.2.6 *Écart maximal sur phase de code*. L'écart maximal entre la phase de code non corrigée du signal L1 émis et le temps équivalent du réseau SBAS (SNT) pour le SBAS L1 ne dépassera pas $\pm 2^{-20}$ secondes.

3.5.2.7 *Cohérence code-données*. Chaque symbole de 2 ms sera synchrone avec chaque impulsion de code.

3.5.2.8 *Synchronisation des messages*. Le front avant du premier symbole qui dépend du premier bit du message en cours sera diffusé à partir du satellite SBAS en même temps qu'une impulsion SNT de 1 seconde dans le cas du SBAS L1.

3.5.2.9 *Codage à convolution*. Un flot de données à 250 bits par seconde (bit/s) sera codé à raison de deux symboles par bit, selon un codage à convolution de longueur de contrainte 7, afin de générer 500 symboles par seconde (symb/s). Le circuit logique du codeur convolutionnel sera conforme à la figure B-24, la sortie G3 étant active pendant la première moitié de chaque période de quatre millisecondes de bits de données.

3.5.2.10 *Codes pseudo-aléatoires (PRN)*. Chaque code PRN sera un code de type Gold d'une longueur de 1 023 bits, lui-même obtenu par addition modulo 2 de deux séquences linéaires de 1 023 bits, G1 et $G2_i$. La séquence $G2_i$ sera générée en imposant un certain retard à la séquence G2 (un nombre entier de chips), les différentes valeurs de ce retard étant indiquées au tableau B-61. Chacune des séquences G1 et G2 sera définie comme étant la sortie du dernier des 10 étages d'un registre à décalage à l'entrée duquel est appliquée la somme modulo 2 des étages suivants :

a) Pour G1 : étages 3 et 10 ;
b) Pour G2 : étages 2, 3, 6, 8, 9 et 10.

Le contenu initial des registres G1 et G2 sera 1111111111.

Tableau B-61. Codes PRN SBAS L1

Code PRN	*Retard imposé à G2 (chips)*	*10 premiers chips SBAS (le bit de gauche représente le premier chip émis en binaire)*
120	145	0110111001
121	175	0101011110
122	52	1101001000
123	21	1101100101
124	237	0001110000
125	235	0111000001
126	886	0000001011
127	657	1000110000
128	634	0010100101
129	762	0101010111
130	355	1100011110
131	1 012	1010010110
132	176	1010101111
133	603	0000100110
134	130	1000111001
135	359	0101110001
136	595	1000011111
137	68	0111111000
138	386	1011010111
139	797	1100111010
140	456	0001010100
141	499	0011110110
142	883	0001011011
143	307	0100110101
144	127	0111001111
145	211	0010001111
146	121	1111100010
147	118	1100010010
148	163	1100100010
149	628	0101010011
150	853	0111011110
151	484	1110011101
152	289	0001011110
153	811	0010111011
154	202	1000010110
155	1021	0000000011
156	463	1110111000
157	568	0110010100
158	904	0010011101

3.5.3 STRUCTURE DES DONNÉES SUR LE SIGNAL SBAS L1

- Les messages transmis au moyen du signal SBAS L1 sont indépendants de ceux qui le sont au moyen du signal SBAS L5. Les informations transmises au moyen du signal SBAS L1 servent uniquement au service SBAS L1 utilisant le signal C/A L1 du GPS et le signal L1OF du GLONASS (signal FDMA).

3.5.3.1 *Description générale.* Comme l'indique la figure B-25, tous les messages consisteront en un identificateur de type de message, suivi d'un préambule, d'un champ de données et d'un code de contrôle de redondance cyclique.

3.5.3.2 Préambule. Dans le cas du SBAS L1, le préambule sera formé de la séquence de bits 01010011 10011010 11000110, répartie en trois blocs consécutifs. Le début de chaque préambule de 24 bits coïncidera avec l'impulsion de sous-trame GPS de 6 secondes.

3.5.3.3 *Identificateur de type de message.* L'identificateur de type de message L1 sera une séquence de 6 bits indiquant à laquelle des catégories 0 à 63 du tableau B-62 appartient le message. Cet identificateur sera transmis en commençant par le bit de poids fort (MSB).

3.5.3.4 *Champ de données.* Le champ de données L1 se composera de 212 bits (§ 3.5.6). Chacun de ses paramètres sera transmis en commençant par le bit de poids fort.

Tableau B-62. Types de messages L1 diffusés

Type de message L1	*Contenu*
0	« Ne pas utiliser » (mode d'essai SBAS) – Le contenu s'applique au service SBAS L1 seulement
1	Masque PRN
2 à 5	Corrections rapides
6	Données d'intégrité
7	Facteur de dégradation des corrections rapides
8	De réserve
9	Paramètres de mesure de distance GEO
10	Paramètres de dégradation
11	De réserve
12	Paramètres de décalage temps réseau SBAS-temps UTC
13 à 16	De réserve
17	Almanachs des satellites géostationnaires
18	Masques des points de grille ionosphérique
19 à 23	De réserve
24	Combinaison corrections rapides-corrections à long terme des erreurs des satellites
25	Corrections à long terme des erreurs des satellites
26	Corrections de retard ionosphérique
27	Message de service SBAS
28	Matrice de covariance d'horloge et d'éphémérides
29 à 61	De réserve
62	Réservé – Le contenu s'applique au service SBAS L1 seulement
63	Message vide – Le contenu s'applique au service SBAS L1 seulement

- Les messages L1 (tableau B-62) sont destinés à être utilisés dans le cadre du service SBAS L1, et les messages L5 (tableau B-98), dans le cadre du service SBAS DFMC. Les messages des types 0,62 et 63 sont utilisés indépendamment à la fois par le service SBAS L1 et par le service SBAS DFMC, et leur contenu ne s'applique qu'au service correspondant.

3.5.3.5 *Contrôle de redondance cyclique (CRC).* Le code de contrôle de redondance cyclique (CRC) des messages SBAS L1 sera calculé comme il est indiqué au § 3.9.

3.5.3.5.1 La longueur du code CRC sera k = 24 bits.

3.5.3.5.2 Le polynôme générateur du code CRC sera :

$$G(x) = x^{24} + x^{23} + x^{18} + x^{17} + x^{14} + x^{11} + x^{10} + x^{7} + x^{6} + x^{5} + x^{4} + x^{3} + x + 1$$

3.5.3.5.3 Le champ données CRC, M(x), sera formé comme suit :

$$M(x)=\sum_{i=1}^{226} m_i x^{226-i} = m_1 x^{225} + m_2 x^{224} + \cdots + m_{226} x^0$$

3.5.3.5.4 M(x) sera formé à partir du préambule de 8 bits du message SBAS, de l'identificateur de type de message de 6 bits et du champ de données de 212 bits. L'ordre suivi sera celui dans lequel le satellite SBAS transmet les bits : m_1 correspondra au premier bit du préambule et m_{226}, au bit 212 du champ de données.
3.5.3.5.5 Le code CRC sera ordonné de manière à ce que r_1 soit le premier bit transmis et r_{24}, le dernier.

3.5.4 TENEUR DES DONNÉES SBAS L1

3.5.4.1 *Paramètres de masque PRN.* Les paramètres de masque PRN seront définis comme suit :

Numéro de code PRN : numéro permettant d'identifier sans ambiguïté le code PRN du satellite et les affectations correspondantes (tableau B-63).

Masque PRN : ensemble de 210 valeurs correspondant aux numéros de code PRN du satellite. Seules 51 des 210 valeurs seront utilisées.

- Le premier bit transmis du masque PRN correspond au numéro de code PRN «1».

Tableau B-63. Affectation des numéros de code PRN

Numéro de code PRN	*Affectation*
1 – 37	GPS
38 – 61	Numéro de position du satellite GLONASS plus 37
62 – 119	De réserve
120 – 158	SBAS
159 – 210	De réserve

Valeur de masque PRN : l'un des bits du masque PRN ; il indique si les données correspondant au numéro de code PRN de satellite associé (1 à 210) sont fournies.

Codage : 0 = données non fournies

1 = données fournies

Numéro de masque PRN : numéro séquentiel (1 à 51) des valeurs de masque définies dans le masque PRN.

- Le numéro de masque PRN est «1» pour le plus petit numéro de code PRN pour lequel la valeur du masque PRN est «1».

Identification des données – masque PRN (IODP) : indicateur d'association entre les données de correction et un masque PRN donné.

- Les paramètres sont transmis dans les messages suivants :

a) masque PRN (constitué de 210 valeurs de masque PRN) : dans un message de type 1 ;
b) numéro de masque PRN : dans les messages des types 24, 25 et 28 ;
c) numéro de code PRN : dans un message de type 17 ;
d) paramètre IODP : dans les messages des types 1 à 5, 7, 24, 25 et 28.

3.5.4.2 *Paramètres de la fonction de mesure de distance GEO (orbite géostationnaire).* Les paramètres de mesure de distance GEO seront définis comme suit :

$t_{0,GEO}$ *:* temps de référence applicable aux données de mesure de distance GEO (exprimé comme heure de la journée).

$[X_G Y_G Z_G]$: position du satellite géostationnaire au temps $t_{0,GEO}$.

$[\dot{X}_G \dot{Y}_G \dot{Z}_G]$: vitesse du satellite géostationnaire au temps $t_{0,GEO}$.

$[\ddot{X}_G \ddot{Y}_G \ddot{Z}_G]$: accélération du satellite géostationnaire au temps $t_{0,GEO}$.

a_{Gf0} *:* décalage temporel entre l'horloge GEO et le temps réseau SBAS (SNT) L1 à l'instant $t_{0,GEO}$.
a_{Gf1} *:* taux de dérive de l'horloge GEO par rapport au temps réseau SBAS L1.

Erreur de distance pour l'utilisateur (URA) : indicateur associé à l'erreur type sur la mesure de distance, compte non tenu des effets atmosphériques (tableau B-64).

- Tous ces paramètres sont incorporés aux messages de type 9.

Tableau B-64. Erreur de distance pour l'utilisateur (URA)

URA	*Précision (rms)*
0	2 m
1	2,8 m
2	4 m
3	5,7 m
4	8 m
5	11,3 m
6	16 m
7	32 m
8	64 m
9	128 m
10	256 m
11	512 m
12	1 024 m
13	2 048 m
14	4 096 m
15	« Ne pas utiliser »

Note.— Les valeurs de 0 à 14 de l'URA ne sont pas utilisées dans les protocoles pour applications de données (§ 3.5.5). Les récepteurs embarqués n'utiliseront pas la fonction de mesure de distance GEO si l'URA indique « Ne pas utiliser » (§ 3.5.8.3).

3.5.4.3 *Paramètres d'almanach GEO.* Les paramètres d'almanach seront définis comme suit :

Numéro de code PRN : voir le § 3.5.4.1.

État de fonctionnement : indication des fonctions assurées par le SBAS. Le tableau B-65 donne les valeurs des identificateurs des fournisseurs de services :

Codage :	Bit 0 (LSB)	Mesure de distance	Fonction assurée (0)	Fonction non assurée (1)
	Bit 1	Corrections en précision	Fonction assurée (0)	Fonction non assurée (1)
	Bit 2	État de fonctionnement du satellite et corrections sommaires	Fonction assurée (0)	Fonction non assurée (1)
	Bits 3	De réserve		
	Bits 4 à 7	Identificateur de fournisseur de services		

$[X_{G,A} Y_{G,A} Z_{G,A}]$ *:* position du satellite géostationnaire au temps $t_{almanach}$.

$[\dot{X}_{G,A} \dot{Y}_{G,A} \dot{Z}_{G,A}]$ *:* vitesse du satellite géostationnaire au temps $t_{almanach}$.

$t_{almanach}$ *:* temps de référence applicable aux données d'almanach GEO (exprimé comme heure de la journée).

- Tous ces paramètres sont incorporés aux messages de type 17.

Tableau B-65. Identificateurs des fournisseurs de services SBAS

Identificateur	*Fournisseur de services*
0	WAAS
1	EGNOS
2	MSAS

3	GAGAN
4	SDCM
5	BDSBAS
6	KASS
7	ANGA
8	SouthPAN
9	Résevé au SBAS
10	PAK-SBAS
11 à 13	Réservés au SBAS
14, 15	Réservés
16 à 31	Réservés aux fournisseurs de SBAS

DFMC

1.- L'identificateur 14 est utilisé pour le GBAS et ne s'applique pas au SBAS.
2.- Les identificateurs 16 à 31 ne peuvent pas être codés dans le message SBAS L1.

3.5.4.4 *PARAMÈTRES DE CORRECTION DIFFUSÉS*

3.5.4.4.1 Les paramètres de correction à long terme seront définis comme suit :

Identification des données (IOD$_i$) : indicateur d'association entre les corrections à long terme applicables au satellite i et les éphémérides diffusées par ce même satellite.

1.- Dans le cas du GPS, le paramètre IOD$_i$ coïncide avec le paramètre IODE et les 8 bits de poids faible du paramètre IODC (§ 3.1.1.3.1.4 et 3.1.1.3.2.2).

2.- Dans le cas du GLONASS, le paramètre IOD$_i$ indique la période de temps pendant laquelle les données GLONASS doivent être utilisées avec les données SBAS. Il est constitué des deux champs indiqués au tableau B-66.

δ_{xi} : correction des éphémérides le long de l'axe des x pour le satellite i.

δ_{yi} : correction des éphémérides le long de l'axe des y pour le satellite i.

δ_{zi} : correction des éphémérides le long de l'axe des z pour le satellite i.

$\delta_{ai,f0}$: correction de temps des éphémérides pour le satellite i.

$\delta\dot{x}_i$: correction de vitesse des éphémérides pour le satellite i le long de l'axe des x.

$\delta\dot{y}_i$: correction de vitesse des éphémérides pour le satellite i le long de l'axe des y.

$\delta\dot{z}_i$: correction de vitesse des éphémérides pour le satellite i le long de l'axe des z.

$\delta_{ai,f1}$: taux de variation de la correction de temps des éphémérides pour le satellite i.

$t_{i,LT}$: instant d'entrée en vigueur des paramètres δx_i, δy_i, δz_i, $\delta a_{i,f0}$, $\delta \dot{x}_i$, $\delta \dot{y}_i$, $\delta \dot{z}_i$ et $\delta a_{i,f1}$ (exprimé en seconde du jour).

Code de vitesse : indicateur précisant le format des messages (tableaux B-86 et B-87).

Codage : 0 = $\delta\dot{x}_i$, $\delta\dot{y}_i$, $\delta\dot{z}_i$ et $\delta a_{i,f1}$ ne sont pas diffusés
1 = $\delta\dot{x}_i$, $\delta\dot{y}_i$, $\delta\dot{z}_i$ et $\delta a_{i,f1}$ sont diffusés

- Tous ces paramètres sont incorporés aux messages des types 24 et 25.

3.5.4.4.2 Les paramètres de correction rapide seront définis comme suit :

Correction rapide (FC_i) : pour le satellite i, correction de pseudodistance pour les erreurs à variation rapide, autres que les erreurs troposphériques et ionosphériques, qui doivent être ajoutées à la pseudodistance après application de la correction à long terme.

- Le récepteur de l'utilisateur corrige les effets troposphériques de manière distincte (§ 3.5.8.4.2 et 3.5.8.4.3).
Identificateur de type de correction rapide : indicateur dont la valeur 0, 1, 2 ou 3 permet de déterminer si le message de type 24 contient les données de correction rapide et d'intégrité associées aux numéros de masque PRN contenus respectivement dans les messages des types 2, 3, 4 ou 5.
Identification des données – corrections rapides (IODFj) : indicateur d'association entre les paramètres UDREIi et les corrections rapides. L'indice j (valeur : de 2 à 5) précise le type de message auquel s'applique le paramètre IODFj (j est égal à l'identificateur de type de correction rapide, plus 2).

- L'identificateur de type de correction rapide est incorporé aux messages de type 24. Les paramètres FC_i sont incorporés aux messages de type 2 à 5 et 24. Les paramètres $IODF_j$ sont incorporés aux messages de type 2 à 6 et 24.

Tableau B-66. Paramètre IOD_i des satellites GLONASS

MSB	*LSB*
Intervalle de validité (5 bits)	Temps d'attente (3 bits)

3.5.4.5 *Paramètres d'intégrité des données de correction rapide ou à long terme.* Les paramètres d'intégrité pour les corrections rapides et à long terme seront définis comme suit :

$UDREI_i$: indicateur définissant le paramètre $\sigma^2_{i,UDRE}$ relatif au satellite *i* (tableau B-67).

Variance type des erreurs d'horloge et d'éphémérides résiduelles ($\sigma^2_{i,UDRE}$) : variance de la distribution normale associée aux erreurs de mesure de distance différentielle de l'utilisateur relatives au satellite *i*, après prise en compte des corrections rapides et à long terme, à l'exclusion des effets atmosphériques et utilisée dans le calcul des niveaux HPL/VPL (§ 3.5.5.6).

- Tous ces paramètres sont incorporés aux messages des types 2, 6 et 24.

Tableau B-67. Évaluation de $UDREI_i$

$UDREI_i$	$\sigma^2 i,UDRE$
0	0,0520 m^2
1	0,0924 m^2
2	0,1444 m^2
3	0,2830 m^2
4	0,4678 m^2
5	0,8315 m^2
6	1,2992 m^2
7	1,8709 m^2
8	2,5465 m^2
9	3,3260 m^2
10	5,1968 m^2
11	20,7870 m^2
12	230,9661 m^2
13	2 078,695 m^2
14	« Non contrôlés »
15	« Ne pas utiliser »

3.5.4.6 *Paramètres de corrections ionosphériques.* Les paramètres de corrections ionosphériques seront les suivants :

Masque IGP : ensemble de 11 masques de bande de points de grille ionosphérique (tableau B-68).
Masque de bande IGP : ensemble de valeurs de masque IGP correspondant aux positions des points de grille ionosphérique constituant l'une des 11 bandes IGP (tableau B-68).

Valeur de masque IGP : bit indiquant si des données sont fournies dans la bande IGP considérée relativement au point de grille ionosphérique associé.
Codage : 0 = données non fournies
1 = données fournies
Nombre de bandes IGP : nombre de masques de bande spécifiés dans le message.
Identificateur de bande IGP : numéro d'identification de la bande ionosphérique considérée (tableau B-68).
Identificateur de bloc IGP : code d'identification du bloc IGP considéré. Les blocs IGP sont définis par découpage en groupes de 15 de la séquence de points de grille d'un masque de bande IGP ayant 1 pour valeur de masque. Les blocs sont ensuite numérotés dans l'ordre de transmission des valeurs de masque IGP, en commençant par « 0 ».

Tableau B-68. Position des points IGP et numéros des bandes

Position des points		*Ordre de transmission à l'intérieur du masque de bande IGP*
Bande 0		
180 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N	1 – 28
175 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	29 – 51
170 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	52 – 78
165 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	79 – 101
160 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	102 – 128
155 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	129 – 151
150 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	152 – 178
145 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 – 201
Bande 1		
140 O	85S, 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 – 28
135 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	29 – 51
130 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	52 – 78
125 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	79 – 101
120 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	102 – 128
115 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	129 – 151
110 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	152 – 178
105 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 – 201
Bande 2		
100 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 – 27
95 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 – 50
90 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N	51 – 78
85 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	79 – 101
80 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	102 – 128
75 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	129 – 151
70 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	152 – 178
65 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 – 201
Bande 3		
60 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 – 27

55 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 – 50
50 O	85S, 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	51 – 78
45 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	79 – 101
40 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	102 – 128
35 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	129 – 151
30 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	152 – 178

Position des points		*Ordre de transmission à l'intérieur du masque de bande IGP*
25 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 – 201
Bande 4		
20 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 – 27
15 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 – 50
10 O	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	51 – 77
5 O	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	78 – 100
0	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N	101 – 128
5 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	129 – 151
10 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	152 – 178
15 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 – 201
Bande 5		
20 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 – 27
25 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 – 50
30 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	51 – 77
35 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	78 – 100
40 E	85S, 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	101 – 128
45 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	129 – 151
50 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	152 – 178
55 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 – 201
Bande 6		
60 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 – 27
65 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 – 50
70 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	51 – 77
75 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	78 – 100
80 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	101 – 127
85 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	128 – 150
90 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N	151 – 178
95 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 – 201
Bande 7		
100 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 – 27
105 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 – 50
110 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	51 – 77
115 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	78 – 100
120 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	101 – 127
125 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	128 – 150
130 E	85S, 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	151 – 178
135 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	179 – 201

Position des points		*Ordre de transmission à l'intérieur du masque de bande IGP*
Bande 8		
140 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	1 – 27
145 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	28 – 50
150 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	51 – 77
155 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	78 – 100
160 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	101 – 127
165 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	128 – 150
170 E	75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N	151 – 177
175 E	55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N	178 – 200
Bande 9		
60 N	180O, 175O, 170O, ..., 165E, 170E, 175E	1 – 72
65 N	180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E	73 – 108
70 N	180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E	109 – 144
75 N	180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E	145 – 180
85 N	180O, 150O, 120O, ..., 90E, 120E, 150E	181 – 192
Bande 10		
60 S	180O, 175O, 170O, ..., 165E, 170E, 175E	1 – 72
65 S	180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E	73 – 108
70 S	180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E	109 – 144
75 S	180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E	145 – 180
85 S	170O, 140O, 110O, ..., 100E, 130E, 160E	181 – 192

Intervalle de validité (V) : intervalle de temps pendant lequel les données des éphémérides GLONASS sont applicables (codées avec un décalage de 30 s) (tableau B-69).

Temps d'attente (L) : intervalle entre l'instant où l'élément sol reçoit les dernières éphémérides GLONASS et l'instant de transmission par le satellite géostationnaire (t_{ltc}) du premier bit du message de correction à long terme (tableau B-30).

$IODI_{k:}$ *:* indicateur signalant à quel instant le k^{e} masque de bande IGP change.

Estimation du retard à la verticale du point IGP : valeur estimée du retard que subirait un signal à 1 575,42 MHz traversant l'ionosphère à la verticale du point IGP considéré.

Codage : la séquence de bits 111111111 signifie « Ne pas utiliser ».

$GIVEI_i$ *: indicateur définissant le paramètre* $\sigma^2_{i,GIVE}$ *(tableau B-71).*

Variance type des erreurs résiduelles dues à la propagation ionosphérique ($\sigma^2_{i,GIVE}$*) :* variance de la distribution normale associée à l'erreur ionosphérique verticale résiduelle au point IGP d'un signal L1.

- Tous ces paramètres sont incorporés aux messages des types 18 et 26.

Tableau B-69. Intervalle de validité

Données	*Bits utilisés*	*Plage de valeurs*	*Résolution*
Intervalle de validité (V)	5	30 à 960 s	30 s

Tableau B-70 Temps d'attente

Données	*Bits utilisés*	*Plage de valeurs*	*Résolution*
Temps d'attente (L)	3	0 à 120 s	30 s

Tableau B-71. Évaluation de $GIVEI_i$

$GIVEI_i$	$\sigma^2_{i,GIVE}$
0	0,0084 m²
1	0,0333 m²
2	0,0749 m²
3	0,1331 m²
4	0,2079 m²
5	0,2994 m²
6	0,4075 m²
7	0,5322 m²
8	0,6735 m²
9	0,8315 m²
10	1,1974 m²
11	1,8709 m²
12	3,3260 m²
13	20,787 m²
14	187,0826 m²
15	« Non contrôlé »

3.5.4.7 *Paramètres de dégradation.* S'ils sont utilisés, les paramètres de dégradation seront définis comme suit : *Indicateur de facteur de dégradation des corrections rapides (ai_i) :* indicateur du facteur de dégradation des corrections rapides (a_i) pour le satellite i (tableau B-72).

- Le paramètre ai_i permet aussi de définir le délai d'expiration des corrections rapides (§ 3.5.8.1.2).

Tableau B-72. Facteur de dégradation des corrections rapides

Indicateur de facteur de dégradation (ai_i)	*Facteur de dégradation (a_i)*
0	0,0 mm/s²
1	0,05 mm/s²
2	0,09 mm/s²
3	0,12 mm/s²
4	0,15 mm/s²
5	0,20 mm/s²
6	0,30 mm/s²
7	0,45 mm/s²
8	0,60 mm/s²
9	0,90 mm/s²
10	1,50 mm/s²
11	2,10 mm/s²
12	2,70 mm/s²
13	3,30 mm/s²
14	4,60 mm/s²
15	5,80 mm/s²

Temps d'attente système (t_{lat}) : intervalle séparant le début de la dégradation des corrections rapides et le temps de référence de l'indicateur de la distance différentielle estimée de l'utilisateur (UDREI).

B_{rrc} *:* paramètre fixant la limite des erreurs dues au bruit et à l'arrondissement, aux fins du calcul, de la dégradation du taux de correction de distance (§ 3.5.5.6.2.2).

C_{ltc_lsb} *: erreur d'arrondi maximale liée à la résolution des caractéristiques orbitales et des données d'horloge.*
C_{ltc_v1} *:* erreur de vitesse liée à l'écart maximal observé sur le taux de variation de distance entre les messages manqués en raison des différences entre les fréquences d'horloge et les vitesses de révolution.

I_{ltc_v1} *:* intervalle de mise à jour des corrections à long terme quand le code de vitesse est « 1 » (§ 3.5.4.4.1).
C_{ltc_v0} *:* paramètre fixant la limite de l'écart séparant deux corrections à long terme consécutives pour les satellites dont le code de vitesse est « 0 ».

I_{ltc_v0} *:* intervalle minimal de mise à jour pour les corrections à long terme quand le code de vitesse est « 0 » (voir le § 3.5.4.4.1).

C_{GEO_lsb} *:* erreur d'arrondi maximale liée à la résolution des caractéristiques orbitales et des données d'horloge.

C_{GEO_v}*:* erreur de vitesse liée à l'écart maximal observé sur le taux de variation de distance entre les messages manqués en raison des différences entre les fréquences d'horloge et les vitesses de révolution.

I_{GEO} *:* intervalle de mise à jour des messages émis par la fonction de mesure de distance GEO.

C_{er} *:* valeur limite de l'erreur résiduelle due à l'utilisation des données d'approche de précision ou NPV au-delà du délai d'expiration.
C_{iono_step} *:* valeur limite de la différence entre les retards des points de grille ionosphérique successifs.

$I_{iono\ :}$ intervalle minimal de mise à jour des messages de correction des effets ionosphériques.

$C_{iono\ ramp}$ *:* taux de variation des corrections d'effets ionosphériques.

RSS_{UDRE} *:* indicateur précisant le mode de sommation des corrections rapides ou à long terme résiduelles.
Codage : 0 = sommation linéaire

1 = résultante quadratique

RSS_{iono} *:* indicateur précisant le mode de sommation des corrections d'effets ionosphériques résiduelles.
Codage : 0 = sommation linéaire

1 = résultante quadratique

$C_{covariance}$ *:* terme employé pour compenser les effets de la quantification lorsque le message de type 28 est utilisé.

1.- Les paramètres a_i et t_{lat} font partie des messages de type 7. Tous les autres sont incorporés aux messages de type 10.

2.- Si le message de type 28 n'est pas diffusé, le terme $C_{covariance}$ ne s'applique pas.

3.5.4.8 *Paramètres de temps.* S'ils sont utilisés, les paramètres de temps seront définis comme suit :
Identificateur de temps de référence UTC : indicateur précisant le type de temps UTC utilisé (tableau B-73).

Heure de la semaine GPS : nombre de secondes écoulées depuis la fin de la semaine GPS précédente (analogue au paramètre défini au § 3.1.1.2.6.1, mais avec une résolution de 1 seconde).

Numéro de semaine GPS (WN) : voir le § 3.1.1.2.6.2.

Indicateur GLONASS : drapeau indiquant si les paramètres de temps GLONASS sont fournis.

Codage : 0 = les paramètres temporels GLONASS ne sont pas fournis ;

1 = les paramètres temporels GLONASS sont fournis.

Écart temporel GLONASS ($\delta a_{i,GLONASS}$) : paramètre qui représente la partie stable de l'écart entre le temps GLONASS et le temps réseau SBAS.

- Si le SBAS ne prend pas en charge le GLONASS, le paramètre $\delta a_{i,GLONASS}$ ne s'applique pas.

Paramètres UTC : A_{1SNT}, A_{0SNT}, t_{0t}, WN_t, Δt_{LS}, WN_{LSF}, DN et Δt_{LSF} sont les paramètres décrits au § 3.1.1.3.3.6, mis à part le fait que les paramètres SBAS relient l'heure du réseau SBAS au temps UTC et non au temps GPS.

- Tous ces paramètres sont incorporés aux messages de type 12.

Tableau B-73. Identificateur de temps de référence UTC

Identificateur	*Description*
0	Temps UTC du National Institute of Information and Communications Technology, Tokyo (Japon)
1	Temps UTC du National Institute of Standards and Technology des États-Unis
2	Temps UTC du United States Naval Observatory
3	Temps UTC de l'observatoire de Paris
4	Réservé (temps UTC d'un laboratoire européen)
5	Temps UTC du National Time Service Center de la Chinese Academy of Sciences
6	Réservé
7	Temps UTC non fourni
8 à 15	Réservés au SBAS DFMC

- Les identificateurs de temps de référence UTC 8 à 15 ne peuvent pas être codés dans le message SBAS L1.

3.5.4.9 *Paramètres caractéristiques de la région de service.* Les paramètres caractérisant la région de service seront définis comme suit :

Identification des données – service (IODS) : indicateur signalant toute modification de service dans la région considérée.

Nombre de messages de service : nombre de messages de service SBAS de type 27 différents diffusés. (La valeur est codée avec un décalage de 1.)

Numéro de message de service : numéro séquentiel identifiant le message dans l'ensemble de messages de type 27 en cours de diffusion (allant de 1 au nombre de messages de service, codés avec un décalage de 1).

Nombre de régions : nombre de régions de service pour lesquelles des coordonnées sont diffusées dans le message.

Code de priorité : indication de la priorité d'un message lorsque deux messages définissent des régions qui se chevauchent. Le message dont le code de priorité est le plus élevé a préséance. Si les codes de priorité sont les mêmes, le message dont la valeur δUDRE est la moins élevée a préséance.

Indicateur δUDRE – intérieur : indication du facteur de dégradation UDRE régional (δUDRE) applicable aux endroits situés à l'intérieur d'une région définie dans le message, conformément au tableau B-74.

Indicateur δUDRE – extérieur : indication du facteur de dégradation UDRE régional (δUDRE) applicable aux endroits situés à l'extérieur de toutes les régions définies dans tous les messages de type 27 en cours, conformément au tableau B-74.

Coordonnée (latitude) : latitude d'un angle d'une région.

Coordonnée (longitude) : longitude d'un angle d'une région.

Tableau B-74. Évaluation de l'indicateur δUDRE

Indicateur δUDRE	*δUDRE*
0	1
1	1,1
2	1,25
3	1,5
4	2
5	3
6	4
7	5
8	6
9	8
10	10
11	20
12	30
13	40
14	50
15	100

Décalage temporel GLONASS L1($\delta a_{i,GLONASS}$) : paramètre transmis au moyen du signal L1 qui représente la partie stable du décalage entre le temps GLONASS L1 et le temps réseau SBAS L1.

- Si le SBAS L1ne prend pas en charge le GLONASS, le paramètre $\delta a_{i,GLONASS}$ ne s'applique pas.
Forme de la région : indication de la forme de la région (triangulaire ou quadrangulaire).

Codage : 0 = triangulaire
1 = quadrangulaire

1.- La coordonnée 3 a la coordonnée 1 (latitude) et la coordonnée 2 (longitude). Si la région est quadrangulaire, la coordonnée 4 a la coordonnée 2 (latitude) et la coordonnée 1 (longitude). La région est délimitée en joignant les coordonnées dans la séquence 1-2-3-1 (région triangulaire) et 1-3-2-4-1 (région quadrangulaire). Les segments de la limite ont soit une latitude constante, soit une longitude constante ou une pente constante en degrés de latitude par degré de longitude. Le changement de latitude ou de longitude sur tout segment de limite entre deux coordonnées est inférieur à ±180°.

2.- Tous ces paramètres sont incorporés aux messages de type 27.

3.5.4.10 *Paramètres de la matrice de covariance horloge-éphémérides*. Les paramètres de la matrice de covariance horloge-éphémérides seront les suivants :

Numéro de masque PRN : voir le § 3.5.4.1.
Exposant d'échelle : terme servant à calculer l'échelle utilisée pour coder les éléments de la factorisation de Cholesky.

Éléments de la factorisation de Cholesky ($E_{i,j}$) : éléments d'une matrice triangulaire supérieure qui compresse les données de la matrice de covariance de l'horloge et des éphémérides. Ces éléments sont utilisés pour calculer le facteur de dégradation UDRE (δUDRE) en fonction de la position de l'utilisateur.

3.5.5 DÉFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNÉES SBAS L1

- Cette section contient la définition des paramètres qui ne sont pas transmis ; ces paramètres sont toutefois utilisés par les éléments embarqués ou non embarqués et définissent des termes appliqués pour déterminer la solution de navigation et son intégrité. Ces paramètres assurent l'interopérabilité du SBAS.

3.5.5.1 DONNÉES DE POSITION ET D'HORLOGE DES SATELLITES GÉOSTATIONNAIRES

3.5.5.1.1 Position estimée du satellite géostationnaire. La position estimée d'un satellite géostationnaire à un instant quelconque tk est :

$$\begin{bmatrix}\hat{X}_G\\ \hat{Y}_G\\ \hat{Z}_G\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}X_G\\ Y_G\\ Z_G\end{bmatrix} + \begin{bmatrix}\dot{X}_G\\ \dot{Y}_G\\ \dot{Z}_G\end{bmatrix}(t-t_{0,GEO}) + \frac{1}{2}\begin{bmatrix}\ddot{X}_G\\ \ddot{Y}_G\\ \ddot{Z}_G\end{bmatrix}(t-t_{0,GEO})^2$$

3.5.5.1.2 Correction d'horloge du satellite géostationnaire. La correction d'horloge d'un satellite géostationnaire SBAS i est appliquée selon l'équation ci-dessous :

$$t = tG - \Delta tG$$

où :

t = heure du réseau SBAS (SNT)
t_G = temps indiqué par la phase de code du satellite géostationnaire
Δt_G = déphasage de code du satellite géostationnaire

3.5.5.1.2.1 Le déphasage de code (ΔtG) à un instant quelconque t est :

$$\Delta t_G = a_{G0} + a_{G1}\,(t - t_{0,GEO})$$

l'expression $(t - t_{0,GEO})$ étant corrigée de façon à tenir compte du changement de journée.

3.5.5.2 CORRECTIONS À LONG TERME

3.5.5.2.1 Correction d'horloge GPS. La correction d'horloge d'un satellite GPS i est appliquée selon l'équation ci-dessous :

$$t = t_{SV,i} - [(\Delta t_{SV,i})_{L1} + \delta\Delta t_{SV,i}]$$

où :

t = heure du réseau SBAS
$t_{SV,i}$ = temps du satellite GPS au moment de la transmission du message
$(\Delta t_{SV,i})_{L1}$ = phase de code PRN du satellite (§ 3.1.2.2)
$\delta\Delta t_{SV,i}$ = correction du déphasage de code

3.5.5.2.1.1 La correction de déphasage (δΔtSV,i) d'un satellite GPS ou SBAS à un instant quelconque tk est :

$$\delta\Delta tSV,i = \delta ai,f0 + \delta ai,f1\,(tk - ti,LT)$$

3.5.5.2.2 Correction d'horloge GLONASS. La correction d'horloge d'un satellite GLONASS i est appliquée selon l'équation ci-dessous :

$$t = tSV,i + \tau n(tb) - \gamma n(tb)(tSV,i - tb) - \delta\Delta tSV,i$$

où :

t = réseau SBAS
$t_{SV,i}$ = temps du satellite GLONASS au moment de la transmission du message
t_b, $\tau_n(t_b)$, $\gamma_n(t_b)$ = paramètres temporels GLONASS définis au § 3.2.2.2
$\delta\Delta t_{SV,i}$ = correction du déphasage de code

La correction de déphasage de code $\delta\Delta t_{SV,i}$ d'un satellite GLONASS *i* est :

$$\delta\Delta tSV,i = \delta ai,f0 + \delta ai,f1(t - ti,LT) + \delta ai,GLONASS$$

où $(t - t_{i,LT})$ est corrigé pour tenir compte du changement de journée. Si le code de vitesse = 0, alors $\delta a_{i,f} = 0$.

3.5.5.2.3 *Correction de la position du satellite.* Le vecteur de position SBAS corrigé du satellite *i* de la ou des constellations satellitaires de base ou du SBAS à l'instant *t* est :

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}_{corrigé} = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta x_i \\ \delta y_i \\ \delta z_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta \dot{x}_i \\ \delta \dot{y}_i \\ \delta \dot{z}_i \end{bmatrix} (t - t_{i,LT})$$

où

$(t - t_{i,LT})$ est corrigé de façon à tenir compte du changement de journée.
$[x_i\ y_i\ z_i]^T$ est le vecteur de position du satellite de la ou des constellations satellitaires de base ou du SBAS (§ 3.1.2.3, 3.2.2.3 et 3.5.5.1.1).

Si le code de vitesse est 0, alors $[\delta \dot{x}_i\ \delta \dot{y}_i\ \delta \dot{z}_i]^T = [0\ \ 0\ \ 0]^T$.

3.5.5.3 *Corrections de pseudodistance.* La pseudodistance corrigée d'un satellite *i* à l'instant *t* est :

PRi,corrigé = PRi + FCi + RRCi (t − ti,0f) + ICi + TCi

où :

PR_i = pseudodistance mesurée après application de la correction d'horloge du satellite
FC_i = correction rapide
RRC_i = taux de correction de distance
IC_i = correction des effets ionosphériques
TC_i = correction des effets troposphériques (valeur négative représentant le retard troposphérique)
$t_{i,0f}$ = instant d'entrée en vigueur des corrections rapides les plus récentes (début de l'impulsion de la seconde SNT coïncidant avec la transmission par le satellite SBAS du premier symbole du bloc-message)

3.5.5.4

3.5.5.4 *Corrections du taux de variation de distance.* La correction du taux de variation de distance du satellite *i* est :

$$RRC_i = \begin{cases} \dfrac{FC_{i,actuelle} - FC_{i,précédente}}{t_{i,0f} - t_{i,0f_Précédente}}, Si\ a_i \neq 0 \\ 0, Dans\ les\ autres\ cas \end{cases}$$

où :
FCi,actuelle = correction rapide la plus récente
FCi,précédente = correction rapide antérieure
ti,0f = instant d'entrée en vigueur de FCi,actuelle
ti,0f_précédente = instant d'entrée en vigueur de FCi,précédente
a_i = Facteur de dégragdation de la correction rapide (Cf Tableau B-34)

3.5.5.5 *CORRECTIONS DES EFFETS IONOSPHÉRIQUES TRANSMISES*

3.5.5.5.1 *Position des points de pénétration ionosphérique (IPP).* Le point d'intersection du segment de ligne récepteur satellite avec l'ellipsoïde situé à 350 km au-dessus de l'ellipsoïde du WGS-84 est appelé point de pénétration ionosphérique (ou point IPP). Sa position est donnée par sa latitude (ϕ_{pp}) et sa longitude (λ_{pp}) WGS-84.

3.5.5.5.2 *Corrections ionosphériques.* Les corrections des effets ionosphériques, pour le satellite *i* sont :

$$IC_i = -F_{pp}\ \tau_{vpp}$$

où :

Fpp = facteur d'obliquité = $\left[1 - \left(\dfrac{R_e \cos \theta_i}{R_e + h_1}\right)^2\right]^{-\frac{1}{2}}$
Tvpp = valeur estimée du retard ionosphérique dans le sens vertical, après interpolation (§ 3.5.5.5.3)
Re = 6 378,1363 km
θ_i = angle de site du satellite *i*
hI = 350 km

- Dans le cas des satellites GLONASS, la correction ionosphérique (ICi) doit être multipliée par le carré du rapport entre les fréquences du GLONASS et les fréquences du GPS (fGLONASS/ fGPS)².

3.5.5.5.3 *Valeur estimée du retard ionosphérique dans le sens vertical, après interpolation.* Quatre points étant connus,l'interpolation de la valeur estimée du retard ionosphérique dans le sens vertical à la latitude Φpp et à la longitude λpp donne :

$$\tau_{vpp} = \sum_{k=1}^{4} W_k \tau_{vk}$$

où :

τ_{vk} : valeurs transmises du retard mesuré dans le sens vertical au sommet k de la grille IGP (figure B-26).
$W_1 = x_{pp}\, y_{pp}$
$W_2 = (1 - x_{pp})\, y_{pp}$
$W_3 = (1 - x_{pp})\, (1 - y_{pp})$
$W_4 = x_{pp}\, (1 - y_{pp})$

3.5.5.5.3.1 Pour les points IPP situés entre 85°N et 85°S :

$$x_{pp} = \frac{\lambda_{pp} - \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

$$y_{pp} = \frac{\phi_{pp} - \phi_1}{\phi_2 - \phi_1}$$

où :

λ_1 = longitude des points IGP situés à l'ouest du point IPP considéré
λ_2 = longitude des points IGP situés à l'est du point IPP considéré
ϕ_1 = latitude des points IGP situés au sud du point IPP considéré
ϕ_2 = latitude des points IGP situés au nord du point IPP considéré

Note.— Si λ_1 et λ_2 sont à cheval sur le méridien 180°, le calcul de x_{pp} doit tenir compte de la discontinuité des valeurs de longitude.

3.5.5.5.3.2 Pour les points IPP situés au nord du 85e parallèle nord ou au sud du 85e parallèle sud :

$$y_{pp} = \frac{|\phi_{pp}| - 85°}{10°}$$

$$y_{pp} = \frac{|\Phi_{pp} - \Phi_1|}{10°}$$

$$x_{pp} = \frac{\lambda_{pp} - \lambda_3}{90°} \times (1 - 2\, y_{pp}) + y_{pp}$$

où :

λ_1 = longitude du deuxième point IGP situé à l'est du point IPP considéré
λ_2 = longitude du deuxième point IGP situé à l'ouest du point IPP considéré
λ_3 = longitude du point IGP le plus proche à l'ouest du point IPP considéré
λ_4 = longitude du point IGP le plus proche à l'est du point IPP considéré

Trois points étant connus, l'interpolation de la valeur estimée du retard ionosphérique dans le sens vertical est donnée par :

3.5.5.5.3.3 Pour les points situés entre 75°S et 75°N :

$$\tau_{vpp} = \sum_{k=1}^{3} W_k \tau_{vk}$$

où :

W1 = ypp
W2 = 1 −xpp −ypp

W3 = xpp

3.5.5.5.3.4 xpp et ypp sont calculés pour une interpolation à quatre points, à ceci près que λ1 et Φ1 sont toujours la longitude et la latitude du point IGP2, et λ2 et Φ2, les autres longitude et latitude. IGP2 est toujours le sommet opposé à l'hypoténuse du triangle défini par les trois points, IGP1 est à la même longitude que IGP2 et IGP3 est à la même latitude que IGP2 (Figure B-14).

3.5.5.5.3.5 Pour les points situés au nord du 75^{e}parallèle nord ou au sud du 75^{e}parallèle sud, l'interpolation à partir de rois points n'est pas possible.

3.5.5.5.4 *Sélection des points de grille ionosphérique.* Le protocole de sélection des points de grille ionosphérique (ou points IGP) est le suivant :

a) Cas d'un point IPP situé entre 60°N et 60°S :

1) s'il existe quatre points IGP formant une cellule de 5 degrés de côté autour du point IPP et que ces points sont positionnés à « 1 » dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
2) au cas contraire, s'il existe trois points formant un triangle rectangle autour du point IPP, les deux côtés de l'angle droit mesurant 5 degrés, et que ces points sont positionnés à « 1 » dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;

3) au cas contraire, s'il existe quatre points formant une cellule de 10 degrés de côté autour du point IPP et que ces points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;

4) au cas contraire, s'il existe trois points formant un triangle rectangle autour du point IPP, les deux côtés de l'angle droit mesurant 10 degrés, et que ces points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;

5) sinon, aucune correction des effets ionosphériques ne peut être fournie.

b) Cas d'un point IPP situé entre 60°N et 75°N ou entre 60°S et 75°S :

1) s'il existe quatre points IGP formant une cellule de 5 degrés de latitude sur 10 degrés de longitude autour du point IPP et que ces points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;

2) au cas contraire, s'il existe trois points formant un triangle autour du point IPP, les deux côtés de l'angle droit mesurant 5 degrés de latitude et 10 degrés de longitude, et que ces trois points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;

3) au cas contraire, s'il existe quatre points formant une cellule de 10 degrés de côté autour du point IPP et que ces points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;

4) au cas contraire, s'il existe trois points formant un triangle autour du point IPP, les deux côtés de l'angle droit mesurant 10 degrés, et que ces trois points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;

5) sinon, aucune correction des effets ionosphériques ne peut être fournie.
c) Cas d'un point IPP situé entre 75°N et 85°N ou entre 75°S et 85°S :

1) si les deux points IGP les plus proches sur le 75^{e} parallèle et les deux points IGP les plus proches sur le 85^{e} parallèle (distants de 30° de longitude dans le cas des bandes 9 et 10, de 90° dans les autres cas) sont positionnés à 1 dans le masque IGP, une cellule de 10 degrés de côté est créée par interpolation linéaire entre les points IGP du 85^{e}parallèle, ce qui donne les points IGP virtuels situés aux mêmes longitudes que les points IGP du 75^{e}parallèle ;

2) sinon, aucune correction des effets ionosphériques ne peut être fournie.

d) Cas d'un point IPP situé au nord du 85e parallèle nord :

1) si les quatre points IGP situés à 85° de latitude nord et aux longitudes 180°O, 90°O, 0° et 90°E sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;

2) sinon, aucune correction des effets ionosphériques ne peut être fournie.

e) Cas d'un point IPP situé au sud du 85eparallèle sud :

1) si les quatre points IGP situés à 85° de latitude sud et aux longitudes 140°O, 50°O, 40°E et 130°E sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
2) sinon, aucune correction des effets ionosphériques ne peut être fournie.

- La sélection des points IGP ne dépend que des informations fournies par le masque IGP, peu importe pour l'état de ces points (« contrôlé », « non contrôlé » ou « à ne pas utiliser »). Si l'un quelconque des points retenus est à l'état « Ne pas utiliser », la correction des effets ionosphériques ne peut être établie. Dans le cas d'une sélection de quatre points, si l'un d'eux est à l'état « Non contrôlé », l'interpolation se fait sur les trois autres, à condition qu'ils forment un triangle autour du point IPP.

3.5.5.6 *Niveaux de protection.* Les niveaux de protection horizontal (HPL) et vertical (VPL) sont :

Imprimé dans les ateliers
de l'imprimerie du Journal officiel
B.P.: 2087 Brazzaville

Volume XVI