AGENCE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE ET DE LA METEOROLOGIE

BP.8184 AEROPORT L.S. SENGHOR

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

Email: anacim@anacim.sn

REGLEMENT AERONAUTIQUE DU SENEGAL N° 10

(RAS 10)

TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES

Volume I

Aides radio à la Navigation

APPENDICES

Deuxième Edition **Octobre 2023**

AGENCE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE ET DE LA METEOROLOGIE

BP.8184 AEROPORT L.S. SENGHOR

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

Email: anacim@anacim.sn

REGLEMENT AERONAUTIQUE DU SENEGAL N° 10

(RAS 10)

TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES

Volume I

Aides radio à la Navigation

APPENDICES

Deuxième Edition **Octobre 2023**

INSCRIPTION DES AMENDEMENTS ET DES RECTIFICATIFS

AMENDEMENTS			
N°	Applicable le	Inséré le	Par
1	01/03/2017	24/10/2016	ANACIM
2	08/11/2018	17/08/2018	ANACIM
3	05/11/2020	07/10/2020	ANACIM
4	04/11/2021	16/04/2021	ANACIM
5	02/11/2023	06/04/2023	ANACIM
6	27/11/2025	07/10/2025	ANACIM

RECTIFICATIFS			
N°	Date de publication	Inséré le	Par

HISTORIQUE DES AMENDEMENTS

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

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

LISTE DES REFERENCES

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

TABLE DES MATIERES

Page

APPENDICE A Caractéristiques du système d'atterrissage hyperfréquences (MLS) [N/A] ....APP A-1

APPENDICE B. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DETAILLEES RELATIVES AU SYSTEME MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS) .....APP B-1

1. DEFINITIONS .....APP B-1

2. GENERALITES.....APP B-1

3. ELEMENTS DU GNSS .....APP B-1

3.1 Constellations de base .....APP B-1

3.1.1 Service de localisation standard (SPS) du GPS (L1 et L5)..... APP B-1

3.1.2 Canal de précision standard (L1/L3) du système mondial de satellite de navigation (GLONASS) ..... APP B-25

3.1.3 Service ouvert de Galileo (Galileo OS)..... APP B-55

3.1.4 Service ouvert (OS) du Système de navigation par satellite BeiDou (BDS)(B1I, B1C et B2a) ..... APP B-73

3.2 (Réservé) .....APP B-105

3.3 Utilisation de constellations satellitaires de base multiples .....APP B-105

3.3.1 ELEMENTS D'AERONEF..... APP B-105

3.4 Système de renforcement embarqué (ABAS) .....APP B-106

3.5 Système de renforcement satellitaire (SBAS) .....APP B-114

3.6 Système de renforcement au sol (GBAS).....APP B-114

3.6.1 GENERALITES ..... APP B-114

3.6.2 CARACTERISTIQUES RADIOELECTRIQUES..... APP B-115

3.6.3 STRUCTURE DES DONNEES..... APP B-117

3.6.4 TENEUR DES DONNEES ..... APP B-124

3.6.5 DEFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNEES .... APP B-144

3.6.6 *TABLEAUX DE MESSAGES*..... APP B-158

3.6.7 ELEMENTS NON EMBARQUES..... APP B-163

3.6.8 ELEMENTS D'AERONEF ..... APP B-184

3.7 Protection contre le brouillage.....APP B-199

3.7.1 CRITÈRES DE PERFORMANCE..... APP B-199

3.7.2 BROUILLAGE PAR ONDES ENTRETENUES ..... APP B-200

3.7.3 BRUIT A LARGEUR DE BANDE LIMITEE DE TYPE BROUILLAGE ..... APP B-212

3.8 Antenne GNSS de bord pour la réception des signaux satellitaires .....APP B-225

3.9 Contrôle de redondance cyclique .....APP B-228

SPECIFICATIONS NATIONALES DES AIDES RADIO A LA NAVIGATION

APPENDICE A Caractéristiques du système d'atterrissage hyperfréquences (MLS) [N/A]

APPENDICE B. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DETAILLEES RELATIVES AU SYSTEME MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS)

1. DEFINITIONS

En réserve. Qualifie les bits, les mots ou les champs non attribués ni réservés, donc pouvant se prêter à une attribution future.

Note.— 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.

S_{max}. Puissance maximale du signal de données VHF (VDB) utile à l'entrée du récepteur VDB. 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 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. GENERALITES

Note.— Les spécifications techniques qui suivent complètent les dispositions du Chapitre 3, § 3.7.

3. ELEMENTS DU GNSS

3.1 Constellations de base

3.1.1 Service de localisation standard (SPS) du GPS (L1 et L5)

3.1.1.1 ELEMENTS NON EMBARQUES

3.1.1.1.1 CARACTERISTIQUES RADIOELECTRIQUES (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 L1 non modulée doit être telle qu'une boucle à verrouillage de phase ayant une largeur de bande passante de bruit de 10 Hz puisse 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 doit être 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 doit pas dépasser 0,6 dB pour toutes les générations de satellites GPS-II et 0,3 dB pour toutes les générations de satellites GPS-III.

Note.— La perte de puissance du signal est l'écart entre la puissance émise dans une bande 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 $G_i(t)$ doit être formée par somme modulo 2 des deux séquences linéaires de 1 023 bits G1 et $G2_i$. La séquence $G2_i$ doit être formée en retardant la séquence G2 d'un nombre entier de chips. Les séquences G1 et G2 doivent être 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 doit être « 1111111111 » (3FF).. Les registres G1 et G2 doivent être cadencés à 1,023 MHz. La synchronisation du code C/A doit se faire conformément à la Figure B-1[1*].

Note. — 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) doit être mis en forme comme l'indique la Figure B-2. Pour chaque page (Figure B-6), le format de base doit être une trame de 1 500 bits pouvant comprendre jusqu'à 5 sous-trames de 300 bits chacune. Tous les mots doivent être transmis en commençant par le bit de poids fort (MSB).

Note.— 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 doit débuter par un mot de télémesure (TLM), immédiatement suivi du mot de transfert (HOW). Doivent venir ensuite 8 mots d'information. Dans chaque trame, tous les mots doivent contenir 6 bits de parité. Le format des mots TLM et HOW doit être 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 doit recommencer 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 doit recommencer 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) doivent s'effectuer aux points de délimitation des trames (c'est-à-dire modulo 30 secondes par rapport à l'instant du changement de semaine).

Note.— La transmission des nouvelles données des sous-trames 4 et 5 peut débuter avec n'importe

[1] Toutes les figures se trouvent à la fin du présent appendice.

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 doivent être des bits de parité. De plus, les mots 2 et 10 doivent contenir 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 doit avoir une longueur de 30 bits, être émis toutes les 6 secondes dans la trame de données, et doit être le premier mot de chaque sous-trame. Son format doit être conforme à la Figure B-3. Il doit se composer 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 doit avoir une longueur de 30 bits et être émis en deuxième position dans chaque sous-trame ou page, immédiatement après le mot TLM. Il doit être émis toutes les 6 secondes dans la trame de données. Son format et son contenu doivent être conformes à la Figure B-4. Le mot doit débuter par les 17 bits de poids fort du compte TOW. Ce dernier doit se composer des 19 bits de poids faible du compte Z de 29 bits (§ 3.1.1.2.6). Les 17 bits en question doivent correspondre 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 est un indicateur d'alarme. Mis à 1, il doit signaler que l'erreur de distance pour l'utilisateur (URA) est sans doute plus grande que ce qu'indique la sous-trame 1 et que l'utilisateur emploie les données fournies par le satellite à ses risques et périls.

3.1.1.1.2.5.2 *Bit 19.* Le bit 19 doit être réservé.

3.1.1.1.2.5.3 *Bits 20, 21 et 22*. Les bits 20, 21 et 22 du mot HOW constituent l'identificateur de la sous - trame dans laquelle ce mot HOW est le deuxième mot. Cet identificateur doit pouvoir 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 doit générer de manière interne une horloge à une cadence de 1,5 s qui doit contenir une unité commode permettant de compter et de communiquer le temps de manière précise. Le temps ainsi défini s'appelle le compte Z. Ce compte doit être 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 représente 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 doit avoir un cycle court, allant de 0 à 403 199 impulsions de 1,5 s (= une semaine complète), et il doit être remis à zéro à la fin de chaque semaine. L'état 0 du compte TOW doit être 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, doit faire 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.

Note.— 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 forment la représentation binaire du numéro séquentiel attribué à la semaine GPS en cours (modulo 1 024). La plage de valeurs doit s'étendre de 0 à 1 023. La valeur 0 doit coïncider 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 doit reprendre à zéro. L'utilisateur doit tenir compte des 1 024 semaines précédentes converties en dates du calendrier à partir du temps GPS.

3.1.1.1.3 DESCRIPTION DES DONNEES

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 sous-trame 1 doivent contenir les paramètres d'horloge et autres données spécifiés au Tableau B-1. Les paramètres de chaque ensemble de données doivent être valides durant l'intervalle de temps pendant lequel ils sont transmis, et doivent le rester 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 doivent être formés des 10 bits de poids fort du compte Z sur 29 bits et doivent représenter le numéro de la semaine GPS en cours correspondant au début de l'intervalle de transmission des données. La semaine zéro doit être désignée par les 10 bits à 0. Le numéro de semaine GPS doit être 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 doivent représenter 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.

Note 1.— L'URA ne comprend pas l'erreur estimée due aux imprécisions du modèle de retard ionosphérique utilisant une seule fréquence.

Note 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.

Note 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***	*Echelle (LSB)*	*Plage effective****	*Unités*
N° de semaine	10	1		semaines
Précision du satellite	4			
Etat 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}		s/s^2
a_{f1}	16*	2^{-43}		s/s
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 leurs 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 *Etat de fonctionnement.* Les 6 bits de l'indicateur d'état de fonctionnement du satellite émetteur doivent être les bits 17 à 22 du mot 3. Le bit de poids fort doit indiquer l'état de validité des données de navigation de la façon suivante :

a) 0 = toutes les données de navigation sont valides ;

b) 1 = certaines données de navigation ne sont pas valides.

Les 5 bits de poids faible doivent préciser l'état des composantes du signal conformément au Tableau B-3. Les indications d'état de fonctionnement du satellite doivent être 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 doit être 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 doivent être intégrées aux sous-trames 4 et 5.

Note.— Les données de la sous-trame 1 peuvent différer de celles des sous-trames 4 et 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 doivent être les 2 bits de poids fort du terme IODC, composé de 10 bits ; ses 8 bits de poids faible doivent être les bits 1 à 8 du mot 8 de la sous-trame 1. Le terme IODC représente le numéro d'émission de l'ensemble de données. Il doit être différent de toutes les valeurs transmises par le satellite au cours des 6 heures précédentes.

Note.— 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 représente le terme correctif T_{GD} qui tient compte de l'effet du temps de propagation du groupe différentiel du satellite.

Note.— Le terme T_{GD} 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 représentent les paramètres permettant aux usagers d'appliquer la correction d'horloge du satellite (t_{OC}, a_{f2}, a_{f1}, a_{f0}).

3.1.1.1.3.1.7 *Champs de données réservés*. Le Tableau B-4 indique les champs de données réservés. Tous ces champs doivent contenir 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 doivent contenir 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 doivent être conformes au Tableau B-6.

3.1.1.1.3.2.2 *Identification des éphémérides (IODE).* Le terme IODE doit être 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 doit être émis dans les sous- trames 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 diffèrent entre eux du fait de la transmission d'un nouvel ensemble de données, de nouvelles données doivent être recueillies. Le terme IODE doit être 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 doit s'accompagner de la modification de leurs mots IODE respectifs. La modification des nouveaux ensembles de données ne doit s'effectuer qu'au passage d'une heure à la suivante, exception faite du premier ensemble de données d'un nouveau téléchargement. De plus, la valeur t_{oe}, pour au moins le premier ensemble de données transmis par le satellite après un téléchargement, doit avoir 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
$\sqrt{A}$	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 sinusoïdale 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
t_{oe}	Temps de référence des éphémérides
IODE	Identification des éphémérides

Tableau B-6. Paramètres d'éphémérides

Paramètre	*Nombre de bits***	*Echelle (LSB)*	*Plage effective****	*Unités*
IODE	8			
C_{rs}	16*	2^{-5}		mètres
Δ_n	16*	2^{-43}		demi-cercles/s
M_0	32*	2^{-31}		demi-cercles
C_{uc}	16*	2^{-29}		radians
e	32	2^{-33}	0,33	(sans dimension)
C_{us}	16*	2^{-29}		radians
$\sqrt{A}$	32	2^{-19}	2 530 à 8 192	mètres$^{1/2}$
t_{oe}	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_{rr}	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 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, soit la valeur maximale pouvant être atteinte, compte tenu du nombre de bits et de l'échelle indiqués.

Note 1.— Les termes IODE et IODC permettent au récepteur de détecter toute modification des paramètres d'éphémérides ou d'horloge.

Note 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 est un indicateur d'« intervalle d'ajustement » qui indique l'intervalle d'ajustement de la courbe utilisé pour déterminer les paramètres d'éphémérides, comme suit :

0 = 4 heures,

1 = 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 doivent être sous-commutées 25 fois chacune. Mis à part les éventuelles pages « réservées » et les répétitions explicites, chaque page doit contenir des données différentes dans les mots 3 à 10. Les sous-trames 4 et 5 contiennent les données énumérées dans le Tableau B-7.

Note.— 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 doit être 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 doit être 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 doit pas dépasser 0,6 dB.

Note.— 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 a deux composantes porteuses modulées par des trains de bits distincts : le code I5 et le code Q5 (voir le Tableau B-8).

3.1.1.1.4.4.1 Les porteuses I5 et Q5 doivent être en quadrature de phase (dans une fourchette de ±100 milliradians) et la porteuse Q5 doit être déphasée de 90 degrés par rapport à la porteuse I5.

Tableau B-8. Phase du signal composite L5 transmise**

*Phase nominale du signal composite L5**	*Etat 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.

3.1.1.1.4.5 *Génération de code*. Pour les porteuses en code I5 et Q5, les séquences de code $I5_i(t)$ et $Q5_i(t)$ sont constituées chacune de l'addition modulo 2 de deux séquences de bits étendues, cadencées à 10,23 MHz, XA(t) et $XBI_i(nI_i, t)$ ou XA(t) et $XBQ_i(nQ_i, t)$, où nI_i et nQ_i sont les états initiaux de XBI_i et XBQ_i pour le satellite i.

3.1.1.1.4.5.1 Le code XA est un code d'une longueur de 8 190 qui, à l'état initial, est constitué uniquement de « 1 » et qui est 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 XBI_i et XBQ_i ont une longueur de 8 191 et des états initiaux conformes aux spécifications de l'IS-GPS-705F, Tableaux 3-Ia et Ib. Les codes XBI_i et XBQ_i ne sont pas écourtés et sont 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 sont les suivants :

a) XA : $X^{13} + X^{12} + X^{10} + X^9 + 1$; et

b) XBI_i et XBQ_i : $X^{13} + X^{12} + X^8 + X^7 + X^6 + X^4 + X^3 + X + 1$.

Note. — 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 doit être 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 sont 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 doit être synchronisé avec le code C/A de la fréquence L1. Les codes XBIi et XBQi doivent être 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 doit pas dépasser 30,0 nanosecondes. La variation totale autour de la moyenne (variations aléatoires plus non aléatoires) ne doit pas dépasser 3,0 nanosecondes (probabilité de 95 %).

Note.— 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 est 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 sont fournies dans un ensemble de messages de six secondes et de 300 bits de long.

3.1.1.1.5.2.1 Chaque message contient 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 est 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 donne l'heure du satellite en secondes au début du message de 6 secondes suivant.

3.1.1.1.5.2.4 Le bit 38 est 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.

Note.— 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	Ephémérides, précision, paramètres d'état de fonctionnement
11	Ephémérides, 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 contient la composante dépendante de l'angle de site (ED) de l'indice de précision de distance pour l'usager (URA_{ED}) 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.

Note.— Au meilleur emplacement dans l'empreinte du satellite (c'est-à-dire nominalement directement sous le satellite le long de son vecteur nadir), l'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 contiennent 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} est liée à l'indice URA_{NED0} selon le Tableau B-11.

La valeur de l'URA_{NED1} est liée à l'indice URA_{NED1} 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}

Note.— 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
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} ≤ 4,85
1	2,40 < URA_{ED} ≤ 3,40
0	1,70 < URA_{ED} ≤ 2,40
-1	1,20 < URA_{ED} ≤ 1,70
-2	0,85 < URA_{ED} ≤ 1,20
-3	0,60 < URA_{ED} ≤ 0,85
-4	0,43 < URA_{ED} ≤ 0,60
-5	0,30 < URA_{ED} ≤ 0,43
-6	0,21 < URA_{ED} ≤ 0,30
-7	0,15 < URA_{ED} ≤ 0,21
-8	0,11 < URA_{ED} ≤ 0,15
-9	0,08 < URA_{ED} ≤ 0,11
-10	0,06 < URA_{ED} ≤ 0,08
-11	0,04 < URA_{ED} ≤ 0,06
-12	0,03 < URA_{ED} ≤ 0,04
-13	0,02 < URA_{ED} ≤ 0,03
-14	0,01 < URA_{ED} ≤ 0,02
-15	URA_{ED} ≤ 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} ≤ 6 144,00
13	1 536,00 < URA_{NED0} ≤ 3 072,00
12	768,00 < URA_{NED0} ≤ 1 536,00
11	384,00 < URA_{NED0} ≤ 768,00
10	192,00 < URA_{NED0} ≤ 384,00
9	96,00 < URA_{NED0} ≤ 192,00
8	48,00 < URA_{NED0} ≤ 96,00
7	24,00 < URA_{NED0} ≤ 48,00
6	13,65 < URA_{NED0} ≤ 24,00
5	9,65 < URA_{NED0} ≤ 13,65
4	6,85 < URA_{NED0} ≤ 9,65
3	4,85 < URA_{NED0} ≤ 6,85
2	3,40 < URA_{NED0} ≤ 4,85
1	2,40 < URA_{NED0} ≤ 3,40
0	1,70 < URA_{NED0} ≤ 2,40
-1	1,20 < URA_{NED0} ≤ 1,70
-2	0,85 < URA_{NED0} ≤ 1,20
-3	0,60 < URA_{NED0} ≤ 0,85
-4	0,43 < URA_{NED0} ≤ 0,60
-5	0,30 < URA_{NED0} ≤ 0,43
-6	0,21 < URA_{NED0} ≤ 0,30
-7	0,15 < URA_{NED0} ≤ 0,21
-8	0,11 < URA_{NED0} ≤ 0,15
-9	0,08 < URA_{NED0} ≤ 0,11
-10	0,06 < URA_{NED0} ≤ 0,08
-11	0,04 < URA_{NED0} ≤ 0,06
-12	0,03 < URA_{NED0} ≤ 0,04
-13	0,02 < URA_{NED0} ≤ 0,03
-14	0,01 < URA_{NED0} ≤ 0,02
-15	URA_{NED0} ≤ 0,01
-16	Prédiction de précision non disponible

3.1.1.2 DEFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNEES

Note.— 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

$D_1 = d_1 \oplus D^*_{30}$

$D_2 = d_2 \oplus D^*_{30}$

$D_3 = d_3 \oplus D^*_{30}$

•

•

•

•

$D_{24} = d_{24} \oplus D^*_{30}$

$D_{25} = D^*_{29} \oplus d_1 \oplus d_2 \oplus d_3 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_{10} \oplus d_{11} \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{17} \oplus d_{18} \oplus d_{20} \oplus d_{23}$

$D_{26} = D^*_{30} \oplus d_2 \oplus d_3 \oplus d_4 \oplus d_6 \oplus d_7 \oplus d_{11} \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{18} \oplus d_{19} \oplus d_{21} \oplus d_{24}$

$D_{27} = D^*_{29} \oplus d_1 \oplus d_3 \oplus d_4 \oplus d_5 \oplus d_7 \oplus d_8 \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{19} \oplus d_{20} \oplus d_{22}$

$D_{28} = D^*_{30} \oplus d_2 \oplus d_4 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_8 \oplus d_9 \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{17} \oplus d_{20} \oplus d_{21} \oplus d_{23}$

$D_{29} = D^*_{30} \oplus d_1 \oplus d_3 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_7 \oplus d_9 \oplus d_{10} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{17} \oplus d_{18} \oplus d_{21} \oplus d_{22} \oplus d_{24}$

$D_{30} = D^*_{29} \oplus d_3 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_8 \oplus d_9 \oplus d_{10} \oplus d_{11} \oplus d_{13} \oplus d_{15} \oplus d_{19} \oplus d_{22} \oplus d_{23} \oplus d_{24}$

où :

$D_1, D_2, D_3, \ldots D_{29}, D_{30}$ sont les bits transmis par le satellite ;

$D_{25}, \ldots D_{30}$ sont les bits de contrôle de parité ;

$d_1, d_2, \ldots d_{24}$ 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) ;
t_{SV} = 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 :

$\Delta t_{sv} = a_{f0} + a_{f1}(t - t_{oc}) + a_{f2}(t - t_{oc})^2 + \Delta t_r$
T_{GD} 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)

$$\Delta t_r = F_e \sqrt{A} \sin E_k$$

où :

(e, A) sont contenus dans les sous-trames 2 et 3
E_k est défini au Tableau B-13

$$F = \frac{-2\sqrt{\mu}}{c^2} = -4{,}442807633\,(10^{-10})\ \mathrm{s/m^{1/2}}$$

où :

μ = paramètre gravitationnel universel du WGS-84 ($3{,}986005 \times 10^{14}$ m^3/s^2)

c = vitesse de la lumière dans le vide ($2{,}99792458 \times 10^8$ m/s)

Note.— 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.

31.1.2.1.4 *Correction du retard ionosphérique.* Le paramètre de correction du retard ionosphérique ($T_{iono,\,L1}$) est défini comme suit :

$$T_{iono,L1} = \begin{cases} F \times \left[5 \times 10^{-9} + \mathrm{AMP}\left(1 - \frac{x^2}{2} + \frac{x^4}{24}\right)\right] & , |x| < 1{,}57 \\ F \times (5{,}0 \times 10^{-9}) & , |x| \geq 1{,}57 \end{cases} \text{(secondes)}$$

où :

$$\mathrm{AMP} = \begin{Bmatrix} \sum_{n=0}^{3} \alpha_n \phi_m^n, & \mathrm{AMP} \geq 0 \\ \text{si AMP} < 0, & \mathrm{AMP} = 0 \end{Bmatrix} \text{(secondes)}$$

$$x = \frac{2\pi(t - 50\,400)}{\mathrm{PER}}, \text{(radians)}$$

$$\mathrm{PER} = \begin{Bmatrix} \sum_{n=0}^{3} \beta_n \phi_m^n, & \mathrm{PER} \geq 72\,000 \\ \text{si PER} < 72\,000, & \mathrm{PER} = 72\,000 \end{Bmatrix} \text{(secondes)}$$

$$F = 1{,}0 + 16{,}0[0{,}53 - E]^3$$

α_n et β_n sont les mots d'information transmis par le satellite (n = 0, 1, 2 ou 3)

$$\phi_m = \phi_i + 0{,}64\cos(\lambda_i - 1{,}617), \quad \text{(demi} - \text{cercles)}$$

$$\lambda_i = \lambda_u + \frac{\Psi \sin A}{\cos(\phi_i)} \text{ (demi} - \text{cercles)}$$

$$\overline{\phi_i} = \phi_u + \Psi \cos A \text{ (demi} - \text{cercles)}$$

$$\phi_i = \begin{Bmatrix} \phi_i = \overline{\phi}_i & \text{si } |\overline{\phi_i}| \leq 0{,}416 \\ \phi_i = +0{,}416 & \text{si } \overline{\phi_i} > 0{,}416 \\ \phi_i = -0{,}416 & \text{si } \overline{\phi_i} > -0{,}416 \end{Bmatrix} \text{(demi} - \text{cercles)}$$

$$\Psi = \frac{0{,}0137}{E + 0{,}11} - 0{,}022 \text{ (demi} - \text{cercles)}$$

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)

Φm = 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)

λi =longitude géomagnétique de la projection à la surface de la Terre du point d'intersection ionosphérique (en demi-cercles)

Φi =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. Eléments des systèmes de coordonnées

$A = \left(\sqrt{A}\right)^2$	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
$\left.\begin{array}{l} x'_k = r_k \cos u_k \\ y'_k = r_k \sin u_k \end{array}\right\}$	Positions dans le plan orbital
$\Omega_k = \Omega_0 + (\Omega - \Omega_e)t_k - \dot{\Omega}_e t_{oe}$	Longitude corrigée du noeud ascendant
$\left.\begin{array}{l} x_k = x'_k \cos \Omega_k - y'_k \cos i_k \sin \Omega_k \\ y_k = x'_k \sin \Omega_k - y'_k \cos i_k \cos \Omega_k \\ z_k = y'_k \sin i_k \end{array}\right\}$	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 est calculé vers l'aval en utilisant 0 comme valeur initiale. La séquence de 24 bits (p1, p2,..., p24) est 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.

Note.— 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 est 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.

Note.— Des conditions supplémentaires 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) est calculée comme indiqué dans le Tableau B-14.

Note.. Les paramètres d'éphémérides t_{oe}, ΔA, $\dot{A}$, Δn_0, $\Delta \dot{n}_0$, M_{0-n}, e_n, ω_n, Ω_{0-n}, $\Delta\dot{\Omega}$, i_{0-n}, I_{0-n}., C_{is-n}, C_{ic-n}, C_{rs-n}, C_{rc-n}, C_{us-n}, *et* C_{uc-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 est la résultante quadratique (RSS) d'une composante dépendante de l'angle de site (ED) et d'une composante non dépendante de l'angle de site (NED).

$$IAURA = \sqrt{(IAURA\ ajustée_{ED})^2 + IAURA_{NED}^2}$$

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) est 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 :

$$IAURA_{ED}\ ajustée = IAURA_{ED}\ (\sin(E + 90))$$

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) est 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 $t - t_{op} + 604\,800 \times (WN - WN_{op} \leq 93\,600 \text{ secondes})$

$$IAURA_{NED} = URA_{NED0} + URA_{NED1} \times \left(t - t_{op} + 604\,800 \times \left(WN - WN_{op}\right)\right)$$

$$+URA_{NED2} \times (t - t_{op} + 604\,800 \times \left(WN - WN_{op}\right) - 93\,600)^2$$

quand $t - t_{op} + 604\,800 \times \left(WN - WN_{op}\right) > 93\,600 \text{ secondes.}$

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.*

Note.— 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, est 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, est calculé comme suit :

$$(\Delta t_{SV})_{L5Q5} = \Delta t_{SV} - T_{GD} + ISC_{L5Q5}$$

Note.— 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 ionospheriques*. Pour L5, la correction des effets ionosphériques de la fréquence unique définie au § 3.1.1.2.1.4 est 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) est calculée comme suit :

$$PR = \frac{\left(PR_{L5I5} - \gamma_{15} PR_{L1C/A}\right) + c(ISC_{L5I5} - \gamma_{15} ISC_{L1C/A})}{1 - \gamma_{15}} - cT_{GD}$$

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,

T_{GD} = correction entre signaux L1 P(Y) et L2 P(Y), fournie dans le message CNAV de type 30,

c = vitesse de la lumière, et

$\gamma_{15} = (f_{L1}/f_{L5})^2 = (1\,575{,}42/1\,176{,}45)^2 = (154/115)^2$.

Tableau B-14 Eléments 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
$\left.\begin{array}{l} x'_k = r_k\cos u_k \\ y'_k = r_k\sin u_k \end{array}\right\}$	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
$\left.\begin{array}{l} x_k = x'_k\cos\Omega_k - y'_k\cos i_k\sin\Omega_k \\ y_k = x'_k\sin\Omega_k - y'_k\cos i_k\cos\Omega_k \\ z_k = y'_k\sin i_k \end{array}\right\}$	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

*** $(\dot{\Omega}_{REF}) = -2{,}6 \times 10^{-9}$ 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) est 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, PR_i, ISC_i, T_{GD}, c et γ_{15} sont tels que définis ci-dessus.

3.1.1.3 ELEMENTS D'AERONEF

3.1.1.3.1 RECEPTEUR GPS

3.1.1.3.1.1 *Réservé*

3.1.1.3.1.2 *Poursuite du satellite*. Le récepteur doit offrir 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 doit être 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 doit répondre 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 doit s'assurer qu'il utilise les bonnes éphémérides et données d'horloge avant de fournir quelque position que ce soit. Pour les données LNAV, il doit surveiller 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 doit surveiller les valeurs t_{oe}, t_{oc} et t_{op} et actualiser 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 doit être 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 doit être la semaine, équivalant à 604 800 secondes. L'échelle de temps GPS doit être 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 doit contenir 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)**

Note.— Dans la présente section, le terme GLONASS désigne tous les satellites de la constellation. Les spécifications qui ne s'appliquent qu'aux satellites GLONASS-M sont clairement indiquées.

3.1.2.1 ELEMENTS NON EMBARQUES

3.1.2.1.1 CARACTERISTIQUES RADIOELECTRIQUES DES SIGNAUX L1OF (SERVICE OUVERT AMRF L1)

Note.— 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 ci-après « GLONASS FDMA ICD »).*

3.1.2.1.1.1 *Fréquences porteuses*. La valeur nominale des fréquences porteuses L1 doit être 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 doivent être dérivées de manière cohérente à partir d'un étalon de temps ou de fréquence embarqué. La valeur nominale de la fréquence observée au sol doit être de 5,0 MHz. La fréquence porteuse d'un satellite GLONASS donné doit se situer à l'intérieur de ±2 x 10^{-11} par rapport à sa valeur nominale f_k.

Note 1.— Le Tableau B-15 indique la valeur nominale des fréquences porteuses pour les numéros de porteuse k.

Note 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 :

$$f_{k2} = f_{02} + k\Delta f_2$$

$$f_{02} = 1\,246\ MHz\ ;\ \Delta f_2 = 0{,}4375\ MHz$$

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 doit être telle que toute boucle à verrouillage de phase dont la largeur de bande passante de bruit

est de 10 Hz doit pouvoir 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 doit être une séquence de 511 bits échantillonnée à la sortie du 7ème étage d'un registre à décalage de neuf étages. Le vecteur d'initialisation de cette séquence doit être 111111111 (1FF). Le polynôme générateur mis en œuvre par le registre à décalage doit être 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)
06	6	1 605,3750
05	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 doit pas dépasser -40 dB par rapport à la puissance de la porteuse non modulée.

Note 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.

Note 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 doit pas dépasser 0,8 dB.

Note.— 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)

Note.— 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 doit être transmis sous la forme d'une séquence de données numériques en code de Hamming et transformées en code relatif. Sa structure doit consister 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 doivent être synchronisées à 2 ms près.

3.1.2.1.2.2 *Structure de la supertrame*. La supertrame doit avoir une durée de 2,5 min et doit se composer de 5 trames. Des données non immédiates (l'almanach des 24 satellites GLONASS) doivent être transmises dans chaque supertrame.

Note.— La Figure B-7 précise la structure des supertrames, avec indication des numéros de trame et de chaîne.

3.1.2.1.2.3 *Structure des trames*. Chaque trame doit avoir une durée de 30 secondes et doit se composer de 15 chaînes. Elle doit contenir 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 doivent contenir les almanachs relatifs aux 20 premiers satellites (à raison de 5 satellites par trame), et la trame 5 doit fournir le reste pour les quatre autres satellites. L'almanach d'un satellite donné doit occuper deux chaînes.

Note.— Les Figures B-8 et B-9 montrent la structure des trames.

3.1.2.1.2.4 *Structure des chaînes*. Chaque chaîne doit avoir une durée de 2 s et contenir les éléments binaires correspondant aux données et au repère de temps, lequel doit être transmis au cours de la dernière tranche de 0,3 s. Le repère de temps (une séquence pseudo-aléatoire abrégée) doit consister en 30 éléments de 10 ms chacun se succédant comme suit :

111110001101110101000010010110 (HEX : 3E375096)

Au début de la chaîne, soit pendant 1,7 s, 85 bits de données de 20 ms chacun doivent être transmis en format bi-binaire. Leurs numéros doivent aller croissant de droite à gauche. Aux bits d'information proprement dits (positions 9 à 84) doivent s'ajouter les bits de contrôle du code de Hamming (KX), qui doivent occuper les positions 1 à 8. La longueur du code de Hamming doit être de 4. Les données d'une chaîne particulière doivent être séparées de celles de la chaîne adjacente à l'aide du repère de temps MB. Les mots de données doivent être enregistrés en commençant par le bit de poids fort. Le bit 85 de chaque chaîne, toujours au repos (à 0), doit être 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 doivent se rapporter au satellite qui les transmet. Elles doivent être 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 doivent contenir l'almanach GLONASS de quatre ou cinq satellites. Les informations contenues dans la 5e chaîne doivent être répétées d'une trame à l'autre de la supertrame.

Note.— La structure des chaînes est décrite à la Figure B-10.

3.1.2.1.3 TENEUR DES DONNÉES DES SIGNAUX L1OF (SERVICE OUVERT AMRF L1)

Note.— 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 doivent se présenter 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 doit jouer 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 doivent être 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}	$\pm 2^{-30}$	(sans dimension)
$\tau_n(t_b)$	22	2^{-30}	$\pm 2^{-9}$	s
$x_n(t_b)$, $y_n(t_b)$, $z_n(t_b)$	27	2^{-11}	$\pm 2{,}7 \times 10^4$	kilomètres (km)
$\dot{x}_n(t_b)$, $\dot{y}_n(t_b)$, $\dot{z}_n(t_b)$	24	2^{-20}	$\pm 4{,}3$	km/s
$\ddot{x}_n(t_b)$, $\ddot{y}_n(t_b)$, $\ddot{z}_n(t_b)$	5	2^{-30}	$\pm 6{,}2 \times 10^{-9}$	km/s^2
E_n	5	1	0 à 31	jours
B_n	3	1	0 à 7	(sans dimension)
P1	2	———	voir le § 3.2.1.3.1	———
P2	1	1	0 ; 1	(sans dimension)
P3	1	1	0 ; 1	(sans dimension)
$\Delta\tau_n$	5	2^{-30}	$\pm 13{,}97 \times 10^{-9}$	s

Tableau B-17. Séquencement des paramètres d'éphémérides et de temps à l'intérieur de la trame

Paramètre	Nombre de bits	Numéro de 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 doivent être 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 NA) 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 supertrame doit être décomposé conformément au Tableau B-21. Les valeurs numériques des paramètres d'almanach doivent être positives ou négatives. Le bit de signe doit être le bit de poids fort (0 = signe +, 1 = signe -). Les paramètres d'almanach doivent être codés conformément au Tableau B-18.

3.1.2.1.3.6 *Séquencement des paramètres d'almanach*. Les mots contenant les données d'almanach doivent être 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)*

Note.— 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 GLONASS-M doivent transmettre 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 doivent être 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

Note.— 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 ;

Note.— Le Supplément D, § 4.1.2.7.1, montre comment transformer les données sur la date du jour de NT 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 ;

P_4 — 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 ;

Note.— Les données actualisées sur les éphémérides ou la fréquence/le temps ne sont transmises que dans l'intervalle suivant la fin de l'intervalle tb 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.

Note.— 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)
I_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 F_T

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	9
		3, 18, 33, 48, 63	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
λ^A_n	21	6, 8, 10, 12, 14	42 – 62
$t_{\lambda^A_n}$	21	7, 9, 11, 13, 15	44 – 64
Δi^A_n	18	6, 8, 10, 12, 14	24 – 41
ΔT^A_n	22	7, 9, 11, 13, 15	22 – 43
$\Delta \dot{T}^A_n$	7	7, 9, 11, 13, 15	15 – 21
ε^A_n	15	6, 8, 10, 12, 14	9 – 23
ω^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*

Note.— 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 comprend des composantes L1OCd (dite données) et L1OCp (dite pilote) de niveau de puissance égal. Ces composantes sont obtenues par multiplexage par répartition dans le temps chip par chip de deux séquences de bruit pseudo-aléatoire. Le signal L1OC est en quadrature de phase par rapport au signal L1SC, et devance celui-ci par π/2-radians, comme il est indiqué à la figure B-11A.

Note.— 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 comprend des composantes L3OCd (dite données) et L3OCp (dite pilote) de niveau de puissance égal. Ces composantes occupent en quadrature de phase les voies I et Q,

respectivement. Le signal L3OCd devance 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 est telle qu'une boucle à verrouillage de phase ayant une largeur de bande passante unilatérale de bruit de 10 Hz peut 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 doit pas dépasser –40 dB par rapport à la puissance de la porteuse non modulée.

Note 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).

Note 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 doit pas dépasser 0,6 dB.

Note.— 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*

Note.— 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 est transmis sous la forme d'une séquence variable de chaînes, lesquelles comprennent des champs de service et de données (bits séparés ou groupes de bits comportant des paramètres spécifiques).

Note.— 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 est la même pour tous les types de signaux. Il comprend 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 varie en fonction du type de chaîne. Tous les types de chaînes comprennent un bloc de données individuel complet, sauf pour ce qui est des données d'orbite et d'horloge qui occupent trois types de chaînes et qui sont transmises par paquet en continu.

Note.— 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 est transmis à 125 bits/s. Il est 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 est 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 commence par l'émission du bit 1 (le premier bit du préambule) et se termine par l'émission du 250e 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 sont de types 1 et 2. Les chaînes de type 1 servent 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 sont 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 sont 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 sont 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) est 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 est transmis à l'entrée du codeur (commençant avec le premier bit du préambule et finissant avec le 184e bit du champ de données). A la sortie du codeur, un bloc codé de 250 bits est 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) est utilisé dans les chaînes de type 1 du signal L1OCd. Il est 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) est utilisé dans les chaînes de type 2 du signal L1OCd. Le polynôme générateur du code CRC (375,351) est 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 351 bits est transmis à l'entrée du codeur (commençant avec le premier bit du préambule et finissant avec le 301e bit du champ de données). A la sortie du codeur, un bloc codé de 375 bits est 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 est transmis à 100 bits/s. Il est 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 est 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 commence avec l'émission du bit 1 (le premier bit du préambule) et se termine 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.

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		

3.1.2.1.6.5.4 *Chaînes anormales du signal L3OCd*. Les chaînes anormales sont de types 1 et 2. Les chaînes de type 1 servent 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 sont 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 sont 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 sont 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.

3.1.2.1.6.5.5 *Chaînes nominales du code CRC du signal L3OCd*. Le polynôme générateur du code CRC (300,276) est 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 est transmis à l'entrée du codeur (commençant avec le premier bit du préambule et finissant avec le 219e bit du champ de données). A la sortie du codeur, un bloc codé de 300 bits est généré p ar 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) est utilisé dans les chaînes de type 1 du signal L3OCd. Il est 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) est utilisé dans les chaînes de type 2 du signal L3OCd. Il est 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 ET L3OC*

Note.— D'autres renseignements concernant la teneur des données figurent dans les documents GLONASS CDMA ICD General Description ; GLONASS CDMA ICD L1 band ; et GLONASS CDMA ICD L3 band.

3.1.2.1.7.1 Les différents types de chaînes utilisés dans les messages de navigation du signal L1OCd contiendront les données indiquées dans le Tableau B-26.

Note.— 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.

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)
Note : 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.	

3.1.2.1.7.2 Les différents types de chaînes utilisés dans les messages de navigation du signal L3OCd contiennent les données indiquées dans le Tableau B-27.

Note.— 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.

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)
Note : 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.	

3.1.2.1.7.3 *Champs F_E, F_T relatifs aux facteurs de précision*. Les champs F_E et F_T indiquent 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 FE et FT et des erreurs correspondantes.

Table 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					

3.1.2.1.7.4 L'intervalle maximal de mise à jour des données immédiates (chaînes de types 10, 11 et 12) est 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 est de 48 heures.

Note.— Les paramètres du modèle dynamique à long terme permettent l'utilisation des données immédiates pour propager l'orbite pour un intervalle de 4 heures.

3.1.2.2 DEFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNEES

Note.— 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 :

$i_{cor} = c_7\ c_6\ c_5\ c_4\ c_3\ c_2\ c_1 + 8 - K$, pourvu que i_{cor} £ 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 est 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 $\gamma_n(t_b)$ sont les paramètres décrits au § 3.1.2.1.3.1.

3.1.2.2.2.2 Le temps système GLONASS est 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 ; et

$\tau^j(t_b)$, $\gamma^j(t_b)$, $\beta^j(t_b)$, $\tau_c(t_b)$, $\dot{\tau}_c(t_b)$ 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) est déterminé au moyen des données AMRF selon la formule suivante :

$$t_{UTC-SU} = t_{GLONASS} + \tau_c - 03 \text{ heures } 00 \text{ minute},$$

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 est déterminé au moyen des données AMRC, selon la formule suivante :

$$t_{UTC(SU)} = \mathrm{mod}_{86400}\left[t_{GLONASS} + \tau_c(t_b) + \Delta t_b \cdot \dot{\tau}_c(t_b) - 10800\right]$$

$$\Delta t_b = \frac{t_{GLONASS} + \tau_c(t_b) - t_b - \left\langle\left\langle \frac{t_{GLONASS} + \tau_c(t_b) - t_b}{86400} \right\rangle\right\rangle \cdot 86400}{1 - \dot{\tau}_c(t_b)}$$

$\tau_c(t_b), \dot{\tau}_c(t_b)$ 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 est 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 ($|\tau_i| = |t_i - t_b|$ £ 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 x 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 x 10^{-9}) ;

ω = vitesse de rotation de la Terre (7,2921151467 x 10^{-5} radians/s).

Les coordonnées $x_n(t_b)$, $y_n(t_b)$, $z_n(t_b)$ 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 $\ddot{x}_n(t_b)$, $\ddot{y}_n(t_b)$, et $\ddot{z}_n(t_b)$ 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, est 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 :

Les coordonnées, les composantes du vecteur vitesse au temps t_b, et les accélérations perturbatrices $\ddot{x}, \ddot{y}, \ddot{z}$ sont transmises dans les chaines 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 a_x , a_y et a_z , sont transmis dans les chaines de types 31 et 32 des signaux AMRC.

$$\frac{dx}{dt} = Vx$$

$$\frac{dy}{dt} = Vy$$

$$\frac{dz}{dt} = Vz$$

$$\frac{dV_x}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}x - \frac{3}{2}J_0^2\frac{\mu a_e^2}{r^5}x\left(1-\frac{5z^2}{r^2}\right) + \omega^2 x + 2\omega V_y + \ddot{x} + a_x$$

$$\frac{dV_y}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}y - \frac{3}{2}J_0^2\frac{\mu a_e^2}{r^5}y\left(1-\frac{5z^2}{r^2}\right) + \omega^2 y - 2\omega V_x + \ddot{y} + a_y$$

$$\frac{dV_z}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}z - \frac{3}{2}J_0^2\frac{\mu a_e^2}{r^5}z\left(3-\frac{5z^2}{r^2}\right) + \ddot{z} + a_z$$

$$a_x = \Delta a_{x0} + a_{x1}(t-t_b) + a_{x2}(t-t_b)^2 + a_{x3}(t-t_b)^3 + a_{x4}(t-t_b)^4$$

$$a_y = \Delta a_{y0} + a_{y1}(t-t_b) + a_{y2}(t-t_b)^2 + a_{y3}(t-t_b)^3 + a_{y4}(t-t_b)^4$$

$$a_z = \Delta a_{z0} + a_{z1}(t-t_b) + a_{z2}(t-t_b)^2 + a_{z3}(t-t_b)^3 + a_{z4}(t-t_b)^4$$

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 est basé sur la position du centre de masse du satellite et les données transmises dans les chaînes de type 16 des signaux AMRC.

Note.— 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 est déterminée au moyen des formules ci-après :

- pour les pseudodistances, en m : $\Delta S_{ion} = 0{,}40364 \times \frac{I_e}{f^2}$

- pour les vitesses, en m/s : $\Delta V_{ion} = 0{,}40364 \times \frac{\dot{I}_e}{f^2}$

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, $1x10^{16}$ m^{-2}

$\dot{I}_e$, est la variabilité de la TEC le long du trajet de propagation du signal, $1x10^{16}$ m^{-2}/s.

Note.— 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 ELEMENTS D'AERONEF

3.1.2.3.1 RECEPTEUR GLONASS

3.1.2.3.1.1 Réservé.

3.1.2.3.1.2 *Poursuite du satellite*. Le récepteur doit offrir 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 doit être 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 doit répondre 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.

Note.— 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 est défini par les propriétés d'intercorrélation des codes de mesure de distance et dépend 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 doit pas dépasser –30 dB. La puissance du brouillage en mode d'accès multiple par rapport à la puissance du signal L1OCp ne doit pas dépasser –36 dB. La puissance du brouillage en mode d'accès multiple par rapport à la puissance du signal L3OC ne doit pas dépasser –40 dB.

3.1.2.3.1.5 *Application des données d'horloge et des éphémérides*. Le récepteur doit s'assurer 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*. A 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 doit être 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) doit utiliser l'ancienne heure UTC (non corrigée) avec les anciennes éphémérides (transmises avant 00 h 00 min 00 s UTC) ;

b) doit utiliser la nouvelle heure UTC (corrigée) avec les nouvelles éphémérides (transmises après 00 h 00 min 00 s UTC).

Note.— 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 doit contenir les données nécessaires pour rapporter le temps UTC-SU à UT1. Le temps GLONASS doit être 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 :

$$| t_{GLONASS} - (\text{UTC} + 03 \text{ heures } 00 \text{ minute}) | < 1 \text{ ms}$$

Les données de navigation doivent contenir les informations permettant de faire correspondre à 1 µs près le temps GLONASS avec le temps UTCSU (fourni par les services spécialisés de la Fédération de Russie).

Note 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.

Note 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 doit être 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 doit pas dépasser 30 ns (1 sigma).

Note.— 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 est 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.

Note 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.

Note 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 contiennent 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 est effectuée de manière simultanée par la modification de l'horodatage de la séquence d'impulsions représentant les secondes.

Note.— Les données de navigation donnent aux utilisateurs des préavis du jour et de la valeur de la correction prévue.

3.1.2.5 SYSTEME DE COORDONNEES

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 A WGS-84*

3.1.2.5.2.1 Les paramètres de conversion suivants doivent être utilisés pour dériver la position en coordonnées WGS-84 (version G1674) de la position en coordonnées PZ-90 (version PZ-90.11) :

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{WGS-84} = \begin{bmatrix} 1 & 0{,}0097 \times 10^{-9} & 0{,}2036 \times 10^{-9} \\ -0{,}0097 \times 10^{-9} & 1 & 0{,}0921 \times 10^{-9} \\ -0{,}2036 \times 10^{-9} & 0{,}0921 \times 10^{-9} & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{PZ-90} + \begin{bmatrix} 0{,}003 \\ 0{,}001 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Note 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.

Note 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.

3.1.3 Service ouvert de Galileo (Galileo OS)

3.1.3.1 ELEMENTS NON EMBARQUES

3.1.3.1.1 CARACTERISTIQUES RADIOELECTRIQUES 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 doit être telle qu'une boucle à verrouillage de phase de deuxième ordre ayant une largeur de bande passante de bruit de 10 Hz doit pouvoir 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 doit être 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 doit pas dépasser 0,6 dB pour chaque signal (E1, E5a et E5b).

Note.— 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 doit être aligné avec le bord du chip de code de mesure de distance correspondant. Le début du code de mesure de distance périodique doit être aligné avec le début d'un symbole de données. Le bord de chaque chip de code secondaire doit être aligné avec le bord d'un chip de code primaire. Le début d'un chip de code primaire doit être 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 comprend 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 est 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 (CE1-B)*. Le code de mesure de distance de la composante E1-B est un code de mesure de distance de 1,023 mégachips par seconde répété toutes les 4 millisecondes, dérivé d'un code de mesure de distance primaire de 4,092 chips.

Note.— 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 (CE1-C)*. Le code de mesure de distance de la composante E1-C est un code de mesure de distance de 1,023 mégachips 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.

Note.— 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 données E1-B*. La composante de données E1-B est générée à partir du flux de données de navigation E1 (DE1-B) et du code de mesure de distance E1-B (CE1-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 B-13.

Note.— La composante sans sous-porteuse de la composante de données de navigation E1 — c'est-à-dire avant la modulation CBOC — est appelée eE1-B. Des renseignements supplémentaires sur la génération de la composante eE1-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 est générée à partir du code de mesure de distance E1-C (CE1-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.

Note.— La composante sans sous-porteuse de la composante pilote E1 — c'est-à-dire avant la modulation CBOC — est appelée eE1-C. Des renseignements supplémentaires sur la génération de la composante eE1-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 est généré à partir de la modulation CBOC des composantes des signaux binaires, eE1-B et eE1-C, et des sous-porteuses, comme l'illustre la Figure B-13.

Note.— Des renseignements supplémentaires sur la génération des composantes E1-B/C figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 2.3.3.

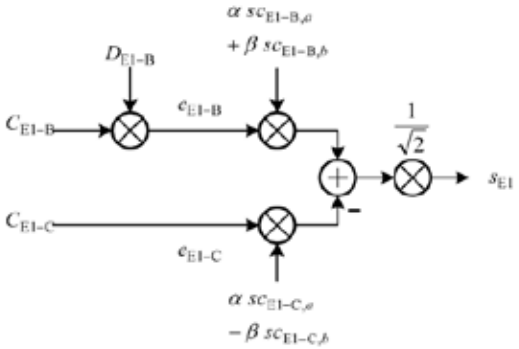


Figure B-13. Schéma de modulation CBOC pour le signal E1

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 comprend 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 est 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 (CE5a-I)*. Le code de mesure

de distance de la composante E5a-I est 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.

Note.— 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 (CE5a-Q)*. Le code de mesure de distance de la composante E5a-Q est 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.

Note.— 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 données E5a-I*. La composante de données E5a est générée à partir du flux de données de navigation E5a (DE5a-I) et du code de mesure de distance E5a-I (CE5a-I).

Note.— La composante sans sous-porteuse de la composante de données de navigation E5a — c'est-à-dire avant la modulation AltBOC — est appelée eE5a-I.

3.1.3.1.1.3.6 *Génération de la composante pilote E5a-Q*. La composante pilote E5a est générée à partir du code de mesure de distance E5a-Q (CE5a-Q).

Note.— La composante sans sous-porteuse de la composante pilote E5a — c'est-à-dire avant la modulation AltBOC — est appelée eE5a-Q.

3.1.3.1.1.3.7 *Composantes du signal E5b*. Le signal E5b comprend 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 est 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 (CE5b-I)*. Le code de mesure de distance de la composante E5b-I est 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.

Note.— 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 (CE5b-Q)*. Le code de mesure de distance de la composante E5b-Q est 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.

Note.— 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 données E5b*. La composante de données E5b est générée à partir du flux de données de navigation E5b (DE5b-I) et du code de mesure de distance E5b (CE5b-I).

Note.— La composante sans sous-porteuse de la composante de données de navigation E5b — c'est-à-dire avant la modulation AltBOC — est appelée eE5b-I.

3.1.3.1.1.3.12 *Génération de la composante pilote E5b-Q*. La composante pilote E5b est générée à partir du code de mesure de distance (CE5b-Q).

Note.— La composante sans sous-porteuse de la composante pilote E5b — c'est-à-dire avant la modulation AltBOC — est appelée eE5b-Q.

3.1.3.1.1.3.13 *Modulation du signal E5*. Le signal E5 à large bande est généré par la modulation AltBOC de la sous-porteuse avec bande latérale de 15,345 MHz (15 × 1,023 MHz) avec les composantes des signaux binaires eE5a-I, eE5a-Q, eE5b-I et eE5b-Q, comme l'illustre la Figure B-14.

Note 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.

Note 2.— Des renseignements supplémentaires sur la génération du signal E5 figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 2.3.1.

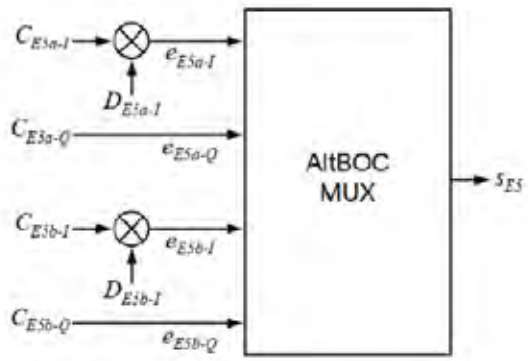


Figure B-14. Schéma de modulation AltBOC pour le signal E5

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 est 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 est attribué selon le numéro n du SVID (n = 1 à 36). Les codes secondaires des composantes E5a-I et E1-C sont constants, quel que soit le SVID.

3.1.3.1.2 *STRUCTURE DES DONNÉES*

Note.— 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 est transmis comme une séquence de trames comme il est indiqué dans la Figure B-15. La période de chaque trame dure 600 secondes. Chaque trame comprend 12 sous-trames de 50 secondes chacune. Chaque sous-trame comprend cinq pages de 10 secondes chacune.

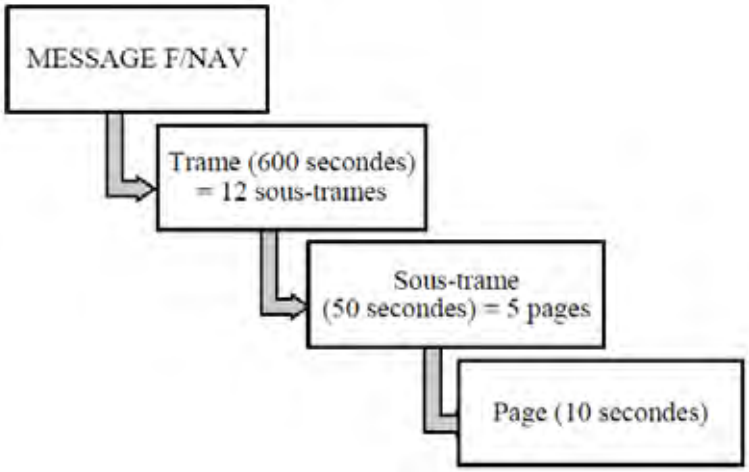


Figure B-15. Structure du message F/NAV

3.1.3.1.2.1.2 *Structure de page*. Chaque structure de page contient 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	208	24	6

Total (bits)
244

3.1.3.1.2.1.3 *Bloc de synchronisation*. Le premier élément de chaque page est une séquence de synchronisation de 12 symboles. La séquence est « 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 contient 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 est « 000000 ».

Note.— 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 du message F/NAV*. Un flot de données à 25 bits par seconde est 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 doit être 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.

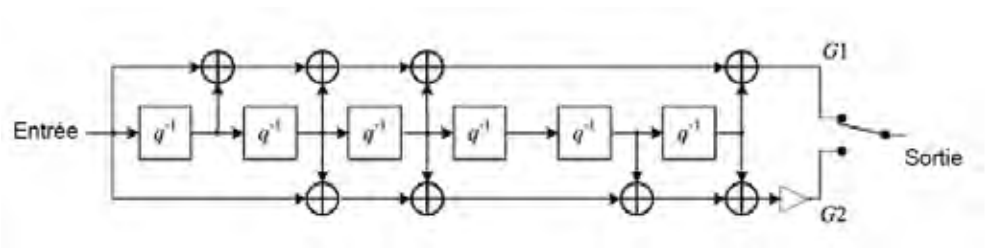


Figure B-16. Schéma de code à convolution du F/NAV

3.1.3.1.2.1.6 *Procédure d'entrelacement du signal E5a-I*. Les symboles du bloc-message du signal E5a-I sont entrelacés à l'aide d'une matrice à 61 colonnes et à 8 rangées, où chaque entrée est un symbole. Les symboles du bloc-message sont 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.

Tableau B-31. Matrice d'entrelacement de E5a-I

Colonnes→ Rangées ↓	C_1	C_2	C_3	…	C_{60}	C_{61}
R_1	S_1	S_9	S_{17}	…	S_{473}	S_{481}
R_2	S_2	S_{10}	S_{18}	…	S_{474}	S_{482}
R_3	S_3	S_{11}	S_{19}	…	S_{475}	S_{483}
…	…	…	…	…	…	…
R_7	S_7	S_{15}	S_{23}	…	S_{479}	S_{487}
R_8	S_8	S_{16}	S_{24}	…	S_{480}	S_{488}

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 est transmis comme une séquence de trames, comme il est indiqué dans la Figure B-17. La période de chaque trame est de 720 secondes. Chaque trame comprend 24

sous-trames de 30 secondes chacune. Chaque sous-trame comprend 15 pages nominales de 2 secondes chacune. Chaque page comprend deux sous-pages d'une seconde chacune.

Note 1.— Les deux sous-pages d'une page sont appelées page paire et page impaire.

Note 2.— La structure du message I/NAV est présentée dans la Figure B-17.

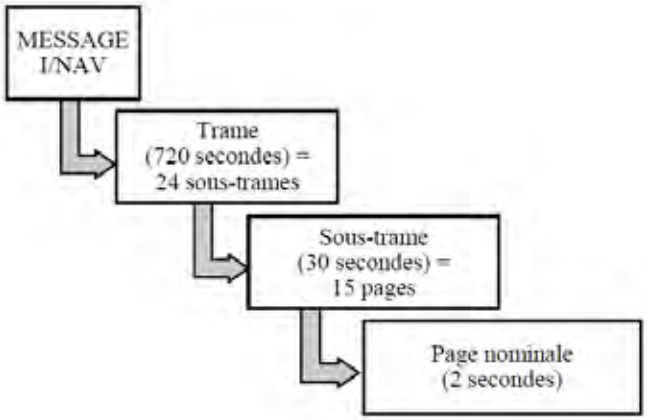


Figure B-17. Structure du message I/NAV

3.1.3.1.2.2.2 *Type de page*. Il y a deux types de pages, une page nominale et une page d'alerte. La page nominale comprend le mot de données nominal.

Note.— La page d'alerte est réservée pour des applications futures.

3.1.3.1.2.2.3 *Page nominale*. Une page nominale comprend deux parties (paire et impaire) transmises séquentiellement sur la même fréquence et structurées comme l'indique le Tableau B-33. La page nominale comprend 240 bits, les 120 premiers bits sont 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 contient 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 comprend les éléments suivants, structurés selon la présentation du Tableau B-32 :

a) 10 symboles du bloc de synchronisation ; et

b) 240 symboles entrelacés du bloc-message.

Sync.	Symboles de la sous-page I/NAV (paire ou impaire)	Total (symboles)
10	240	250

Bits de la sous-page I/NAV (paire ou impaire)	Queue (bits)	Total (bits)
114	6	120

Tableau B-32. Présentation de la sous-page I/NAV

3.1.3.1.2.2.6 *Bloc de synchronisation*. Le premier élément de chaque sous-page est une séquence de synchronisation de 10 symboles. La séquence est « 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 est « 000000 ».

3.1.3.1.2.2.8 *Sous-page impaire*. La sous-page impaire comprend 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 est « 000000 ».

Note.— 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 de l'Annexe 10.

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	Total (bits)
1	1	16	40	22	2	24	8	6	120

Paire/impaire =0	Type de page=0	Mot de données (1/2)	Queue	Total (bits)
1	1	112	6	120

Note 1.— Le champ paire/impaire (1 bit) indique la partie de la page (0=paire/1=impaire) qui est diffusée.

Note 2.— Le champ du type de page (1 bit) égal à 0 indique le type de page nominale.

Note 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)].

3.1.3.1.2.2.9 *Codage de la FEC du message I/NAV*. Un flot de données à 125 bits par seconde dans les sous-pages paires et impaires est 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 doit être 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 S1 est le premier symbole et S240, le dernier.

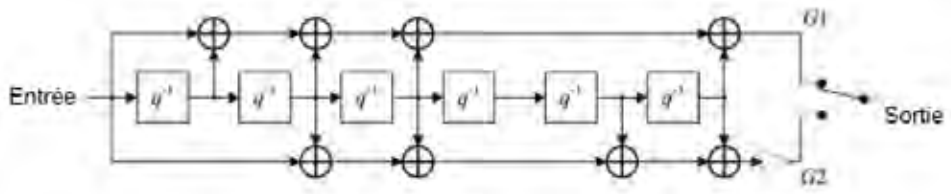


Figure B-18. Schéma de codage à convolution

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}	…	S_{225}	S_{233}
R_2	S_2	S_{10}	S_{18}	…	S_{226}	S_{234}
R_3	S_3	S_{11}	S_{19}	…	S_{227}	S_{235}
…	…	…	…	…	…	…
R_7	S_7	S_{15}	S_{23}	…	S_{231}	S_{239}
R_8	S_8	S_{16}	S_{24}	…	S_{232}	S_{240}

3.1.3.1.2.2.10 *Procédure d'entrelacement pour le signal E1-B*. Les symboles du bloc-message du signal E1-B sont 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 sont 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 sont transmises sur le signal E1-B de telle manière que chaque sous-page paire d'un mot est transmise avant la sous-page impaire du même mot.

3.1.3.1.3 *TENEUR DES DONNÉES*

Note 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.

Note 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.

Note 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).

Note 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.

Note 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.

Tableau B-35. Teneur des types de page du signal E5a-I (F/NAV)

	Type de page	Teneur de la page
Sous-trame 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
Sous-trame paire	1	IODnav, SVID, correction d'horloge, SISA, correction des effets ionosphériques, BGD, SHS, GST et 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)
	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

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.

Note 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.

Note 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 sous-trames) peut transmettre les almanachs pour 36 satellites, selon la séquence

indiquée dans le document Galileo OS SIS ICD, § 4.3.4.

Note 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.

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)**

**Note 1.— Les récepteurs ne sont pas tenus de traiter ce type de mot pour les applications de navigation aérienne du GNSS.*

***Note 2.— Les ISM de Galileo sont définies dans le document Galileo OS SIS ICD Numéro 2.1 et contiennent des données d'intégrité prenant en charge l'ARAIM, comme décrit à la section 3.4.1.*

3.1.3.1.3.3 Les paramètres des éphémérides sont fournis dans les messages I/NAV et F/NAV émis par chaque satellite de Galileo. Une seule éphéméride est applicable à tous les signaux d'un satellite particulier.

Note. — Les éphémérides sont calculées par rapport au centre de phase apparent de l'antenne commun à chaque fréquence.

3.1.3.1.3.4 L'état du SIS du service ouvert de Galileo a 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 est 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).

Note.— 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 est 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 est 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 Etat de fonctionnement du signal (SHS). L'indice SHS est 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 Etat de validité des données (DVS). L'indice DVS est 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 suit 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

Note.— 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 »).I*

3.1.3.1.3.5 *Almanach*. Les messages F/NAV et I/NAV contiennent les données d'almanach pour une constellation comptant jusqu'à 36 satellites. Les données d'almanach sont 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 est 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 transmet alors une page fictive avec un identificateur de message (ID) de 63 dans les signaux respectifs F/NAV ou I/NAV.

Note.— 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 diffuse les paramètres de navigation en ensembles de données. Chaque ensemble de données de navigation diffusé par un satellite de Galileo est identifié par une valeur IOD.

Note.— 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) est 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 est remplacé avant qu'il expire à 4 heures par la diffusion d'un nouvel ensemble de données de message de navigation.

Note.— 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 couvre une semaine entière de 0 à 604 799 secondes et est remis à zéro à la fin de chaque semaine.

Note.— 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) est composé de 12 bits, qui couvrent 4 096 semaines. Le compteur est remis à zéro pour couvrir une période supplémentaire (modulo 4 096).

Note.— Le WN est un compteur en entiers qui donne le numéro de semaine séquentiel à partir du début du GST.

3.1.3.2 DEFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNEES

3.1.3.2.1 *Algorithme de contrôle de parité*. Pour les données F/NAV et I/NAV, un CRC de 24 bits est généré par le polynôme générateur suivant G(X) :

$$G(X) = (1 + X)P(X)$$

où :

$$P(X) = X^{23} + X^{17} + X^{13} + X^{12} + X^{11} + X^{9} + X^{8} + X^{7} + X^{5} + X^{3} + 1.$$

Note.— 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), est 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) est 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 est celui dans lequel le satellite Galileo transmet les bits : m_1 correspond 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), est calculé à l'aide de l'équation :

$$M(X) = \sum_{1}^{113} m_{e,i+1}X^{194-i} + \sum_{1}^{81} m_{o,i+1}X^{81-i}$$
$$= m_{e,2}X^{193} + m_{e,3}X^{192} + \cdots + m_{e,113}X^{82} + m_{e,114}X^{81} + m_{o,2}X^{80} + m_{o,3}X^{79} + \cdots + m_{o,81}X + m_{o,82}$$

M(X) est formé des champs pair (e)/impair (o), 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 est calculé pour les sous-pages paires et impaires de la même fréquence et est 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 est calculé pour la combinaison du signal à double fréquence à l'aide de la formule suivante :

$$TOT_cX = TOT_m(X) - \Delta t_{SV}(X)$$

où:

- (X)=(f1,f2) est la combinaison à double fréquence f1 et f2 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 $F = -\frac{2\mu^{\frac{1}{2}}}{c^2} = -4{,}442807309 \times 10^{-10}$ m/s$^{1/2}$.

3.1.3.2.2.1 Un récepteur d'utilisateur à fréquence unique qui traite des pseudo-trames de la fréquence f_1 doit appliquer 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 :

$$BGD(f_1, f_2) = \frac{TR_1 - TR_2}{1 - (\frac{f_1}{f_2})^2}$$

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 doit appliquer la correction suivante à la correction d'horloge du satellite Δt_{SV} définie au § 3.1.3.2.2 :

$$\Delta t_{SV}(f_2) = \Delta t_{SV}(f_1, f_2) - (\frac{f_1}{f_2})^2 BGD(f_1, f_2)$$

3.1.3.2.3 *Algorithme et paramètres de conversion GST-UTC*. Le temps UTC t_{UTC} est 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 no 1 » du DN est le premier qui suit le changement de semaine et la donnée WN_{LSF} se compose 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'appliquent :

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} est 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} est calculé comme suit (Δt_{UTC} défini dans le Scénario A) :

$$t_{UTC} = W[Modulo(84600 + \Delta t_{LSF} - \Delta t_{LS})]$$

où: $W = (t_E - \Delta t_{UTC} - 43200)[Modulo\ 86400] + 43200$

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} est 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 sont 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
$r = A(1 - e \cos E) + \delta r$	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
$v = \tan^{-1}\{\sin v / \cos v\}$	anomalie vraie
$= \tan^{-1}\left\{\frac{\sqrt{1 - e^2} \sin E / (1 - e \cos E)}{(\cos E - e) / (1 - e \cos E)}\right\}$	
$t_k = t - sdf\, t_{0e}$	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)
$M_0, \Delta n, e, A^{1/2}, \Omega_0, i_0, \omega, \dot{\Omega}, di/dt, C_{uc}, C_{us}, C_{rc}, C_{rs}, C_{ic}, C_{is}, t_{0e}$	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*

Note.— 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, Minimum Operational Performance Standard for Galileo/Global Positioning System/Satellite-based Augmentation System Airborne Equipment, Appendice J (toutes les versions).

3.1.3.3 ELEMENTS EMBARQUES

3.1.3.3.1 RECEPTEUR GALILEO

3.1.3.3.1.1 *Poursuite du satellite*. Le récepteur doit offrir 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 doit être 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 doit répondre 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 récepteur doit surveiller la valeur IODnav et actualiser les éphémérides et les données d'horloge dès qu'un changement de paramètre est détecté. Pour calculer la position et les corrections d'horloge, les récepteurs doivent utiliser pour chaque satellite des paramètres étiquetés IODnav correspondant à la même valeur IODnav. Ces paramètres doivent être extraits du plus récent ensemble de données de navigation transmis.

Note.— 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 doit utiliser 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 doit pas se fier aux critères de performance décrits dans le chapitre 3, § 3.7.3.1.3, si le t_{0e} dépasse quatre heures.

Note.— 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 est 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)] est défini comme étant 13 secondes avant 1999-08-22 00 :00 :00 UTC. Le message de navigation de Galileo doit contenir tous les paramètres nécessaires pour convertir le temps GST en temps UTC.

Note.— Des éléments indicatifs sur le GST figurent dans le Supplément D, § 4.1.3.9.

3.1.3.5 SYSTEME DE COORDONNEES

3.1.3.5.1 Les éphémérides diffusées par le service ouvert de Galileo déterminent 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 doit pas dépasser 3 cm à 95 % mondialement.

Note 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.

Note 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 ELEMENTS NON EMBARQUES

3.1.4.1.1 *CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES DU BDS*

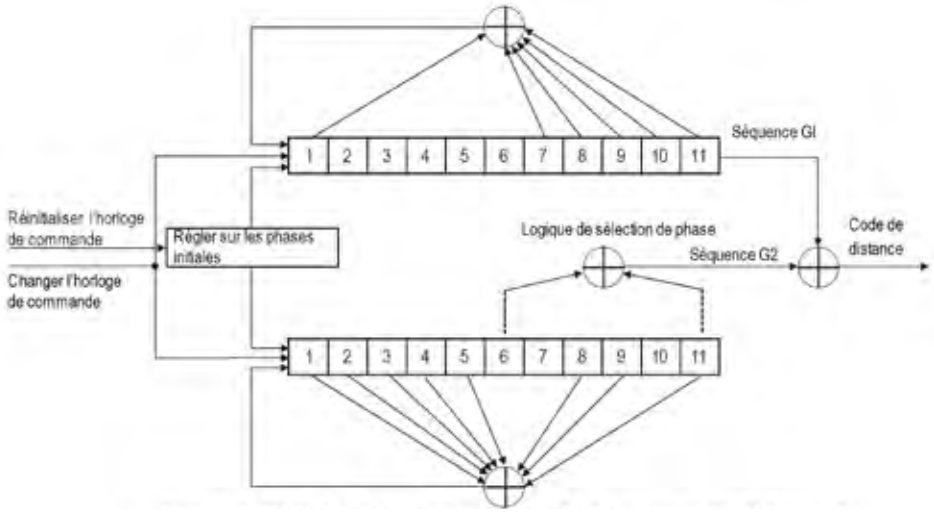
Note.— La présente section décrit les caractéristiques radioélectriques des signaux B1I, B1C et B2a

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 doit être 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 doit être inférieure d'au moins 50 dB à la puissance de la porteuse non modulée B1I, B1C et B2a.



Note.— 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 doit être 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 doit être aligné sur le bit du symbole de données. Les bords de chaque chip de code secondaire doivent être alignés sur les bords du chip de code primaire et l'heure du début de chaque chip de code primaire doit être 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 doit pas dépasser 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 doit être de 2,046 mégachips par seconde, et sa longueur doit être de 2 046 chips. Le code de mesure de distance du signal B1I (ci-après appelé CB1I) doit être un code Gold équilibré tronqué avec le dernier chip. Le code Gold est 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 CB1I est présenté dans la Figure B-19.

Figure B-19. Générateur du code de mesure de distance CB1I

Note.— 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 doit pas dépasser 0,3 dB pour le signal B1C.

3.1.4.1.1.3.2 *Génération du signal B1C*. Le signal B1C a 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 est 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_{B1C_data})*. La séquence du code de mesure de distance de la composante de données du signal B1C est un code primaire d'une longueur de 10 230 chips repris toutes les 10 millisecondes.

Note.— 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 est 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.

Note.— 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_{B1C_data})*. La composante de données du signal B1C est générée à partir des données du message de navigation (D_{B1C_data}) et du code de mesure de distance (C_{B1C_data}) modulés par la sous-porteuse sc_{BIC_data} à double décalage BOC (1,1).

3.1.4.1.1.3.7 *Génération de la composante pilote du signal B1C (S_{B1C_pilot})*. La composante pilote du signal B1C est 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 est 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.

Note.— 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 doit pas dépasser 0,6 dB pour le signal B2a.

3.1.4.1.1.4.2 *Génération du signal B2a*. Le signal B2a a 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 est 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.

Note.— 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 est 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.

Note.— 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 est 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 est modulée selon la méthode BPSK uniquement à partir du code de mesure de distance $C_{B2a_pilot}(t)$.

Note.— 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 ») est modulé avec le code secondaire Neuman-Hoffman (NH) de 1 kbps. Le message de navigation est composé de supertrames, de trames et de sous-trames. La structure de la trame du message de navigation D1 est celle qui est indiquée dans la Figure B-20.

Note.— 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 est composée de 36 000 bits. Chaque supertrame contient 24 trames (24 pages).

3.1.4.1.2.1.3 *Trame*. Chaque trame contient 1 500 bits. Chaque trame est composée de 5 sous-

trames.

3.1.4.1.2.1.4 *Sous-trame*. Chaque sous-trame contient 300 bits. Chaque sous-trame est composée de 10 mots. Chaque mot contient 30 bits. Chaque mot est composé de données du message de navigation et de bits de parité.

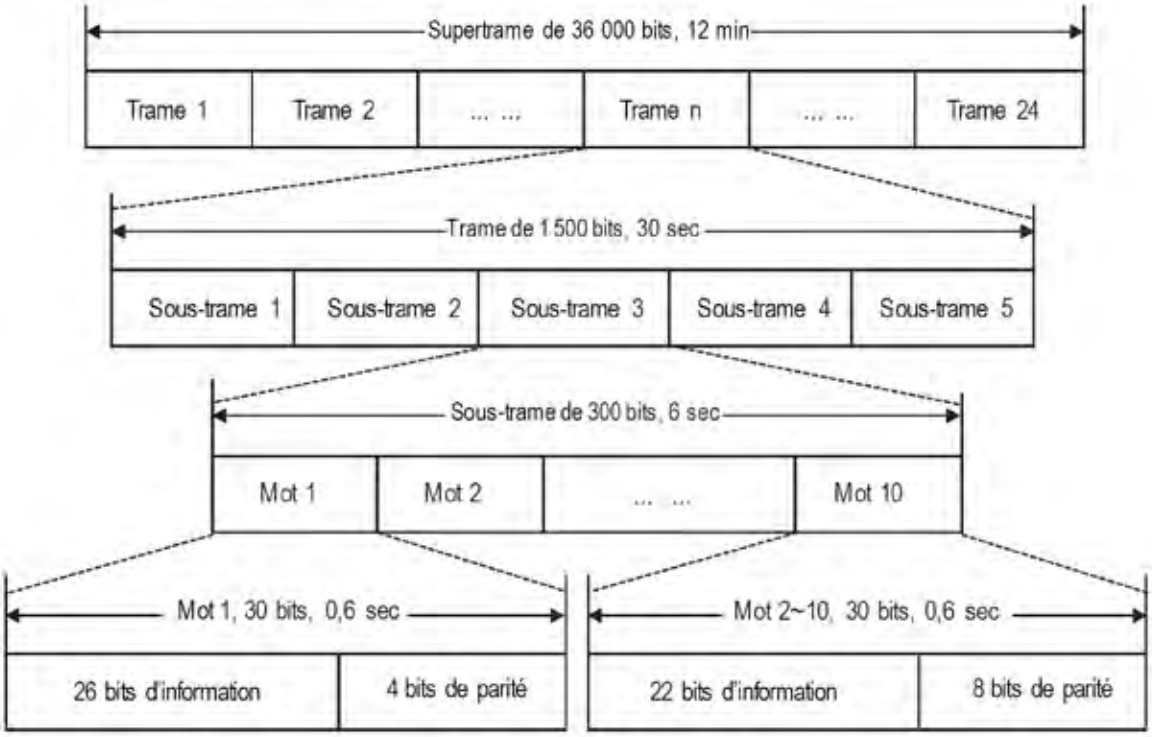


Figure B-20. Structure de la trame du message de navigation D1

3.1.4.1.2.1.5 *Parité des données*. Le mot 1 de chaque sous-trame contient 26 bits d'information et 4 bits de parité dans les bits de poids faible (LSB), et les mots 2 à 10 contient 22 bits d'information et 8 bits de parité dans les LSB. Le codage Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (BCH) (15,11,1) est utilisé pour la protection contre les erreurs et l'entrelacement.

Note.— 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 comprennent 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 contiennent 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 contiennent 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 sont 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) est transmis comme une séquence de trames. Chaque trame contient 1 800 symboles avec un débit de 100 symboles par seconde. Chaque trame comprend trois sous-trames dans la structure de base de la trame indiquée dans la figure B-21.

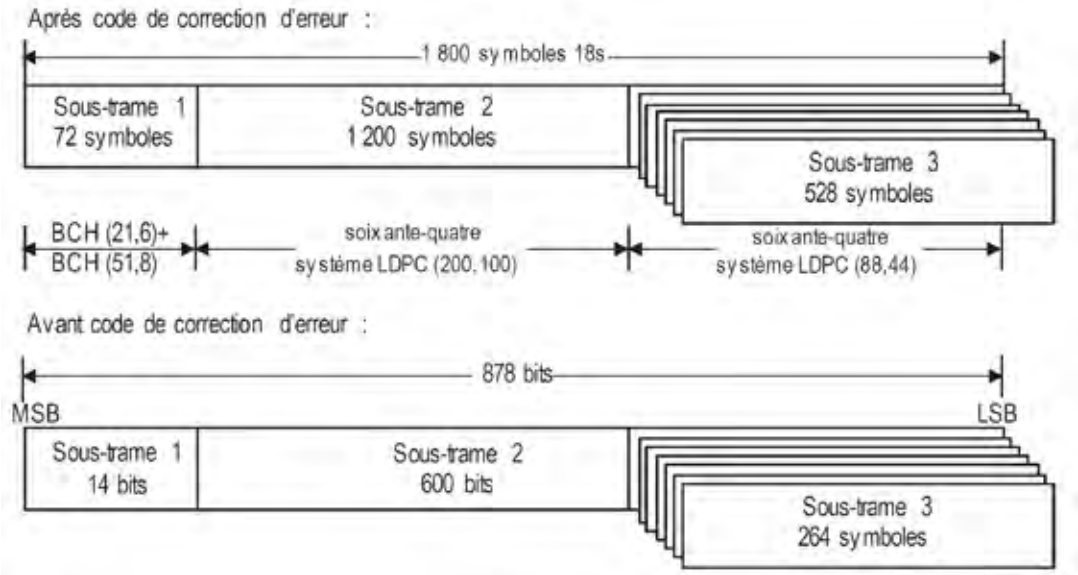


Figure B-21. Structure de base de la trame du message B-CNAV1

3.1.4.1.2.2.2 *Sous-trame 1*. La sous-trame contient 14 bits avant le codage de correction d'erreur BCH. Après le code BCH (21,6) + BCH (51,8), sa longueur est de 72 symboles.

Note.— 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 contient 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 sont pris en compte dans le calcul du CRC, et les 24 bits de poids faible (LSB) sont les bits de CRC correspondants. Après le code LDPC 64-aire (200, 100), sa longueur est de 1 200 symboles.

Note.— 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 contient 264 bits avant le code LDPC. Les 6 bits de poids fort (MSB) sont la page type (identité de la page), les 24 bits de poids faible (LSB) sont les bits CRC, et les 234 restants sont les données du message. L'identité de la page (ID de page) et les données du message sont prises en compte dans le calcul du CRC. Après codage LDPC 64-aire (88,44), sa longueur est de 528 symboles. La structure de la trame de la sous-trame 3 est celle qui est indiquée dans la Figure B-22.

Note.— Des renseignements supplémentaires relatifs au codage LDPC 64-aire (88,44) figurent dans le document BDS OS B1C ICD, section 6.2.2.3.

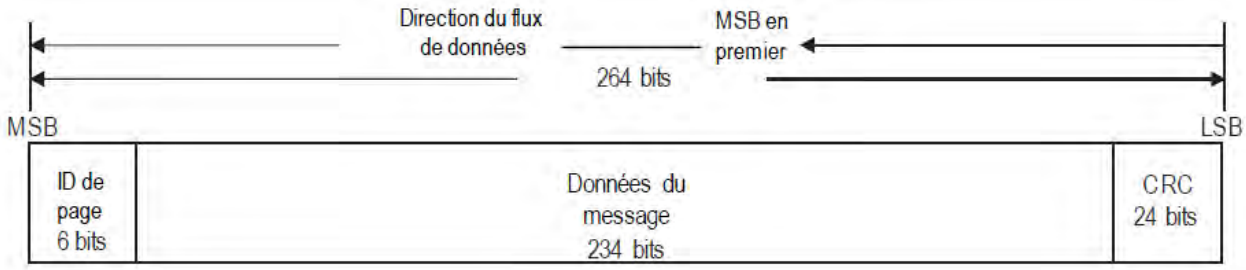


Figure B-22. Structure de la trame pour la sous-trame 3 du message B-CNAV1

3.1.4.1.2.2.5 *Entrelacement*. Après codage, la sous-trame 2 et la sous-trame 3 sont combinées et entrelacées à l'aide d'un entrelaceur par bloc.

Note.— 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 ») est transmis en tant que séquence de trames. Chaque trame comprend 600 symboles au débit de 200 symboles par seconde. La structure de la trame de base du message B-CNAV2 est celle qui est présentée dans la Figure B-23.

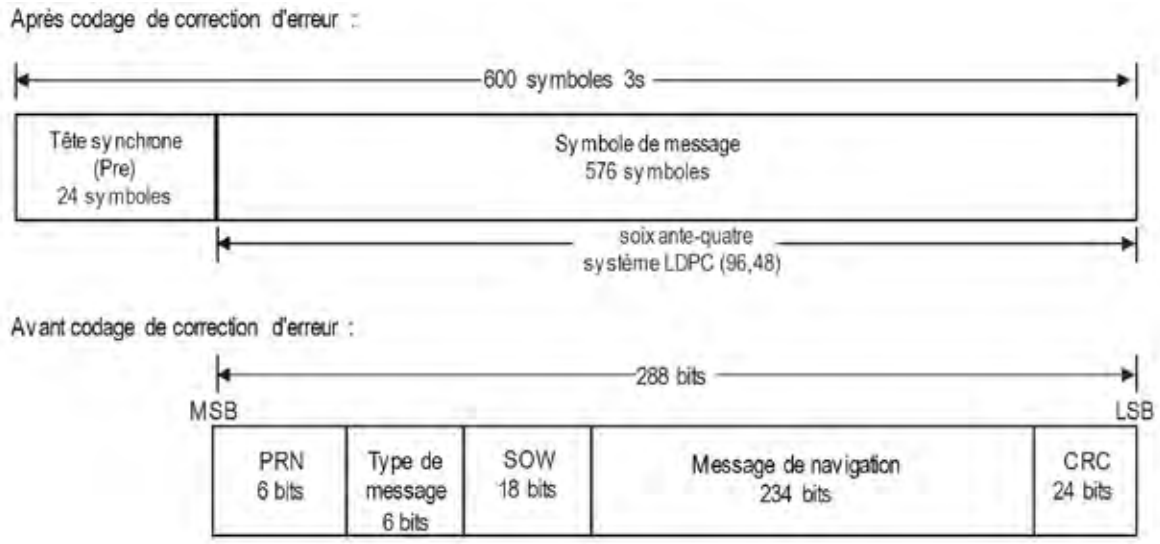


Figure B-23. Structure de base de la trame du message B-CNAV2

3.1.4.1.2.3.2 *Structure de la trame*. Chaque trame est 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 LPDPC 64-aire (96,48), sa longueur est de 1 200 symboles.

Note.— 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 comprend un préambule consistant en la séquence de bits « 111000100100110111101000 ».

3.1.4.1.2.3.2.2 *Message de navigation*. Chaque trame comprend 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 sont pris en compte dans le calcul du CRC. Après le codage LDPC 64-aire (96,48), la longueur de la trame est de 576 symboles.

3.1.4.1.3 TENEUR DES DONNÉES

Note.— 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 doivent contenir les informations fournies dans le Tableau B-42.

Note.— 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.

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}, Δt_{LSF}, WN_{LSF}, 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)

3.1.4.1.3.1.2 *Indice de précision de distance pour l'usager (URAI)*. Les bits 49 à 52 de la sous-trame 1 du message D1 contiennent l'URAI. L'URAI se situe entre 0 et 15. La précision de distance pour l'usager (URA) sert 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.

Note.— 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-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

3.1.4.1.3.1.3 *Indicateur autonome d'état du satellite (SatH1)*. Le bit 43 de la sous-trame 1 du message D1 fournit le SatH1. Une valeur de « 0 » indique 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.

Note.— 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} est transmis dans le message de navigation D1. La valeur du t_{oc} augmente de façon monotone au fil de la semaine et change si l'un des paramètres de l'horloge change.

Note.— La mise à jour des paramètres d'horloge commence toujours au début d'une supertrame.

3.1.4.1.3.1.5 Le paramètre d'éphémérides du satellite t_{oe} est transmis dans le message de navigation D1. La valeur du t_{oe} augmente de façon monotone au fil de la semaine et change si l'un des paramètres d'éphémérides change. Si le t_{oe} change, le t_{oc} change aussi.

Note.— 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 ont 24 pages qui sont 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 » indique 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 sont 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 sous-trame 5 et les bits 216 et 217 de la page 24 de la sous-trame 5 fournissent l'AmID. L'AmID est 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 est 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
11	01	11 – 23	31 – 43
	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 contiennent les informations qui figurent dans le Tableau B-45. Les données B-CNAV2 transmises sur le signal B2a contiennent les types de message et les données indiqués dans le Tableau B-46.

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* (t_{oe}, SatType, ΔA, $\dot{A}$, Δn_0, $\Delta\dot{n}_0$, M_0, e, ω)
		Éphémérides II* (Ω_0, i_0, $\dot{\Omega}$, $\dot{i}_0$, C_{is}, C_{ic}, C_{rs}, C_{rc}, C_{us}, C_{uc})
		Paramètres de correction d'horloge* (t_{oc}, a_0, a_1, a_2)
	TGD_{B2ap}, ISC_{B1Cd}, TGD_{B1Cp}, 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 BDT-UTC*
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 est utilisée pour identifier les types de page de la sous-trame 3 comprise dans le message B-CNAV1. Elle est 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 est utilisé pour identifier les types de message des trames du message B-CNAV2. Il est composé d'un entier sans signe de 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*

Note 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.

Note 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 indique le numéro d'identification d'un ensemble de paramètres d'éphémérides. La valeur de l'IODE est actualisée lorsqu'un paramètre

d'éphémérides est mis à jour. Les valeurs de l'IODE indiquent l'éventail de l'âge des données d'éphémérides. L'âge des données d'éphémérides est 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 sont pas répétées en l'espace de 24 heures. La relation entre les valeurs de l'IODE et l'âge des données d'éphémérides est 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 indique le numéro d'identification d'un ensemble de paramètres de correction d'horloge. La valeur de l'IODC est actualisée chaque fois qu'un paramètre d'horloge est mis à jour. Les valeurs de l'IODC indiquent l'éventail de l'âge des données de correction d'horloge. L'âge des données de correction d'horloge est 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 est 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 sont 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 est 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	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
01	0 – 59	Moins de 12 heures
	60 – 119	Moins de 12 heures
	120 – 179	Moins de 1 jour
	180 – 239	Réservé
	240 – 255	Pas plus de 7 jours
10	0 – 59	Plus de 12 jours
	60 – 119	Plus de 24 heures
	120 – 179	Plus de 7 jours
	180 – 239	Réservé
	240 – 255	Plus de 7 jours
11	Réservé	Réservé

3.1.4.1.3.2.5 *Etat de fonctionnement du satellite (SHS)*. Le SHS indique si le satellite émetteur est en état de fonctionner ou hors d'état de fonctionner. Les définitions du paramètre SHS sont celles qui sont indiquées dans le Tableau B-51.

Note 1.— Des renseignements supplémentaires relatifs au SHS du signal B1C figurent dans le document BCD OS B1C ICD, section 7.14, Tableau 7-22.

Note 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 *Etat d'intégrité du satellite*. L'état d'intégrité du satellite est communiqué par deux paramètres : l'indicateur d'intégrité des données (DIF) et l'indicateur d'intégrité du signal (SIF). Chacun occupe 1 bit et leurs définitions sont celles qui figurent au Tableau B-52.

Note 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.

Note 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 *Etat 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 prend 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 est 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 des signaux B1C/B2a est 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 qu'elle 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 décrit la précision prédictive des paramètres orbitaux et des paramètres de correction d'horloge diffusés dans le message de navigation. Il comprend 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 sont utilisés pour calculer l'indice $SISA_{oe}$ et l'indice $SISA_{oc}$ et sont 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, indique 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, indique 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, indique la précision de la dérive de l'horloge du satellite ;

d) $SISAI_{oc2}$, dont la valeur entière est comprise entre 0 et 7, indique la précision du taux de dérive de l'horloge du satellite ;

e) t_{op} indique le temps de la semaine en secondes pour la prédiction des données transmis.

Note 1.— Des renseignements supplémentaires relatifs aux paramètres de l'indice SISA figurent dans le document BDS OS B1C ICD, section 7.16.

Note 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 DEFINITION DES PROTOCOLES POUR L'APPLICATION DE DONNEES

Note.— 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 est calculé conformément aux indications 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 est calculé comme suit :

$$t = t_{SV} - \Delta t_{SV}$$

où :

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 :

$e, \sqrt{A}, E_k$ 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 ;

$F = -2\mu^{1/2}/c^2$

$\mu = 3{,}986004418 \times 10^{14}$ m³/s², est la valeur de la constante gravitationnelle de la Terre ;

$c = 299792458 \times 10^8$ 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 est déterminé à l'aide des données du signal B1I, du signal B1C ou du signal B2a.

Note.— 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 est calculée suivant les indications fournies au Tableau B-56.

Note 1.— La position actuelle du satellite est définie à l'aide des paramètres d'éphémérides. Les paramètres d'éphémérides $(t_{oe}, \sqrt{A}, e, \omega, \Delta n, M_0, \Omega_0, \dot{\Omega}, i_0, IDOT, C_{uc}, C_{us}, C_{rc}, C_{rs}, C_{ic}, C_{is})$ *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.*

Note 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.

Tableau B-56. Algorithme de calcul d'éphémérides du satellite B1I

Étapes de calcul	Description
$\mu = 3{,}986004418 \times 10^{14}$ m³/s²	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

Étapes de calcul	Description
$M_k = E_k - e\sin E_k$	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 calculée
$\phi_k = v_k + \omega$	Latitude calculée
$\delta u_k = C_{us}\sin(2\phi_k) + C_{uc}\cos(2\phi_k)$	Correction en latitude
$\delta r_k = C_{rs}\sin(2\phi_k) + C_{rc}\cos(2\phi_k)$	Correction de rayon
$\delta i_k = C_{is}\sin(2\phi_k) + C_{ic}\cos(2\phi_k)$	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
$\Omega_k = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \dot{\Omega}_e)t_k - \dot{\Omega}_e t_{oe}$	Longitude corrigée du nœud ascendant dans le BDCS ;
$\begin{cases} X_k = x_k \cos\Omega_k - y_k \cos i_k \sin\Omega_k \\ Y_k = x_k \sin\Omega_k + y_k \cos i_k \cos\Omega_k \\ Z_k = y_k \sin i_k \end{cases}$	Coordonnées du 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).

3.1.4.2.3.2 *Solution de position des satellites B1C et B2a*. La position actuelle du satellite est calculée suivant les indications du Tableau B-57.

Note 1.— La position actuelle du satellite est définie au moyen des paramètres de calcul d'éphémérides. Les paramètres de calcul d'éphémérides $(t_{oe}, SatType, \Delta A, \dot{A}, \Delta n_0, \Delta\dot{n}_0, M_0, e, \omega, \Omega_0, i_0, \dot{\Omega}, i_0, C_{is}, C_{ic}, C_{rs}, C_{rc}, C_{us}, C_{uc})$ *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.*

Note 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-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)
$\begin{cases} \sin v_k = \frac{\sqrt{1-e^2}\sin E_k}{1 - e\cos E_k} \\ \cos v_k = \frac{\cos E_k - e}{1 - e\cos E_k} \end{cases}$	Anomalie réelle
$\phi_k = v_k + \omega$	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）.

Étapes de calcul	Description
** 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 est 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 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_M 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.
$t = (t_E + \lambda_M \times 43200 / \pi)[\mathrm{mod}\, ulo\ 86400]$	t est l'heure locale (intervalle 0 – 86 400 secondes) pour la projection à la surface de la Terre de l'IPP.
$A_2 = \begin{cases} \sum_{n=0}^{3} \alpha_n \left\lvert \phi_M / \pi \right\rvert^n, & A_2 \geq 0 \\ 0, & A_2 < 0 \end{cases}$	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.
$A_4 = \begin{cases} 172800, & A_4 \geq 172800 \\ \sum_{n=0}^{3} \beta_n \left\lvert \phi_M / \pi \right\rvert^n, & 172800 > A_4 \geq 72000 \\ 72000, & A_4 < 72000 \end{cases}$	A4 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.

Étapes de calcul	Description
$I'_z(t) = \begin{cases} 5\times10^{-9} + A_2 \cos[\frac{2\pi(t-50400)}{A_4}], & \lvert t-50400\rvert < A_4/4 \\ 5\times10^{-9} & \lvert t-50400\rvert \geq A_4/4 \end{cases}$	$I'_z(t)$ 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.

Note.— 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 est 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).
$\begin{cases} \varphi_g = \arcsin(\sin\varphi_u \cdot \cos\psi + \cos\varphi_u \cdot \sin\psi \cdot \cos A) \\ \lambda_g = \lambda_u + \arctan\left(\frac{\sin\psi \cdot \sin A \cdot \cos\varphi_u}{\cos\psi - \sin\varphi_u \cdot \sin\varphi_g}\right) \end{cases}$	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).
$\begin{cases} \varphi_m = \arcsin(\sin\varphi_M \cdot \sin\varphi_g + \cos\varphi_M \cdot \cos\varphi_g \cdot \cos(\lambda_g - \lambda_M)) \\ \lambda_m = \arctan\left(\frac{\cos\varphi_g \cdot \sin(\lambda_g - \lambda_M) \cdot \cos\varphi_M}{\sin\varphi_M \cdot \sin\varphi_m - \sin\varphi_g}\right) \end{cases}$	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 : $\lambda_M = \frac{-72.58°}{180°} \cdot \pi\ rad.$ φ_M est la latitude géographique du pôle Nord magnétique : $\varphi_M = \frac{-80.27°}{180°} \cdot \pi\ rad.$
$S_{lon} = \pi \cdot (1 - 2 \cdot (t - int(t)))$	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.
$\begin{cases} \varphi' = \varphi_m \\ \lambda' = \lambda_m - \arctan\left(\frac{\sin(S_{lon} - \lambda_M)}{\sin\varphi_M \cdot \cos(S_{lon} - \lambda_M)}\right) \end{cases}$	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.
$\bar{P}_{nm} = N_{n,m} \cdot P_{n,m}$	$\bar{P}_{nm}$ est la fonction de Legendre normalisée de degré n et d'ordre m.
$A_i = \begin{cases} \bar{P}_{\lvert n_i \rvert, \lvert m_i \rvert} \ (\sin\varphi') \cdot \cos(m_i \cdot \lambda') \ m_i \geq 0 \\ \bar{P}_{\lvert n_i \rvert, \lvert m_i \rvert} \ (\sin\varphi') \cdot \sin(-m_i \cdot \lambda') \ m_i < 0 \end{cases}$	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.
$\begin{cases} A_0 = \sum_{j=1}^{17} \beta_j \cdot \beta_j, \\ \beta_j = \begin{cases} \bar{P}_{\lvert n_j \rvert, \lvert m_j \rvert} \ (\sin\varphi') \cdot \cos(m_i \cdot \lambda') \ m_i \geq 0 \\ \bar{P}_{\lvert n_j \rvert, \lvert m_j \rvert} \ (\sin\varphi') \cdot \sin(-m_j \cdot \lambda') \ m_j < 0 \end{cases} \end{cases}$	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_i/m_i	0/0	1/0	1/1	1/–1	2/0	2/1	2/–1	2/2	2/–2

Note.— 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 est 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 ($PR_{B1Cp\text{-}B2ap}$) est calculée comme suit :

$$\mathrm{PR}_{\mathrm{B1Cp-B2ap}} = \frac{\mathrm{PR}_{\mathrm{B2ap}} - \mathrm{k}_{12} \cdot \mathrm{PR}_{\mathrm{B1cp}}}{1 - \mathrm{k}_{12}} - \frac{\mathrm{C} \cdot (\mathrm{T}_{\mathrm{GDB2ap}} - \mathrm{k}_{12} \cdot \mathrm{T}_{\mathrm{GDB1cp}})}{1 - \mathrm{k}_{12}}$$

La pseudodistance double fréquence de la composante pilote B1C et de la composante de données B2a ($PR_{B1Cp\text{-}B2ad}$) est calculée comme suit :

$$\mathrm{PR}_{\mathrm{B1Cp-B2ad}} = \frac{\mathrm{PR}_{\mathrm{B2ad}} - \mathrm{k}_{12} \cdot \mathrm{PR}_{\mathrm{B1cp}}}{1 - \mathrm{k}_{12}} - \frac{\mathrm{C} \cdot (\mathrm{T}_{\mathrm{GDB2ap}} + \mathrm{ISC}_{\mathrm{B2ad}} - \mathrm{k}_{12} \cdot \mathrm{T}_{\mathrm{GDB1cp}})}{1 - \mathrm{k}_{12}}$$

La pseudodistance double fréquence de la composante de données B1C et de la composante pilote B2a ($PR_{B1Cd\text{-}B2ap}$) est calculée comme suit :

$$\mathrm{PR}_{\mathrm{B1Cd-B2ap}} = \frac{\mathrm{PR}_{\mathrm{B2ap}} - \mathrm{k}_{12} \cdot \mathrm{PR}_{\mathrm{B1Cd}}}{1 - \mathrm{k}_{12}} - \frac{\mathrm{C} \cdot (\mathrm{T}_{\mathrm{GDB2ap}} - k_{12} \cdot T_{GDB1cp} - \mathrm{k}_{12} \cdot ISC_{\mathrm{B1Cd}})}{1 - \mathrm{k}_{12}}$$

La pseudodistance double fréquence de la composante de données B1C et de la composante de données B2a ($PR_{B1Cd\text{-}B2ad}$) est calculée comme suit :

$$\mathrm{PR}_{\mathrm{B1Cd-B2ad}} = \frac{\mathrm{PR}_{\mathrm{B2ad}} - \mathrm{k}_{12} \cdot \mathrm{PR}_{\mathrm{B1Cd}}}{1 - \mathrm{k}_{12}} - \frac{\mathrm{C} \cdot (\mathrm{T}_{\mathrm{GDB2ap}} + \mathrm{ISC}_{\mathrm{B2ad}} - \mathrm{k}_{12} \cdot \mathrm{T}_{\mathrm{GDB1cp}} - \mathrm{k}_{12} \cdot \mathrm{ISC}_{\mathrm{B1Cd}})}{1 - \mathrm{k}_{12}}$$

où : $k_{12} = \left(\frac{1575.42}{1176.45}\right)^2$ est le facteur associé à la fréquence ;

$\mathrm{PR}_{\mathrm{B1cp}}$ 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 × 10^8 m/s est la vitesse de la lumière.

Note 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.

Note 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*

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 est calculée suivant la formule ci-après :

$$SISA = \sqrt{(SISA_{oe} \times \sin 14°)^2 + SISA_{oc}^2}$$

où :

$SISA_{oe}$ est la limite supérieure correspondant à l'indice $SISA_{oe}$ « 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.

$SISA_{oc}$ est calculée (en mètres) à l'aide des équations suivantes :

$$SISA_{oc} = SISA_{ocb} + SISA_{oc1}(t - t_{op}) \text{ , pour } t - t_{op} \leq 93600 \text{ s}$$

$$SISA_{oc} = SISA_{ocb} + SISA_{oc1}(t - t_{op}) + SISA_{oc2}\,(t - t_{op} - 93600)^2 \text{ , pour } t - t_{op} \geq 93600 \text{ s}$$

où:

$SISA_{ocb}$ est la limite supérieure correspondant à l'indice « N » $SISA_{ocb}$ 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.

$SISA_{oc1}$ est la précision de la dérive de l'horloge du satellite en mètres par seconde dérivée de $SISAI_{oc1}$ (définie au § 3.1.4.1.3.2.8) comme suit :

$$SISA_{oc1} = 2^{-(SISAI_{oc1}+14)}$$

$SISA_{oc2}$ est la précision de la dérive de l'horloge du satellite en mètres par seconde dérivée de $SISAI_{oc2}$ (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 ;

t_{op} 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 ELEMENTS EMBARQUES

3.1.4.3.1 RECEPTEUR DU BDS

3.1.4.3.1.1 *Poursuite du satellite*. Le récepteur doit offrir 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 doit être 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 doit répondre 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 doit s'assurer qu'il utilise les données d'éphémérides et d'horloge adéquates avant de fournir quelque position que ce soit. Pour le signal B1I, il doit surveiller les paramètres t_{oc} et t_{oe} 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 doit surveiller 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 est le temps du système de navigation par satellite BeiDou (BDT). Le BDT adopte les secondes du Système international d'unités (SI) et les accumule de façon continue sans secondes intercalaires. La première impulsion du temps BDT a lieu à 00:00:00, temps universel coordonné (UTC), le 1er janvier 2006. Le BDT suit le temps UTC via UTC (NTSC), et le décalage entre le BDT et le temps UTC est maintenu à 50 nanosecondes (modulo 1 seconde). Les secondes intercalaires sont transmises dans le message de navigation (NAV).

3.1.4.5 SYSTEME DE COORDONNEES

3.1.4.5.1 *Système de coordonnées BeiDou*. Les éphémérides diffusées par le BDS décrivent 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 doit pas dépasser 3 cm (95 %).

Note 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.

Note 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 ELEMENTS D'AERONEF

3.3.1.1 *Récepteur GNSS à constellations multiples*. Le récepteur GNSS à constellations multiples doit traiter 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 doit satisfaire 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 doivent être reçus à l'aide d'une ou de plusieurs antennes.

Note.— 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 doivent être exprimées dans le système géodésique mondial WGS-84.

3.3.1.4 Toute combinaison de mesures provenant de constellations satellitaires de base doit prendre 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 doivent calculer l'écart temporel entre les constellations de base comme un paramètre inconnu supplémentaire dans la solution de navigation et ne doivent pas utiliser uniquement l'écart temporel diffusé dans les messages de navigation.

3.4 Système de renforcement embarqué (ABAS)

Note.— 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 compose d'un sous-système non embarqué et d'un sous-système embarqué. Le sous-système non embarqué fournit, 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 applique les données fournies par le sous-système non embarqué, qui sont 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.

Note 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.

Note 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 sont les suivantes :

Temps de validité : ce champ précise dans quels cas les ISD peuvent être appliquées par le récepteur GNSS utilisant l'ARAIM.

Constellation satellitaire de base applicable : ce champ détermine à quelle constellation satellitaire de base les ISD s'appliquent.

Type de service ARAIM : ce champ indique 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**.**

Note 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'Autorité de l'Aviation civile.

Note 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).

Note 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 sont les suivants :

Masque de satellite : ce champ indique à quel satellite (dans la constellation satellitaire de base donnée) les paramètres ISD s'appliquent.

Note.— 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.

Note 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 ».

Note 2.— Les paramètres ISD s'appliquent à des signaux en état de fonctionner.

Note 3.— Certains fournisseurs de services de constellations satellitaires de base peuvent utiliser le

terme « délai moyen de notification » (MTTN ou MTN) ou MFD indistinctement.

Note 4.— Des explications plus détaillées des termes σ_{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 **Eléments 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 sont définies dans les spécifications de l'interface par les fournisseurs de constellation satellitaire de base concernés.

Note 1.— Les spécifications de l'interface définissent sur quels signaux et dans quels messages les paramètres ISD sont codés.

Note 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).

Note 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'appliquent 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 transmet et diffuse dans le monde entier un ensemble complet d'ISD diffusées à une cadence de diffusion minimale (intervalle de répétition maximal) de 15 minutes.

Note.— 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, indique 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 doit actualiser les ISD diffusées aux fins de conformité avec le § 3.4.1.2.2.1.

Note.— 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'expire 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 de l'OACI).

3.4.1.2.2.1 Surdélimitation

3.4.1.2.2.1.1 L'ISMG doit veiller 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 $N(0, \sigma_{URE})$.

3.4.1.2.2.1.2 L'ISMG doit veiller 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 doit veiller 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].

Note 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.

Note 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 σ_{URA}, 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.

Note 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 doit veiller 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 doivent être 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 doivent toujours être 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 doit générer 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 doivent être 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 doit être 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 doit calculer 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 doit valider 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).

Note.— Le niveau de 0 dB correspond au pic normalisé de la réponse en bande du filtre.

3.4.1.2.5.2 L'ISMG doit valider 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).

Note.— Le niveau de 0 dB correspond au pic normalisé de la réponse en bande du filtre.

3.4.1.2.5.3 L'ISMG doit valider 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 doit fournir l'un des ensembles de paramètres suivants :

– R_{sat}, P_{sat} ; ou

– R_{sat}, MFD_{sat} ; ou

– P_{sat}, R_{sat}, MFD_{sat}.

Note.— 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 doit fournir l'un des ensembles de paramètres suivants :

– R_{const}, P_{const} ; ou

– R_{const}, MFD_{const} ; ou

– P_{const}, 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 doit fournir 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.

Note.— 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 doivent être 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 inférieur à 5 degrés, les paramètres des ISD par défaut et des ISD diffusées doivent être valides entre l'angle de site minimum spécifié et 90 degrés inclus. La plage de validité des angles de site

est 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 doit le faire 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 doit utiliser 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).

Note.— 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 doivent respecter les contraintes de conception énumérées au § 3.4.1.2.5.

Note.— 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

3.4.1.3.3.1 Lors du traitement des ISD diffusées, les récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM doivent traiter 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 doivent appliquer 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 doivent enregistrer 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
$\sigma_{URA,default,\ dual}$	IAURA (Note 3)	9	6	7

frequency [m]				
$\sigma_{URE,default, dual frequency}$ [m]	URA nominal (Note 3)	8	4	7
$\sigma_{URA,default, single frequency}$ [m]	IAURA nominal (Note 3)	9	6,5 (E1), 7,5 (E5a)	7
$\sigma_{URA,default, single frequency}$ [m]	URA nominal (Note 3)	8	4,7 (E1), 6 (E5a)	7
$b_{nom, default}$ [m]	0	0	0	0

Note 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.

Note 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.

Note 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.

Note 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, ces récepteurs doivent utiliser 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)

[cf. Annexe 10, Volume I, APPENCICE B]

3.6 Système de renforcement au sol (GBAS)

3.6.1 GENERALITES

Le GBAS est composé d'un sous-système sol et d'un sous-système embarqué. Le sous-système sol doit fournir au sous-système embarqué, par VDB numérique, les données et les corrections pour les signaux GNSS de mesure de distance.

Note 1.— Le Supplément D, § 7.1, contient les éléments indicatifs à ce sujet.

Note 2.— Les SARP relatives au GBAS n'ont pas encore été mises à jour en vue de l'utilisation de constellations multiples à deux fréquences (DFMC). Ces SARP ne s'appliquent qu'au GPS L1 utilisant le code C/A et au service ouvert du GLONASS L1 utilisant la méthode AMRF (GLONASS L1OF). Dans l'ensemble des SARP relatives au GBAS (Appendice B, § 3.6) et dans les sections du supplément D relatives au GBAS, le terme GLONASS devrait s'entendre des signaux et services GLONASS L1OF seulement, et le terme GPS devrait s'entendre seulement des signaux et services GPS L1 utilisant le code C/A.

3.6.1.1 *Types de services GBAS*. Un sous-système sol GBAS doit prendre en charge soit le service de localisation, soit le service d'approche ou ces deux types de services.

Note 1.— On entend par types de services un ensemble assorti de spécifications fonctionnelles et de performance sol et bord qui garantissent que l'équipement embarqué donne des performances de navigation quantifiables. Le Supplément D, § 7.1, fournit des éléments indicatifs sur les types de services.

Note 2.— Les installations GBAS au sol sont définies selon la classification des installations GBAS (GFC). De nombreux critères de performance et fonctionnels du GBAS dépendent de la GFC. Les présentes spécifications sont organisées en fonction des caractéristiques techniques qui s'appliquent à un élément donné de la classification des installations (c'est-à-dire la lettre désignant le type de service d'approche de l'installation [FAST], la polarisation de l'équipement, etc.). Le Supplément D, § 7.1.4.1, fournit des éléments indicatifs concernant la classification des installations).

3.6.1.2 Tous les sous-systèmes sol GBAS doivent être conformes aux spécifications des § 3.6.1, 3.6.2, 3.6.3, 3.6.4, 3.6.6 et 3.6.7, sauf indication contraire. Un sous-système sol FAST D doit être également conforme à toutes les exigences du FAST C en plus des exigences spécifiques au FAST D.

3.6.2 CARACTERISTIQUES RADIOELECTRIQUES

3.6.2.1 *Stabilité de la porteuse*. La fréquence porteuse des données diffusées doit être maintenue à l'intérieur de ±0,0002 % de sa valeur nominale.

3.6.2.2 *Codage des bits sous forme de déphasages*. Les messages GBAS doivent être assemblés en symboles composés chacun de 3 bits de message consécutifs, le dernier ou les deux derniers pouvant le cas échéant n'être que des bits de remplissage. Après conversion, les symboles doivent moduler la porteuse selon la méthode D8PSK [les déphasages ($\Delta\emptyset_k$) sont indiqués au Tableau B-123].

Note.— Pour le $k^{ème}$ symbole (φ_k) la phase de la porteuse est donnée par l'équation : $\emptyset_k = \emptyset_{k1} + \Delta\,\emptyset_k$. Le signal D8PSK peut être produit de la manière indiquée à la Figure B-29 en combinant deux signaux RF en quadrature indépendamment modulés en amplitude avec suppression de la porteuse par des impulsions filtrées en bande de base. Une augmentation positive de $\Delta\,\emptyset_k$ représente une rotation dans le sens contraire des aiguilles d'une montre dans le plan complexe I-Q de la Figure B-29.

3.6.2.3 *Traitement du signal de modulation par filtre de mise en forme des impulsions*. La sortie du codeur de phase différentielle doit être filtrée par conformateur d'impulsions dont la propre sortie s(t) est donnée par l'équation :

$$s(t) = \sum_{k=-\infty}^{k=+\infty} e^{j\emptyset_k}\, h(t - kT)$$

où :

h = réponse impulsionnelle du filtre en cosinus carré surélevé

$\emptyset_k$ = paramètre défini au § 3.6.2.2

t = temps

T = durée de chaque symbole = (1/10 500 seconde)

Le filtre de mise en forme des impulsions doit avoir une réponse en fréquence nominale complexe identique à celle d'un filtre en cosinus carré surélevé, avec ∝ = 0,6. La réponse en temps h(t) et la réponse en fréquence H(f) des filtres en bande de base doivent être:

$$h(t) = \frac{\sin(\frac{\pi t}{T})\cos(\frac{\pi \alpha t}{T})}{\frac{\pi}{T}\left[1-(\frac{2\alpha t}{T})^2\right]}$$

$$H(f) = \begin{cases} 1 & pour \quad 0 \le f < \frac{1-\alpha}{2T} \\ \frac{1-\sin\left(\frac{\pi}{2\alpha}(2fT-1)\right)}{2} & pour \quad \frac{1-\alpha}{2T} \le f \le \frac{1+\propto}{2T} \\ 0 & pour \quad f > \frac{1+\propto}{2T} \end{cases}$$

La sortie s(t) du filtre de mise en forme des impulsions doit moduler la porteuse.

3.6.2.4 *Amplitude des vecteurs d'erreur*. La valeur des vecteurs d'erreur du signal transmis doit être inférieure à 6,5 % valeur moyenne quadratique (rms) (1 sigma).

3.6.2.5 *Cadence de transmission*. Les symboles doivent être transmis à raison de 10 500 symb/s ±0,005 %, soit un débit nominal de 31 500 bit/s.

Tableau B-123. Codage des données

Bits de message			Déphasage correspondant au symbole
I_{3k-2}	I_{3k-1}	I_{3k}	$\Delta\Phi_k$
0	0	0	0π/4
0	0	1	1π/4
0	1	1	2π/4
0	1	0	3π/4

1	1	0	4π/4
1	1	1	5π/4
1	0	1	6π/4
1	0	0	7π/4

Note.— Ij est le j^{ème} bit de la rafale à transmettre, I_1 étant le premier bit de la séquence d'apprentissage.

3.6.2.6 *Emissions dans les créneaux temporels non attribués*. Quel que soit le mode d'exploitation, l'écart entre la puissance d'émission autorisée et la puissance maximale mesurée au cours d'un quelconque créneau non attribué sur une largeur de bande de canal de 25 kHz centrée sur la fréquence attribuée ne doit pas dépasser -105 dBc.

Note.— La valeur de -105 dBc pourrait ne pas protéger la réception d'émissions effectuées dans un créneau attribué à un autre émetteur désiré lorsque les récepteurs sont situés à moins de 80 m de l'antenne d'émission non désirée.

3.6.3 STRUCTURE DES DONNEES

3.6.3.1.1 *Structure temporelle des données diffusées*. La structure temporelle AMRT doit reposer sur des trames et des créneaux temporels. Chaque trame doit avoir une durée de 500 ms, et il doit y en avoir deux par impulsion UTC de 1 s. La première doit commencer au début de cette impulsion et la deuxième, 0,5 s après. Chaque trame doit être multiplexée par répartition dans le temps de façon à constituer 8 créneaux individuels (identifiés par les lettres A à H) de 62,5 ms chacun.

3.6.3.1.2 *Rafales*. Chaque créneau temporel attribué doit contenir au plus une rafale de données. Pour lancer un créneau temporel, le GBAS doit diffuser une rafale dans ce créneau dans 5 trames consécutives. Pour chaque créneau utilisé, le sous-système sol doit diffuser une rafale dans au moins une des trames de chaque série de 5 trames consécutives.

Note 1.— Une rafale se compose d'un ou de plusieurs messages. Sa longueur peut varier, sans dépasser toutefois la taille maximale autorisée dans le créneau considéré (§ 3.6.3.2).

Note 2.— Pendant le lancement du créneau temporel, le récepteur embarqué peut ne pas recevoir les quatre premières rafales.

3.6.3.1.3 *Découpage temporel des rafales*

3.6.3.1.3.1 Chaque rafale doit être émise dans un créneau de 62,5 ms.

3.6.3.1.3.2 La rafale doit commencer 95,2 µs après le début du créneau temporel, à ±95,2 µs près.

3.6.3.1.3.3 Dans le cas de l'équipement GBAS/E, la partie de la rafale servant à la synchronisation et à la levée de l'ambiguïté, transmise avec la composante à polarisation horizontale (HPOL), doit débuter au plus tard 10 µs après le début de la rafale transmise avec la composante à polarisation verticale (VPOL).

Note.— Le Tableau B-124 précise les caractéristiques des éléments successifs des rafales.

3.6.3.1.4 *Montée en puissance et stabilisation de la puissance d'émission*. L'émetteur doit transmettre à 90 % de son niveau de puissance permanente au bout des 190,5 µs suivant le début de la rafale (2 symboles). Le régime permanent doit être atteint 476,2 µs après le début de la rafale (5 symboles).

Note.— Le récepteur embarqué peut se servir de la phase de stabilisation de la puissance d'émission pour régler sa commande automatique de gain.

3.6.3.1.5 *Phase de baisse de la puissance*. Après transmission du dernier symbole du créneau temporel considéré, la puissance de sortie de l'émetteur doit diminuer en moins de 285,7 µs (3 symboles) d'au moins 30 dB par rapport au régime permanent.

3.6.3.2 *Structure et codage des rafales*. Chaque rafale doit être composée des éléments de données indiqués au Tableau B-125. Le codage des messages doit se faire dans l'ordre suivant : mise en forme des données d'application, génération de la FEC de la séquence d'apprentissage, génération de la FEC des données d'application, embrouillage des bits.

3.6.3.2.1 *Synchronisation et levée de l'ambiguïté*. Le champ synchronisation et levée de l'ambiguïté doit être composé de la séquence de 48 bits ci-dessous, transmise en commençant par la droite :

010 001 111 101 111 110 001 100 011 101 100 000 011 110 010 000

3.6.3.3 TENEUR DES DONNÉES EMBROUILLÉES

3.6.3.3.1 *Identificateur de créneau de station (SSID)*. L'identificateur de créneau de station (SSID) doit être une valeur numérique correspondant à la lettre A à H du premier créneau temporel attribué au sous-système sol GBAS : 0 pour le créneau A, 1 pour le B, etc., 7 correspondant au créneau H. L'identificateur est transmis en commençant par le bit de poids faible.

Tableau B-124. Décomposition des rafales dans le temps

Evénement	Durée nominale	Pourcentage nominal de puissance en régime permanent
Montée en puissance	190,5 µs	0 % à 90 %
Stabilisation de la puissance d'émission	285,7 µs	90 % à 100 %
Synchronisation et levée de l'ambiguïté	1 523,8 µs	100 %
Transmission des données embrouillées	58 761,9 µs	100 %
Baisse de puissance	285,7 µs (Note 1)	100 % à 0 %

NOTES.—

1. La durée indiquée pour l'événement « transmission des données embrouillées » correspond à une longueur maximale des données d'application de 1 776 bits, 2 bits de remplissage et la durée nominale des symboles.

2. Ces spécifications assurent un temps de garde de 1 259 µs permettant une portée de transmission dans un seul sens d'environ 370 km (200 NM).

3. Lorsque les rafales émises par une antenne GBAS peuvent être reçues à une distance de plus de 370 km (200 NM) au-delà de la portée d'une autre antenne d'émission employant le créneau adjacent suivant, il faut un temps de garde plus long pour éviter la perte des deux rafales. Pour allonger le temps de garde, il est nécessaire de limiter à 1 744 bits la longueur des données d'application de la première rafale. La différence dans les distances de propagation ainsi obtenue peut atteindre jusqu'à 692 km (372 NM) sans conflit.

Tableau B-125. Eléments de données des rafales

Elément	Teneur des données	Nombre de bits
Début de rafale	tous les bits à 0	15
Stabilisation de la puissance		
Synchronisation et levée de l'ambiguïté	§ 3.6.3.2.1	48
Données embrouillées :	§ 3.6.3.3	
identificateur de créneau de station (SSID)	§ 3.6.3.3.1	3
longueur de séquence transmise	§ 3.6.3.3.2	17
FEC de la séquence d'apprentissage	§ 3.6.3.3.3	5
données d'application	§ 3.6.3.3.4	jusqu'à 1 776
FEC des données d'application	§ 3.6.3.3.5	48
bits de remplissage (Note)	§ 3.6.2.2	0 à 2

Note.— L'embrouillage des bits de remplissage est optionnel (voir § 3.6.3.3.6).

3.6.3.3.2 *Longueur de séquence transmise*. Ce mot indique le nombre total de bits composant les données d'application et la FEC des données d'application. L'information doit être transmise en commençant par le bit de poids faible.

3.6.3.3.3 *FEC de la séquence d'apprentissage*. La FEC de la séquence d'apprentissage doit être calculée à partir des champs SSID et longueur de transmission, au moyen d'un code en blocs (25, 20), conformément à l'équation suivante :

$$[P_1, ..., P_5] = [SSID_1, \ldots, SSID_3, TL_1, \ldots, TL_{17}]\ H^T$$

où:

P_n = ne bit de la FEC de la séquence d'apprentissage (P_1 doit être transmis en premier)

$SSID_n$ = ne bit de l'identificateur de créneau de station ($SSID_1$ = LSB)

TL_n = ne bit du mot longueur de séquence transmise (TL_1 = LSB)

H^T = transposée de la matrice de parité (voir ci-dessous) :

$$H^T = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}^T$$

Note.— Ce type de codage permet de corriger toutes les erreurs portant sur un seul bit et de détecter 75 des 300 erreurs sur deux bits possibles.

3.6.3.3.4 *Données d'application*. Les données d'application doivent consister en un ou plusieurs blocs-messages (§ 3.6.3.4). Ces blocs doivent être mis en correspondance directe avec les données d'application, sans traitement supplémentaire des couches intermédiaires.

3.6.3.3.5 *FEC des données d'application*. La FEC des données d'application doit être calculée à partir des données d'application au moyen d'un code de Reed-Solomon (RS) systématique de longueur fixe (255, 249).

3.6.3.3.5.1 La primitive de définition, p(x), du code RS doit être la suivante :

$$p(x) = x^8 + x^7 + x^2 + x + 1$$

3.6.3.3.5.2 Le polynôme générateur du code RS, g(x), doit être:

$$g(x) = \prod_{i=120}^{125} \left(x - \alpha^i\right) = x^6 + \alpha^{176}x^5 + \alpha^{186}x^4 + \alpha^{244}x^3 + \alpha^{176}x^2 + \alpha^{156}x + \alpha^{255}$$

où α est une racine de p(x) utilisée pour la construction du corps de Galois de taille 2^8, GF(256), et α^i est la i^{eme} primitive de GF(256).

3.6.3.3.5.3 Lors de la génération de la FEC des données d'application, les données à coder, m(x), doivent être groupées en symboles RS de 8 bits. Tous les champs de données des blocs de message qui définissent les données d'application doivent être ordonnés conformément aux Tableaux B-126 et B-127, et aux tableaux de messages figurant au § 3.6.6. Comme le code RS est un code par bloc, les blocs de données d'application inférieurs à 249 octets (1 992 bits) doivent être portés à 249 octets par l'insertion de bits de remplissage virtuels mis à 0 et ajoutés à la suite des données d'application. Ces bits de remplissage virtuels ne doivent pas être transmis à l'embrouilleur de bits. Les données à coder, m(x), doivent être définies comme suit :

$$m(x) = a_{248}x^{248} + a_{247}x^{247} + \cdots. + a_{248-\text{longueur}+1}x^{248-\text{longueur}+1} + a_{248-\text{longueur}}x^{248-\text{longueur}} + \cdots. + a_1x + a_0$$

où :

« longueur » représente le nombre d'octets dans le bloc de données d'application ;

a_{248} représente l'identificateur de bloc-message (MBI), le bit de droite étant le bit de poids faible et le premier bit des données d'application étant transmis à l'embrouilleur de bits ;

$a_{248\text{-longueur}+1}$ représente le dernier octet du CRC du bloc-message, le bit de gauche étant le bit de poids fort et le dernier bit des données d'application étant transmis à l'embrouilleur de bits ;

$a_{248\text{-longueur}}$,..., a_1, a_0 sont les bits de remplissage virtuels (le cas échéant).

3.6.3.3.5.4 Les six symboles de contrôle RS(b_i) doivent être les coefficients du reste de la division du polynôme de message $x^6m(x)$ par le polynôme générateur g(x) :

$$b(x) = \sum_{i=0}^{5} b_i x^i = b_5x^5 + b_4x^4 + b_3x^3 + b_2x^2 + b_1x^1 + b_0 = [x^6\, m(x)] \bmod g(x)$$

3.6.3.3.5.5 Ces symboles de contrôle RS à 8 bits doivent être ajoutés à la suite des données d'application. Chaque symbole de contrôle RS à 8 bits doit être transmis de b_0 à b_5 en commençant par le bit de poids fort, autrement dit, le premier bit de la FEC des données d'application transmis à l'embrouilleur doit être le bit de poids fort b_0 et le dernier bit de la FEC transmis à l'embrouilleur doit être le bit de poids faible b_5.

Note 1.— Ce code de RS permet de corriger jusqu'à trois erreurs sur les symboles.

Note 2.— L'ordre des symboles de contrôle RS à 8 bits de la FEC des données d'application transmis est différent de celui de la VDL2. En outre, dans la VDL mode 2, les symboles de contrôle RS sont transmis en commençant par le bit de poids faible.

Note 3.— On trouvera au Supplément D, § 7.15, des exemples de codage de FEC de données d'application.

Tableau B-126. Format des blocs-messages GBAS

Elément	Bits
En-tête de bloc	48
Message	jusqu'à 1 696
Code CRC	32

Tableau B-127. Format de l'entête de bloc-message

Champ de données	Bits
Identificateur de bloc-message	8
Identificateur GBAS	24
Identificateur de type de message	8
Longueur du message	8

3.6.3.3.6 *Embrouillage des bits*

3.6.3.3.6.1 La sortie d'un embrouilleur à pseudobruit composé d'un registre générateur de 15 étages doit être mise en fonction OU exclusif avec les données de rafale débutant par le SSID et finissant par la FEC des données d'application. La valeur attribuée aux bits de remplissage et leur embrouillage sont facultatifs.

Note.— Les bits de remplissage ne sont pas utilisés par le récepteur embarqué et leur valeur n'a pas d'incidence sur le système.

3.6.3.3.6.2 Les prises du registre de l'embrouilleur doivent appliquer le polynôme $1 + x + x^{15}$. Le contenu du registre doit être décalé à raison d'un décalage par bit. Son contenu initial (avant présentation du premier bit du SSID de chaque rafale) doit être 1101 0010 1011 001, le bit le plus à gauche étant présenté au premier étage de l'embrouilleur. Le premier bit de sortie de l'embrouilleur doit être échantillonné avant le premier décalage.

Note.— Un schéma de l'embrouilleur de bits figure dans le Supplément D, § 7.4.

3.6.3.4 *Format des blocs-messages*. Chaque bloc-message doit être composé d'un en-tête, du message proprement dit et d'un code de contrôle de redondance cyclique (CRC) de 32 bits. Cette structure apparaît au Tableau B-126. Tous les paramètres avec signe doivent être des nombres en complément à 2 et les autres des nombres non signés à virgule fixe. Les données doivent être conformes aux tableaux des messages figurant au § 3.6.6. Tous les champs de données des blocs doivent être transmis dans l'ordre dans ces tableaux, en commençant par le bit de poids faible.

Note.— Pour chaque représentation binaire, le bit de poids fort est à l'extrême-gauche et celui de poids faible,

à l'extrême-droite.

3.6.3.4.1 *En-tête de bloc-message*. L'en-tête du bloc-message doit être composé d'un identificateur de bloc (MBI), d'un identificateur GBAS (ID), d'un identificateur de type de message et d'un indicateur de la longueur du message (voir Tableau B-127).

Identificateur de bloc-message : mot de 8 bits indiquant à quelle fin le bloc-message GBAS peut être utilisé.

Codage : 1010 1010 = message GBAS normal

1111 1111 = message d'essai GBAS

Toutes les autres valeurs sont réservées.

Identificateur GBAS : mot de 4 caractères permettant de distinguer les sous-systèmes sol GBAS les uns des autres.

Codage : Chaque caractère est codé à l'aide des bits b_1 à b_6 de sa représentation en Alphabet international numéro 5 (IA5). Six bits sont transmis pour chaque caractère et le bit b1 est transmis en premier. Ne sont utilisés que les lettres majuscules, les chiffres et l'« espace » IA5. Le caractère le plus à droite est transmis le premier ; dans le cas de l'identificateur GBAS de 3 caractères, il s'agira de l'« espace » IA5.

Note.— L'identificateur GBAS se confond normalement avec l'indicateur d'emplacement de l'aéroport le plus proche. L'attribution des identificateurs devra être coordonnée afin d'éviter les conflits.

Identificateur de type de message : étiquette numérique précisant la teneur du message (Tableau B-63).

Longueur du message : nombre total d'octets ; comprend l'en-tête du bloc (6 octets), le message et le code CRC (4 octets).

3.6.3.4.2 *Code CRC (contrôle de redondance cyclique)*. Le code CRC des messages GBAS doit être calculé conformément au § 3.9.

3.6.3.4.2.1 La longueur du code CRC doit être k = 32 bits.

3.6.3.4.2.2 Le polynôme générateur du code CRC doit être:

$$G(x) = x^{32} + x^{31} + x^{24} + x^{22} + x^{16} + x^{14} + x^{8} + x^{7} + x^{5} + x^{3} + x + 1$$

3.6.3.4.2.3 Le champ données CRC, M(x), doit être formé comme suit :

$$M(x) = \sum_{i=1}^{n} m_i x^{n-i} + m_1 x^{n-1} + m_2 x^{n-2} + \cdots + m_n x^0$$

3.6.3.4.2.4 M(x) doit être formé à partir des 48 bits de l'en-tête de bloc-message GBAS et de tous les bits du message (dont la longueur est variable), exception faite du code CRC. L'ordre suivi doit être celui dans lequel les bits sont transmis : m_1 doit correspondre au premier bit transmis de l'en-tête de bloc-message et m_n, au dernier des (n-48) bits.

3.6.3.4.2.5 Le code CRC doit être ordonné de manière à ce que r_1 soit le premier bit transmis et r_{32}, le dernier.

3.6.4 TENEUR DES DONNEES

3.6.4.1 *Types de messages*. Les types de messages que peut transmettre le GBAS sont indiqués au Tableau B-128.

3.6.4.2 *MESSAGE DE TYPE 1 (CORRECTIONS DE PSEUDODISTANCE*)

3.6.4.2.1 Le message de type 1 doit contenir les données de correction différentielle applicables aux sources de mesure de distance GNSS individuelles (Tableau B-138). Le message doit être composé de trois parties :

a) caractéristiques du message (heure de validité, indicateur de deuxième message, nombre et type de mesures) ;

b) données à faible taux de mise à jour (paramètre de décorrélation des éphémérides, code CRC des éphémérides satellitaires et disponibilité des satellites) ;

c) blocs de mesures satellitaires.

Note 1.— La transmission des données à faible taux de mise à jour pour les sources de mesure du SBAS est facultative.

Note 2.— Tous les paramètres de ce type de message s'appliquent aux pseudodistances lissées par la porteuse sur 100 secondes.

3.6.4.2.2 Chaque message de type 1 doit contenir le paramètre de décorrélation des éphémérides, le code CRC des éphémérides et les paramètres relatifs à la durée de disponibilité d'une source de mesure de distance satellitaire donnée. Ces informations doivent s'appliquer à la première source de mesure de distance indiquée dans le message.

3.6.4.2.3 Les paramètres de correction de pseudodistance doivent être les suivants :

Compte Z modifié : indication de l'instant d'entrée en vigueur de tous les paramètres du message.

Codage : le compteur Z modifié est réinitialisé toutes les heures (à xx h 00), puis vingt et quarante minutes après (à xx h 20 et xx h 40), en temps GPS.

Indicateur de deuxième message : indicateur précisant si, dans une trame, l'ensemble de blocs de mesures d'un type de mesure particulier figure dans un seul message de type 1 ou dans une paire de messages liée.

Codage : 0 = tous les blocs de mesures d'un type de mesure particulier se trouvent dans un seul message de type 1

1 = premier message d'une paire liée de messages de type 1 ; ensemble, les deux messages contiennent l'ensemble des blocs de mesures d'un type de mesure particulier

2 = de réserve

3 = second message d'une paire liée de messages de type 1 ; ensemble, les deux messages contiennent l'ensemble des blocs de mesures d'un type de mesure particulier

Note.— Lorsqu'une paire liée de messages de type 1 est utilisée pour un type de mesure particulier, le nombre de mesures et les données à faible taux de mise à jour sont calculés séparément pour chacun des deux messages.

Tableau B-128. Messages de données VHF transmis par le GBAS

Identificateur de type de message	Contenu du message
0	(réservé)
1	Corrections de pseudodistance
2	Données sur le GBAS
3	Message vide
4	Données de segment d'approche finale (FAS)
5	Disponibilité prévue des sources de mesure de distance
6	(réservé)
7	(réservé aux applications nationales)
8	(réservé aux fins d'essai)
9 - 10	(de réserve)
11	Corrections de pseudodistance – pseudodistances lissées sur 30 secondes
12 - 100	(de réserve)
101	Corrections de pseudodistance GRAS
102 - 255	(de réserve)

Note.— Voir § 3.6.6 pour les formats de message.

Type de mesure : type de signal de mesure de distance à partir duquel les corrections ont été calculées.

Codage : 0 = code C/A ou CSA L1

1 = réservé

3 = réservé

4 à 7 = de réserve

Paramètre de décorrélation des éphémérides (P) : paramètre caractérisant l'incidence des erreurs résiduelles d'éphémérides dues à la décorrélation du premier bloc de mesures du message.

Dans le cas des satellites géostationnaires SBAS, le paramètre de décorrélation des éphémérides, s'il est transmis, doit être codé en une séquence formée uniquement de zéros.

Dans le cas des sous-systèmes sol GBAS qui ne diffusent pas le bloc de données supplémentaires 1 dans le message de type 2, le paramètre de décorrélation des éphémérides doit être codé en une séquence formée uniquement de zéros.

Code CRC des éphémérides : code CRC dérivé des éphémérides utilisées pour déterminer les corrections du premier bloc de mesures du message. Le code CRC des éphémérides des sources de mesure de distance de la ou des constellations satellitaires de base doit être calculé conformément au § 3.9. La longueur du code CRC doit être k = 16 bits. Le polynôme générateur du code CRC doit être:

$$G(x) = x^{16} + x^{12} + x^{5} + 1$$

Le champ données CRC, M(x), pour un satellite donné, doit être formé comme suit :

$$M(x) = \sum_{i=1}^{n} m_i x^{n-1} + m_1 x^{n-1} + m_2 x^{n-2} + \cdots + m_n x^0$$

Dans le cas des satellites GPS, M(x) doit avoir pour longueur n = 576 bits. M(x) doit être calculé à l'aide des 24 premiers bits de chacun des mots 3 à 10 des sous-trames de données 1, 2 et 3 transmises par le satellite GPS, combinés par un ET logique au masque des éphémérides du satellite (Tableau B-129). Les bits de chaque mot GPS doivent être disposés dans l'ordre inverse de celui dans lequel le satellite GPS les a transmis : m_1 doit correspondre au bit 68 de la sous-trame 1 et m_{576} doit correspondre au bit 287 de la sous-trame 3.

Note.— Dans le cas d'un satellite GPS, M(x) ne comprend pas le mot 1 (TLM) ou 2 (HOW) par lequel débute chaque sous-trame, ni les 6 bits de parité par lesquels se termine chaque mot.

Dans le cas des satellites GLONASS, M(x) doit avoir pour longueur n = 340 bits. M(x) doit être calculé à l'aide des chaînes 1, 2, 3 et 4 des données transmises par le satellite GLONASS, combinées par un ET logique au masque des éphémérides du satellite (Tableau B-130). L'ordre de transmission des bits doit être tel que m_1 corresponde au bit 85 de la chaîne 1 et m_{340} corresponde au bit 1 de la chaîne 4.

Le code CRC doit être transmis dans l'ordre r_9, r_{10}, r_{11}…, r_{16}, r_1, r_2, r_3…r_8, où r_i est le i^{eme} coefficient du reste R(x) défini dans le § 3.9.

Durée de disponibilité de la source de mesure de distance : durée prévue de la période pendant laquelle les corrections applicables à la source de mesure de distance sont censées être disponibles, par rapport au compte Z modifié associé au premier bloc de mesures.

Codage : 1111 1110 = durée supérieure ou égale à 2 540 secondes

1111 1111 = prédiction de la durée de disponibilité non assurée par le sous-système sol

Tableau B-129. Masque des éphémérides des satellites GPS

Sous-trame 1 :	Octet 1	Octet 2	Octet 3		Octet 1	Octet 2	Octet 3
Mot 3	0000 0000	0000 0000	0000 0011	Mot 4	0000 0000	0000 0000	0000 0000
Mot 5	0000 0000	0000 0000	0000 0000	Mot 6	0000 0000	0000 0000	0000 0000
Mot 7	0000 0000	0000 0000	1111 1111	Mot 8	1111 1111	1111 1111	1111 1111
Mot 9	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Mot 10	1111 1111	1111 1111	1111 1100
Sous-trame 2 :	Octet 1	Octet 2	Octet 3		Octet 1	Octet 2	Octet 3
Mot 3	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Mot 4	1111 1111	1111 1111	1111 1111
Mot 5	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Mot 6	1111 1111	1111 1111	1111 1111
Mot 7	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Mot 8	1111 1111	1111 1111	1111 1111
Mot 9	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Mot 10	1111 1111	1111 1111	0000 0000
Sous-trame 3 :	Octet 1	Octet 2	Octet 3		Octet 1	Octet 2	Octet 3
Mot 3	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Mot 4	1111 1111	1111 1111	1111 1111
Mot 5	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Mot 6	1111 1111	1111 1111	1111 1111
Mot 7	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Mot 8	1111 1111	1111 1111	1111 1111
Mot 9	1111 1111	1111 1111	1111 1111	Mot 10	1111 1111	1111 1111	1111 1100

Tableau B-130. Masque des éphémérides des satellites GLONASS

Chaîne 1 :

0 0000 0000 0000 0000 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000

Chaîne 2 :

0 0000 0000 0000 0000 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000

Chaîne 3 :

0 0000 0111 1111 1111 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111
1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000

Chaîne 4 :

0 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1100 0000 0000 0000 0000 0000
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000

3.6.4.2.4 Les paramètres relatifs aux blocs de mesures doivent être les suivants :

Identificateur de source de mesure de distance : code d'identification de la source à laquelle s'appliquent les blocs de mesures qui suivent.

Codage : 1 à 36 = identificateurs de satellite GPS (PRN)

37 = réservé

38 à 61 = identificateurs de satellite GLONASS (numéro de position du satellite plus 37)

62 à 119 = de réserve

120 à 158 = identificateurs de satellite SBAS (PRN)

159 à 255 = de réserve

Identification des données (IOD) : paramètre associé aux éphémérides utilisées pour déterminer les corrections de pseudodistance et de taux de variation de distance.

Codage : (GPS) IOD = paramètre IODE du GPS (§ 3.1.1.3.2.2)

(GLONASS) IOD = paramètre t_b du GLONASS (§ 3.2.1.3.1)

(SBAS) IOD = 1111 1111

Note.— Pour le GLONASS, insérer 0 dans le MSB de l'IOD.

Correction de pseudodistance (PRC) : donnée de correction applicable à la pseudodistance de la source de mesure de distance.

Correction du taux de variation de distance (RRC) : taux de variation de la correction de pseudodistance.

$\sigma_{pr\text{-}gnd}$: écart type de la distribution normale associée à la contribution des signaux radioélectriques à l'erreur de pseudodistance au point de référence GBAS (§ 3.6.5.5.1, 3.6.5.5.2 et 3.6.7.2.2.4).

Codage : 1111 1111 = correction de source de mesure de distance non valide.

B1 à B4 : paramètres d'intégrité associés aux corrections de pseudodistance contenues dans le même bloc de mesures. Dans le cas de la i^{eme} source de mesure de distance, il s'agit des paramètres $B_{i,1}$ à $B_{i,4}$ (§ 3.6.5.5.1.2, 3.6.5.5.2.2 et 3.6.7.2.2.4). Durant une opération continue, les indices 1 à 4 correspondent au même récepteur de référence physique pour chaque époque transmise par un sous-système sol donné, avec l'exception suivante : le récepteur de référence physique lié à l'un quelconque des indices 1 à 4 peut être remplacé par un autre récepteur de référence physique (y compris un récepteur précédemment retiré) qui n'a pas été utilisé dans une transmission au cours des 5 minutes précédentes.

Codage : 1000 0000 = le récepteur de référence n'a pas été utilisé pour calculer la correction de pseudodistance.

Note 1.— Un récepteur de référence physique est un récepteur avec une antenne situé à un emplacement fixe.

Note 2.— Certaines intégrations inertielles de bord peuvent escompter une correspondance largement statique entre les récepteurs de référence et les indices. Voir le document DO-253D, Appendice L, de la RTCA.

3.6.4.3 *MESSAGE DE TYPE 2 (données sur le GBAS)*. Le message de type 2 doit indiquer l'emplacement du point de référence GBAS auquel s'appliquent les corrections fournies par le GBAS et doit contenir d'autres données se rapportant au GBAS (Tableau B-141). Les paramètres correspondants doivent être les suivants :

Note — Des blocs de données supplémentaires peuvent être inclus dans le message de type 2. Les blocs de données supplémentaires 1 et 2 sont définis. D'autres blocs de données supplémentaires pourront être définis plus tard. Les blocs de données 2 à 255 sont de longueur variable et peuvent être ajoutés dans n'importe quel ordre à la fin du message après le bloc de données supplémentaires 1.

Récepteurs GBAS de référence : nombre de récepteurs GNSS de référence installés dans le sous-système sol GBAS considéré.

Codage : 0 = GBAS comprenant 2 récepteurs de référence

1 = GBAS comprenant 3 récepteurs de référence

2 = GBAS comprenant 4 récepteurs de référence

3 = le nombre de récepteurs GNSS de référence installés dans le sous-système sol GBAS considéré n'est pas applicable

Code alphabétique de précision au sol : lettre indiquant la précision minimale assurée par le GBAS pour la transmission des signaux (§ 3.6.7.1.1).

Codage : 0 = code de précision A

1 = code de précision B

2 = code de précision C

3 = de réserve

Indicateur GBAS de continuité-intégrité (GCID) : code numérique précisant l'état de fonctionnement GBAS.

Codage : 0 = de réserve

1 = GCID 1

2 = GCID 2

3 = GCID 3

4 = GCID 4

5 = de réserve

6 = de réserve

7 = pas en état de fonctionnement

Note 1.— Les valeurs 3 et 4 sont spécifiées afin d'assurer la compatibilité des équipements avec les GBAS futurs.

Note 2.— La valeur 7 du GCID indique que tous les services d'approche pris en charge par l'installation sol sont indisponibles.

Déclinaison magnétique : déclinaison magnétique publiée du point de référence GBAS.

Codage : Valeur positive = déclinaison est (mesurée dans le sens des aiguilles d'une montre depuis le nord vrai)

Valeur négative = déclinaison ouest (mesurée dans le sens inverse des aiguilles d'une montre depuis le nord vrai)

100 0000 0000 = les procédures d'approche de précision publiées prises en charge par ce GBAS ont pour base le relèvement vrai.

Note.— La déclinaison magnétique est choisie pour être conforme à la conception des procédures ; elle est mise à jour pendant les années d'actualisation du modèle géomagnétique.

$\sigma_{vert_iono_gradient_}$: écart type d'une distribution normale associée à l'incertitude ionosphérique résiduelle due à la décorrélation spatiale (§ 3.6.5.4).

Indice de réfraction (N_r) : indice nominal de réfraction troposphérique utilisé pour déterminer la correction troposphérique associée au sous-système sol GBAS (§ 3.6.5.3).

Codage : Ce champ est codé en complément à 2 avec un décalage de +400. Une valeur de zéro dans ce champ signifie un indice de réfraction de 400.

Hauteur d'échelle (h_0) : facteur utilisé pour déterminer la correction troposphérique et l'incertitude troposphérique résiduelle associée au sous-système sol GBAS (§ 3.6.5.3).

Coefficient d'incertitude de réfraction (σ_n) : écart type de la distribution normale associée à l'incertitude troposphérique résiduelle (§ 3.6.5.3).

Latitude : latitude du point de référence GBAS, en secondes d'arc.

Codage : Valeur positive = latitude nord

Valeur négative = latitude sud

Longitude : longitude du point de référence GBAS, en secondes d'arc.

Codage : Valeur positive = longitude est

Valeur négative = longitude ouest

Hauteur du point de référence : hauteur du point de référence GBAS par rapport à l'ellipsoïde WGS-84.

3.6.4.3.1 *Paramètres du bloc de données supplémentaires 1.* Les paramètres du bloc de données supplémentaires 1 doivent être les suivants :

Sélecteur de données de la station de référence (RSDS) : identificateur numérique servant à sélectionner le sous-système sol GBAS.

Note.— Ce RSDS est différent de tous les autres RSDS et de tous les sélecteurs de données de trajectoire de référence (RPDS) diffusés sur la même fréquence par chaque sous-système sol GBAS à l'intérieur de la région de diffusion.

Codage : 1111 1111 = service de localisation GBAS non assuré

DISTANCE UTILE MAXIMALE (D_{max}) : distance maximale (distance oblique) depuis le point de référence GBAS à l'intérieur de laquelle l'élément embarqué applique des corrections de pseudodistance.

Note.— Ce paramètre n'indique pas la distance à l'intérieur de laquelle les spécifications relatives à l'intensité du champ de diffusion des données VHF sont respectées.

Codage : 0 = aucune limite de distance

PARAMETRE DE DETECTION MANQUEE DES EPHEMERIDES GPS, SERVICE DE LOCALISATION GBAS ($K_{md_e_POS,\ GPS}$) : multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée, étant posé qu'il y a une erreur d'éphémérides dans un satellite GPS, et servant à calculer la limite d'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour le service de localisation GBAS.

Dans les sous-systèmes sol GBAS qui ne diffusent pas de corrections pour les sources de mesure de distance GPS ou qui n'assurent pas le service de localisation GBAS, ce paramètre doit être codé en une séquence formée uniquement de zéros.

PARAMETRE DE DETECTION MANQUEE DES EPHEMERIDES GPS, *types de services d'approche GBAS A, B et C* ($K_{md_e_POS,\ GPS}$) : multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée, étant posé qu'il y a une erreur d'éphémérides dans un satellite GPS, et servant à calculer la limite d'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour les types de services d'approche GBAS (GAST) A, B et C.

Dans les sous-systèmes sol GBAS qui ne diffusent pas de corrections pour les sources de mesure de distance GPS, ce paramètre doit être codé en une séquence formée uniquement de zéros.

PARAMETRE DE DETECTION MANQUEE DES EPHEMERIDES GLONASS, service de localisation GBAS ($K_{md_e_POS,GLONASS}$) : multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée, étant posé qu'il y a une erreur d'éphémérides dans un satellite GLONASS, et servant à calculer la limite d'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour le service de localisation GBAS.

Dans les sous-systèmes sol GBAS qui ne diffusent pas de corrections pour les sources de mesure de distance GLONASS ou qui n'assurent pas le service de localisation, ce paramètre doit être codé en une séquence formée uniquement de zéros.

PARAMETRE DE DETECTION MANQUEE DES EPHEMERIDES GLONASS, types de services d'approche GBAS A, B et C ($K_{md_e_GLONASS}$) : multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée, étant posé qu'il y a une erreur d'éphémérides dans un satellite GLONASS, et servant à calculer la limite d'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour les types de services d'approche GBAS, A, B et C

Dans les sous-systèmes sol GBAS qui ne diffusent pas de corrections pour les sources de mesure de distance GLONASS, ce paramètre doit être codé en une séquence formée uniquement de zéros.

3.6.4.3.2 *Blocs de données supplémentaires*. Les paramètres de chacun des blocs de données supplémentaires autres que le bloc de données supplémentaires 1 doivent être les suivants :

LONGUEUR DU BLOC DE DONNEES SUPPLEMENTAIRES : nombre d'octets du bloc de données supplémentaires, y compris les champs longueur du bloc de données supplémentaires et numéro du bloc de données supplémentaires.

NUMERO DU BLOC DE DONNEES SUPPLEMENTAIRES : identificateur numérique du type du bloc de données supplémentaires.

Codage : 0 et 1 = réservé

2 = bloc de données supplémentaires 2, stations émettrices GRAS

3 = bloc de données supplémentaires 3, paramètres du GAST D

4 = bloc de données supplémentaires 4, paramètres d'authentification VDB

5 à 255 = de réserve

PARAMETRES DES DONNEES SUPPLEMENTAIRES : ensemble de données défini conformément au numéro du bloc de données supplémentaires.

3.6.4.3.2.1 *Stations émettrices GRAS*

Les paramètres du bloc de données supplémentaires 2 incluront des données sur une ou plusieurs stations émettrices, comme suit (tableau B-131) :

Numéro de canal : numéro de canal (défini au § 3.6.5.7) associé à une station émettrice GBAS.

Note.— Dans ce champ, le numéro de canal renvoie à une fréquence et à un RSDS.

ΔLatitude : écart de latitude d'une station émettrice GBAS, mesure a partir de la latitude indiquée par le paramètre latitude d'un message de type 2.

Codage : Valeur positive = station émettrice GBAS au nord du point de référence GBAS

Valeur négative = station émettrice GBAS au sud du point de référence GBAS

*ΔLongitud*e : écart de longitude d'une station émettrice GBAS, mesure a partir de la longitude indiquée par le paramètre longitude d'un message de type 2.

Codage : Valeur positive = station émettrice GBAS à l'est du point de référence GBAS

Valeur négative = station émettrice GBAS à l'ouest du point de référence GBAS

Note.— Le supplément D, § 7.17, contient des éléments indicatifs sur le bloc de données supplémentaires 2.

Tableau B-131. Données sur les stations émettrices GRAS

Teneur des données	*Bits utilisés*	*Plage de valeurs*	*Résolution*
Numéro de canal	16	20 001 à 39 999	1
ΔLatitude	8	±25,4°	0,2°
ΔLongitude	8	±25,4°	0,2°

3.6.4.3.2.2 *Paramètres du GAST D*

Les paramètres du bloc de données supplémentaires 3 comprendront les paramètres (Tableau B-132) à utiliser lorsque le type de service actif est GAST D, comme suit :

Kmd_e_D,GLONASS ($K_{md_e_D,GLONASS}$) : multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée, étant posé qu'il y a une erreur d'éphémérides dans un satellite GLONASS, et servant à calculer la limite d'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour le GAST D. Dans les sous-systèmes sol GBAS qui ne diffusent pas de corrections pour les sources de mesure de distance GLONASS, ce paramètre doit être codé en une séquence formée uniquement de zéros.

Note.— Ce paramètre, Kmd_e_D,GLONASS, peut être différent du paramètre de décorrélation des éphémérides Kmd_e_GLONASS fourni dans le bloc de données supplémentaires 1 du message de type 2. Le Supplément D, § 7.5.6.1.2 et 7.5.6.1.3, contient des renseignements supplémentaires sur la différence entre ces paramètres.

Kmd_e_D,GPS ($K_{md_e_D,GPS}$) : multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée, étant posé qu'il y a une erreur d'éphémérides dans un satellite GPS, et servant à calculer la limite d'erreur de position due aux erreurs des éphémérides. Dans les sous-systèmes sol GBAS qui ne diffusent pas de corrections pour les sources de mesure de distance GPS, ce paramètre doit être codé en une séquence formée uniquement de zéros.

Note.— Ce paramètre, Kmd_e_D,GPS, peut être différent du paramètre de décorrélation des éphémérides Kmd_e_GPS fourni dans le bloc de données supplémentaire 1 du message de type 2. Le Supplément D, § 7.5.6.1.2 et 7.5.6.1.3, contient des renseignements supplémentaires sur la différence entre ces paramètres.

Sigma_vert_iono_gradient_D ($\sigma_{vert_iono_gradient_D}$) : écart type d'une distribution normale associée à l'incertitude ionosphérique résiduelle due à la décorrélation spatiale. Ce paramètre est utilisé par l'équipement embarqué lorsque son type de service d'approche actif est D.

Note.— Ce paramètre, Sigma_vert_iono_gradient_D, peut être différent du paramètre de décorrélation ionosphérique des éphémérides Sigma_vert_iono_gradient fourni dans le message de type 2. Le Supplément D, § 7.5.6.1.2 et 7.5.6.1.3, contient des renseignements supplémentaires sur la différence entre ces paramètres.

Y_{EIG} : valeur maximale de E_{IG} à la distance zéro du point de référence GBAS. Ce paramètre est utilisé par l'équipement embarqué lorsque son type de service d'approche actif est D.

M_{EIG} : pente de l'E_{IG} maximale par rapport à la distance du point de référence GBAS. Ce paramètre est utilisé par l'équipement embarqué lorsque son type de service d'approche actif est D.

Tableau B-132. Paramètres GAST D du bloc de données supplémentaires 3

Teneur des données	Bits utilisés	Plage de valeurs	Résolution
$K_{md_e_D,GPS}$	8	0 – 12,75	0,05

Teneur des données	Bits utilisés	Plage de valeurs	Résolution
$K_{md_e_D,GLONASS}$	8	0 – 12,75	0,05
$\sigma_{vert_iono_gradient_D}$	8	0 – 25,5 x 10^{-6} m/m	0,1 x 10^{-6} m/m
Y_{EIG}	5	0 – 3,0 m	0,1
M_{EIG}	3	0 – 0,7 m/km	0,1

3.6.4.3.2.3 *Paramètres d'authentification VDB*

Le bloc de données supplémentaires 4 comprend des informations nécessaires à la prise en charge des protocoles d'authentification VDB (Tableau B-133).

Définition du groupe de créneaux : Ce champ de 8 bits indique les créneaux qui ont été assignés à la station sol parmi les 8 créneaux A à H. Le champ est transmis en commençant par le bit de plus faible poids (LSB). Le LSB correspond au créneau A, le suivant au créneau B, et ainsi de suite. Lorsqu'il est mis à « 1 », le bit correspondant au créneau A signifie que ce créneau est assigné à la station sol. Lorsqu'il est mis à « 0 », il signifie que le créneau n'est pas assigné à la station sol.

Tableau B-133. Paramètres d'authentification VDB

Teneur des données	Bits utilisés	Plage de valeurs	Résolution
Définition du groupe de créneaux	8	—	—

3.6.4.4 *MESSAGE DE TYPE 3 — MESSAGE VIDE*

3.6.4.4.1 Le message de type 3 est un « message vide » de longueur variable, prévu pour être utilisé par les sous-systèmes sol qui prennent en charge les protocoles d'authentification (voir la section 3.6.7.4).

3.6.4.4.2 Les paramètres du message de type 3 doivent être les suivants :

Information de remplissage : suite de bits alternant entre « 0 » et « 1 », dont la longueur en octets est inférieure de 10 à la valeur figurant dans le champ longueur de message de l'en-tête du message.

3.6.4.5 *MESSAGE DE TYPE 4 (segment d'approche finale ou FAS).* Le message de type 4 doit contenir un ou plusieurs ensembles de données FAS dont chacun correspond à un type d'approche de précision donné (Tableau B-143). Chaque ensemble de données doit être constitué comme suit :

Longueur de l'ensemble de données : nombre d'octets dont se compose l'ensemble de données. L'ensemble de données comprend le champ longueur de l'ensemble de données et le bloc de données FAS correspondant, ainsi que les champs seuil d'alarme vertical FAS (FASVAL)/état d'approche et seuil d'alarme latéral FAS (FASVAL)/état d'approche.

Bloc de données FAS : ensemble de paramètres permettant d'identifier une approche et de définir la trajectoire associée.

Codage : Voir § 3.6.4.5.1 et Tableau B-134.

Note.— Le Supplément D, § 7.11, contient des éléments indicatifs sur la définition des trajectoires FAS.

FASVAL/état d'approche : valeur du paramètre FASVAL indiquée au § 3.6.5.6.

Codage : 1111 1111 = ne pas utiliser cette approche

Note.— Les Procédures pour les services de navigation aérienne — Exploitation technique des aéronefs (PANS-OPS) *(Doc 8168), Volume II, spécifient les conventions à utiliser par les concepteurs de procédures lorsqu'ils appliquent les définitions et codages des blocs de données FAS ci-dessous pour coder les procédures.*

3.6.4.5.1 *Bloc de données FAS.* Le bloc de données FAS doit contenir les paramètres qui définissent une approche GAST A, B, C ou D donnée. La trajectoire du segment d'approche finale (FAS) est une ligne dans l'espace définie par le point de seuil à l'atterrissage/point de seuil fictif (LTP/FTP), le point d'alignement de la trajectoire de vol (FPAP), la hauteur de franchissement du seuil (TCH) et l'angle de site de l'alignement de descente (GPA). Le plan horizontal local de l'approche est un plan perpendiculaire à la verticale locale passant par le point LTP/FTP (c'est-à-dire tangent à l'ellipsoïde WGS-84 au point LTP/FTP). La verticale locale de l'approche est normale par rapport à l'ellipsoïde WGS-84 au point LTP/FTP. Le point d'interception de l'alignement de descente (GPIP) est le point d'intersection de la trajectoire d'approche finale et du plan horizontal local. Ces paramètres doivent être les suivants :

Type d'opération : procédure d'approche en ligne droite ou autres types d'opération.

Codage : 0 = procédure d'approche en ligne droite

1 à 15 = de réserve

Note.— Les procédures décalées sont des approches en ligne droite et sont codées « 0 ».

Tableau B-134. Bloc de données de segment d'approche finale (FAS)

Teneur des données	Bits utilisés	Plage de valeurs	Résolution
Type d'opération	4	0 à 15	1
Identificateur de fournisseur de services SBAS	4	0 à 15	1
Identificateur d'aéroport	32	—	—
Numéro de piste	6	1 à 36	1
Lettre de piste	2	—	—
Indicateur de performance d'approche	3	0 à 7	1
Indicateur de route	5	—	—
Sélecteur de données de trajectoire de référence	8	0 à 48	1
Identificateur de trajectoire de référence	32	—	—
Latitude LTP/FTP	32	±90,0°	0,0005 seconde d'arc
Longitude LTP/FTP	32	±180,0°	0,0005 seconde d'arc
Hauteur LTP/FTP	16	-512,0 à 6 041,5 m	0,1 m
ΔLatitude FPAP	24	±1,0°	0,0005 seconde d'arc
ΔLongitude FPAP	24	±1,0°	0,0005 seconde d'arc
TCH à l'approche (Note 2)	15	0 à 1 638,35 m ou 0 à 3 276,7 ft	0,05 m ou 0,1 ft
Indicateur d'unité TCH	1	—	—
GPA	16	0 à 90,0°	0,01°
Largeur de radioalignement	8	80 à 143,75 m	0,25 m
ΔÉcart longitudinal	8	0 à 2 032 m	8 m
Code CRC du segment d'approche finale	32	—	—

Note — La donnée peut être exprimée en pieds ou en mètres, tout dépendant de l'indicateur d'unité TCH.

Identificateur de fournisseur de services SBAS : désigne le fournisseur de services associé au bloc de données FAS.

Codage : Voir Tableau B-65.

14 = bloc de données FAS utilisable seulement avec le GBAS

15 = bloc de données FAS utilisable avec n'importe quel fournisseur de services SBAS

Note.— Ce paramètre n'est pas utilisé pour les approches effectuées à l'aide des corrections de pseudodistance GBAS ou GRAS.

Identificateur d'aéroport : code de trois ou quatre lettres attribué à l'aérodrome considéré.

Codage : Chaque caractère est codé à l'aide des bits b_1 à b_6 de sa représentation en Alphabet international numéro 5 (IA5). Le bit b_1 de chaque caractère est transmis en premier et deux bits 0 sont ajoutés à la suite de b_6 de sorte que 8 bits sont transmis pour chaque caractère. Ne sont utilisés que les lettres majuscules, les chiffres et l'« espace » IA5. Le caractère le plus à droite doit être transmis le premier ; dans le cas de l'identificateur d'aéroport de 3 caractères, il s'agit de l'« espace » IA5.

Numéro de piste : numéro de la piste d'approche.

Codage : 1 à 36 = numéro de piste

Note.— Pour les opérations aux hélistations et vers un point dans l'espace, la valeur du numéro de piste correspond au nombre entier le plus proche du dixième de la valeur de l'alignement d'approche finale, sauf si ce nombre est zéro, auquel cas, le numéro de piste est 36.

Lettre de piste : lettre permettant, le cas échéant, de distinguer les pistes parallèles.

Codage : 0 = (pas de lettre)

1 = R (piste de droite)

2 = C (piste centrale)

3 = L (piste de gauche)

Indicateur de performance d'approche (APD): caractéristiques générales du type d'approche.

Codage : 0 = approche GAST A ou B

1 = GAST C

2 = GAST C et GAST D

3 = GAST C, GAST D et un type de service d'approche supplémentaire à définir dans l'avenir

4 = GAST C, GAST D et deux types de services d'approche supplémentaires à définir dans l'avenir

5 à 7 = de réserve

Note.— Certains équipements embarqués conçus pour les performances de catégorie I sont insensibles à la valeur de l'indicateur de performance d'approche (APD). Il est prévu que l'équipement embarqué conçu pour les performances de catégorie I accepte comme valides au moins les valeurs 1 à 4 de l'APD en vue de la prise en charge future de types de performances plus élevés en utilisant le même bloc de données FAS.

Indicateur de route : lettre permettant de distinguer les diverses approches s'appliquant à une même extrémité de piste.

Codage : Cet indicateur d'une lettre est codé à l'aide des bits b_1 à b_5 de sa représentation en IA5. Le bit b_1 doit être transmis en premier. Ne doivent être utilisés que les lettres majuscules (à l'exception de I et O) et l'espace IA5.

Sélecteur de données de trajectoire de référence (RPDS) : identificateur numérique permettant de sélectionner le bloc de données FAS (c'est-à-dire l'approche voulue).

Note.— Le RPDS d'un bloc de données FAS est différent de tous les autres RPDS et de tous les sélecteurs de données de station de référence (RSDS) diffusés sur la même fréquence par chaque GBAS à l'intérieur de la région de diffusion.

Identificateur de trajectoire de référence (RPI) : code de trois ou quatre caractères alphanumériques permettant de désigner sans ambiguïté la trajectoire de référence.

Codage : Chaque caractère est codé à l'aide des bits b_1 à b_6 de sa représentation en Alphabet international numéro 5 (IA5). Le bit b_1 de chaque caractère est transmis en premier et deux bits 0 sont ajoutés à la suite de b_6 de sorte que 8 bits sont transmis pour chaque caractère. Ne doivent être utilisés que les lettres majuscules, les chiffres et l'« espace » IA5. Le caractère le plus à droite doit être transmis le premier ; dans le cas de l'identificateur de trajectoire de référence à 3 caractères, il s'agit de l'« espace » IA5.

Note.— Le point de seuil à l'atterrissage/point de seuil fictif (LTP/FTP) est le point au-dessus duquel passe la trajectoire FAS à une hauteur relative déterminée par la TCH. Le point LTP se situe normalement à l'intersection du seuil et de l'axe de la piste.

Latitude LTP/FTP : latitude du point LTP/FTP, en secondes d'arc.

Codage : Valeur positive = latitude nord

Valeur négative = latitude sud

Longitude LTP/FTP : longitude du point LTP/FTP, en secondes d'arc.

Codage : Valeur positive = longitude est

Valeur négative = longitude ouest

Hauteur LTP/FTP : hauteur du point LTP/FTP au-dessus de l'ellipsoïde WGS-84.

Codage Ce champ est codé sous la forme d'un nombre non signé à virgule fixe présentant un écart par rapport à l'origine de -512 (mètres). La valeur 0 correspond à un point LTP/FTP situé à 512 m au-dessous de l'ellipsoïde terrestre.

Note.— Le FPAP est un point situé à la même hauteur que le point LTP/FTP et est utilisé pour définir l'alignement de l'approche. Le point à partir duquel sont mesurés les écarts angulaires dans le sens latéral est à 305 m (1 000 ft) au-delà du point FPAP, sur la composante latérale de la trajectoire FAS. Dans le cas d'une approche dans l'axe de la piste, le point FPAP se situe à l'extrémité de la piste ou au-delà.

Latitude ΔFPAP : écart de latitude entre les points FPAP et LTP/FTP, en secondes d'arc.

Codage : Valeur positive = point FPAP au nord du point LTP/FTP

Valeur négative = point FPAP au sud du point LTP/FTP

Longitude ΔFPAP : écart de longitude entre les points FPAP et LTP/FTP, en secondes d'arc.

Codage : Valeur positive = point FPAP à l'est du point LTP/FTP

Valeur négative = point FPAP à l'ouest du point LTP/FTP

TCH à l'approche : hauteur de la trajectoire FAS par rapport au point LTP/FTP (en pieds ou en mètres, selon l'indicateur d'unité TCH).

Indicateur d'unité TCH : donnée précisant l'unité dans laquelle est exprimée la hauteur TCH.

Codage : 0 = en pieds

1 = en mètres

Angle de site de l'alignement de descente (GPA) : angle formé par la trajectoire FAS et le plan horizontal tangent à l'ellipsoïde WGS-84 au point LTP/FTP.

Largeur de radioalignement : écart latéral par rapport à la trajectoire FAS, mesuré au point LTP/FTP auquel l'indicateur de déviation de cap atteint une déviation maximale.

Codage : Ce champ est codé sous la forme d'un nombre non signé à virgule fixe présentant un écart de 80 (mètres) par rapport à l'origine. La valeur 0 correspond à une largeur de radioalignement de 80 m au point LTP/FTP.

ΔEcart longitudinal : distance séparant le point FPAP de l'extrémité de la piste.

Codage : 1111 1111 = donnée non fournie

Code CRC du segment d'approche finale : code CRC de 32 bits ajouté à la suite de chaque bloc de données FAS afin d'assurer l'intégrité des données d'approche. Le code CRC du segment d'approche finale doit être calculé conformément au § 3.9. La longueur du code CRC doit être k = 32 bits.

Le polynôme générateur du code CRC doit être:

$$G(x) = x^{32} + x^{31} + x^{24} + x^{22} + x^{16} + x^{14} + x^{8} + x^{7} + x^{5} + x^{3} + x + 1$$

Le champ données CRC, M(x), doit être formé comme suit :

$$M(x) = \sum_{i=1}^{272} m_i x^{272-i} = m_1 x^{271} + m_2 x^{270} + \cdots + m_{272} x^{0}$$

M(x) doit être formé à partir de tous les bits du bloc de données FAS considéré, à l'exception du code CRC. Les bits doivent être disposés dans le même ordre que celui dans lequel ils ont été transmis : m_1 doit correspondre au bit de poids faible du champ type d'opération et m_{272}, au bit de poids fort du champ ΔÉcart longitudinal. Le code CRC doit être ordonné de manière à ce que r_1 soit le bit de poids faible et r_{32}, le bit de poids fort.

3.6.4.6 *MESSAGE DE TYPE 5 (disponibilité prévue des sources de mesure de distance)*. S'il est

utilisé, le message de type 5 doit contenir des données relatives à la disparition ou à l'apparition des sources de mesure de distance visibles ou sur le point de l'être. Les paramètres relatifs à la disponibilité prévue des sources de mesure de distance doivent être les suivants :

Compte Z modifié : paramètre indiquant l'instant d'entrée en vigueur des paramètres contenus dans le message.

Codage : comme pour le champ compte Z modifié du message de type 1 (§ 3.6.4.2.3)

Nombre de sources concernées : nombre de sources pour lesquelles sont fournis des paramètres de disponibilité applicables à toutes les approches.

Codage : 0 = contraintes s'appliquant aux seules approches avec obstacles spécifiées

1 à 31 = nombre de sources de mesure de distance concernées

Identificateur de source de mesure de distance : comme pour le message de type 1 (§ 3.6.4.2.4).

Analyse de la disponibilité de la source : paramètre indiquant si la source de mesure de distance va devenir disponible ou cesser de l'être.

Codage : 0 = les corrections différentielles vont bientôt cesser d'être fournies pour la source de mesure de distance considérée

1 = les corrections différentielles vont bientôt commencer à être fournies pour la source de mesure de distance considérée

Durée de disponibilité de la source : valeur minimale de la durée de disponibilité prévue de la source de mesure de distance, par rapport au compte Z modifié.

Codage : 1111111 = durée supérieure ou égale à 1 270 secondes

Nombre d'approches avec obstacles : nombre d'approches pour lesquelles les corrections doivent être réduites du fait du masquage de la constellation.

Sélecteur de données de trajectoire de référence : indicateur du bloc de données FAS auquel s'appliquent les paramètres de disponibilité de la source (§ 3.6.4.5.1).

Nombre de sources concernées pour cette approche : nombre de sources pour lesquelles est indiquée la durée de disponibilité ne concernant que l'approche considérée.

3.6.4.7 *MESSAGE DE TYPE 6*

Note.— Le message de type 6 sera utilisé ultérieurement pour fournir les données requises par les approches de précision de catégorie II ou III.

3.6.4.8 *MESSAGE DE TYPE 7*

Note.— Le message de type 7 est réservé aux applications nationales.

3.6.4.9 *MESSAGE DE TYPE 8*

Note.— Le message de type 8 est réservé aux essais effectués au niveau local ou régional.

3.6.4.10 *MESSAGE DE TYPE 101 — CORRECTIONS DE PSEUDODISTANCE GRAS* [Réservé]

3.6.4.10.1 Le message de type 101 contiendra les données de correction différentielle applicables aux sources de mesure de distance GNSS individuelles (tableau B-139). Le message se composera de trois parties :

a) caractéristiques du message (heure de validité, indicateur de deuxième message, nombre et type de mesures) ;

b) données à faible fréquence de mise à jour (paramètre de décorrélation des éphémérides, code CRC des éphémérides satellitaires et disponibilité des satellites) ;

c) blocs de mesures satellitaires.

Note.— Tous les paramètres de ce message s'appliquent aux pseudodistances lissées par la porteuse sur 100 secondes.

3.6.4.10.2 Chaque message de type 101 contiendra le paramètre de décorrélation des éphémérides, le code CRC des éphémérides et les paramètres relatifs à la durée de disponibilité d'une source de mesure de distance satellitaire donnée. Ces informations s'appliqueront à la première source de mesure de distance indiquée dans le message.

3.6.4.10.3 Les paramètres de correction de pseudodistance seront les suivants :

Compte Z modifié : défini au § 3.6.4.2.3.

Indicateur de deuxième message : même définition qu'au § 3.6.4.2.3, mais applicable aux messages de type 101.

Nombre de mesures : défini au § 3.6.4.2.3.

Paramètre de décorrélation des éphémérides (P) : défini au § 3.6.4.2.3.

Code CRC des éphémérides : défini au § 3.6.4.2.3.

Durée de disponibilité de la source de mesure de distance : défini au § 3.6.4.2.3.

Nombre de paramètres B : indication de la présence des paramètres B dans le bloc de mesures correspondant à chaque source de mesure de distance.

Codage : 0 = paramètres B non inclus

1 = 4 paramètres B par bloc de mesures

3.6.4.10.4 Les paramètres relatifs aux blocs de mesures seront les suivants :

Identificateur de source de mesure de distance : défini au § 3.6.4.2.4.

Identification des données (IOD) : défini au § 3.6.4.2.4.

Correction de pseudodistance (PRC) : défini au § 3.6.4.2.4.

Taux de correction de distance (RRC) : défini au § 3.6.4.2.4.

σ_{pr_gnd} : même définition qu'au § 3.6.4.2.4, sauf pour la plage de valeurs et la résolution.

B1 à B4 : défini au § 3.6.4.2.4.

Note.— L'inclusion des paramètres B dans le bloc de mesures est facultative pour les messages de

type 101

3.6.4.11 *MESSAGE DE TYPE 11 — CORRECTIONS DE PSEUDODISTANCE – PSEUDODISTANCES LISSÉES SUR 30 SECONDES*

3.6.4.11.1 Le message de type 11 doit contenir les données de correction différentielle applicables aux sources de mesure de distance GNSS individuelles (Tableau B-140), avec lissage de 30 secondes du code par la porteuse. Le message doit être composé de trois parties :

a) caractéristiques du message (heure de validité, indicateur de deuxième message, nombre et type de mesures) ;

b) données à faible taux de mise à jour (paramètre de décorrélation des éphémérides) ;

c) blocs de mesures satellitaires.

Note.— La transmission des données à faible taux de mise à jour pour les sources de mesure du SBAS est facultative.

3.6.4.11.2 Chaque message de type 11 doit contenir le paramètre de décorrélation des éphémérides pour une source de mesure de distance satellitaire donnée. Le paramètre de décorrélation des éphémérides doit s'appliquer à la première source de mesure de distance indiquée dans le message.

Note.— Le code CRC des éphémérides et les paramètres relatifs à la durée de disponibilité ne sont pas inclus dans le message de type 11 car ils sont fournis dans le message de type 1.

3.6.4.11.3 Les paramètres de correction de pseudodistance pour le message de type 11 doivent être les suivants :

Compte Z modifié : défini au § 3.6.4.2.3.

Indicateur de deuxième message : indicateur précisant si, dans une trame, l'ensemble de blocs de mesures d'un type de mesure particulier figure dans un seul message de type 11 ou dans une paire de messages liée.

Codage : 0 = tous les blocs de mesures d'un type de mesure particulier se trouvent dans un seul message de type 11.

1 = premier message d'une paire liée de messages de type 11 ; ensemble, les deux messages contiennent l'ensemble des blocs de mesures d'un type de mesure particulier.

2 = de réserve

3 = second message d'une paire liée de messages de type 11 ; ensemble, les deux messages contiennent l'ensemble des blocs de mesures d'un type de mesure particulier.

Nombre de mesures : nombre de blocs de mesures contenus dans le message.

Type de mesure : défini au § 3.6.4.2.3.

Paramètre de décorrélation des éphémérides D (P_D) : paramètre caractérisant l'incidence des erreurs résiduelles d'éphémérides dues à la décorrélation pour le premier bloc de mesures du message.

Note.— Ce paramètre, P_D, peut être différent du paramètre P de décorrélation des éphémérides indiqué dans le message de type 1. Le Supplément D, § 7.5.6.1.3 et 7.5.6.1.4, contient des renseignements supplémentaires sur la différence entre ces paramètres.

Dans le cas des satellites géostationnaires SBAS, le paramètre de décorrélation des éphémérides, s'il est transmis, doit être codé en une séquence formée uniquement de zéros.

3.6.4.11.4 Les paramètres des blocs de mesures doivent être les suivants :

Identificateur de source de mesure de distance : défini au § 3.6.4.2.4.

Correction de pseudodistance (PRC_{30}) : correction applicable à la pseudodistance de la source de mesure de distance basée sur un lissage de 30 secondes par la porteuse.

Taux de correction de distance (RRC_{30}) : taux de variation de la correction de pseudodistance basé sur un lissage de 30 secondes par la porteuse.

Sigma_PR_gnd_D ($\sigma_{pr_gnd_D}$) : écart type d'une distribution normale associée à la contribution des signaux électromagnétiques à l'erreur de pseudodistance dans la correction lissée sur 100 secondes du message de type 1 au point de référence GBAS (§ 3.6.5.5.1 et 3.6.7.2.2.4).

Note.— Le paramètre $\sigma_{pr_gnd_D}$ est différent de σ_{pr_gnd} pour les mesures correspondantes dans le message de type 1 en ce sens que $\sigma_{pr_gnd_D}$ ne devrait inclure aucune inflation pour tenir compte de la surdélimitation des erreurs ionosphériques décorrélées.

Codage : 1111 1111 = correction de source de mesure de distance non valide.

Sigma_PR_gnd_30s ($\sigma_{pr_gnd_30}$): écart type de la distribution normale qui décrit la précision nominale de la pseudodistance corrigée, lissée avec une constante de temps de 30 secondes au point de référence GBAS.

Note.— La distribution normale N(0, $\sigma_{pr_gnd_30}$) entend être une description appropriée des erreurs à utiliser pour l'optimisation de la pondération utilisée dans la solution de position calculée à l'aide de la méthode des moindres carrés pondérés. Il n'est pas nécessaire que la distribution borne les erreurs comme il est décrit dans les § 3.6.5.5.1 et 3.6.7.2.2.4.

Codage : 1111 1111 = correction de source de mesure de distance non valide.

3.6.5 DEFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNEES

Note.— 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.

3.6.5.1 *Pseudodistance mesurée et lissée par la porteuse*. La correction diffusée s'applique aux mesures de pseudodistance de code lissées par la porteuse auxquelles n'ont pas été appliquées les corrections des effets troposphériques et ionosphériques diffusées par satellite. Le lissage par la porteuse est défini par le filtre suivant :

$$P_{CSC_n} = \alpha P + (1-\alpha)(P_{CSC_{n-1}} + \frac{\lambda}{2\pi}(\phi_n - \phi_{n-1})$$

où :

P_{CSCn} = pseudodistance lissée

P_{CSCn-1} = pseudodistance lissée précédente

P = pseudodistance mesurée brute, cette mesure étant obtenue au moyen d'une boucle de code commandée par la porteuse, de premier ordre ou d'un ordre supérieur, et avec une largeur de bande unilatérale de bruit supérieure ou égale à 0,125 Hz.

λ = longueur d'onde L1

Φ_n = phase de la porteuse

Φ_{n-1} = phase précédente de la porteuse

α = coefficient de pondération, obtenu par division du pas d'échantillonnage par la constante de temps de lissage. Pour les corrections des pseudodistances GBAS dans le message de type 1 et le message de type 101, la constante de temps de lissage est de 100 (secondes), sauf disposition contraire du § 3.6.8.3.5.1 pour l'équipement embarqué. Pour les corrections de pseudodistance GBAS dans le message de type 11, la constante de temps de lissage est de 30 secondes.

3.6.5.2 *Pseudodistance corrigée*. Pour un satellite donné, la pseudodistance corrigée est, à l'instant t :

$$PR_{corrigée} = P_{CSC} + PRC + RRC \times (t - tz - count) + TC + c \times (\Delta t_{sv})_{L1}$$

où :

P_{CSC} = pseudodistance lissée (définie au § 3.6.5.1)

PRC = correction de pseudodistance à partir du message approprié

a) pour les pseudodistances lissées sur 100 secondes, la PRC est tirée du message de type 1 ou de type 101 défini au § 3.6.4.2 ;

b) pour les pseudodistances lissées sur 30 secondes, la PRC est PRC30 tirée du message de type 11 défini au § 3.6.4.11.

RRC = taux de variation de la correction de pseudodistance à partir du message approprié

a) pour les pseudodistances lissées sur 100 secondes, le RRC est tiré du message de type 1 ou de type 101 défini au § 3.6.4.2 ;

b) pour les pseudodistances lissées sur 30 secondes, le RRC est RRC30 tiré du message de type 11 défini au § 3.6.4.11.

t = heure courante

tz-count = instant d'entrée en vigueur dérivé du compte Z modifié du message contenant la PRC et le RRC

TC = correction des effets troposphériques (définie au § 3.6.5.3)

c et $(\Delta t_{sv})_{L1}$ ont la signification donnée au § 3.1.2.2 pour les satellites du GPS.

3.6.5.3 *RETARD TROPOSPHERIQUE*

3.6.5.3.1 Pour un satellite donné, la correction des effets troposphériques est :

$$\mathrm{TC} = N_r h_0 \frac{10^{-6}}{\sqrt{0{,}002 + sin^2(El_i)}} (1 - e^{-\Delta h / h_0})$$

où :

N_r = indice de réfraction fourni par le message de type 2 (§ 3.6.4.3)

Δh = hauteur de l'aéronef au-dessus du point de référence GBAS

El_i = angle de site du i^{eme} satellite

h_0 = hauteur d'échelle pour la réfraction troposphérique (donnée fournie par le message de type 2)

3.6.5.3.2 L'incertitude troposphérique résiduelle est :

$$\sigma_{tropo} = \sigma_n h_0 \frac{10^{-6}}{\sqrt{0{,}002 + sin^2(El_i)}} (1 - e^{-\Delta h / h_0})$$

où :

σ_n = le coefficient d'incertitude fourni par le message de type 2 (§ 3.6.4.3)

3.6.5.4 *Incertitude ionosphérique résiduelle*. L'incertitude ionosphérique résiduelle d'un satellite donné est :

$$\sigma_{\mathrm{iono}} = \mathrm{F_{pp}} \times \sigma_{\mathrm{vig}} \times (\mathrm{X_{air}} + 2 \times \tau \times \mathrm{V_{air}})$$

où :

F_{pp} = facteur d'obliquité, de la verticale à l'oblique, d'un satellite donné (§ 3.5.5.5.2)

σ_{vig} = dépend du GAST actif :

pour GAST A, B ou C, $\sigma_{vig} = \sigma_{vert_iono_gradient}$ (défini au § 3.6.4.3) ;

pour GAST D, $\sigma_{vig} = \sigma_{vert_iono_gradient_D}$ (défini au § 3.6.4.3.2.2).

X_{air} = distance (oblique) en mètres entre l'emplacement actuel de l'aéronef et le point de référence GBAS indiqué dans le message de type 2

τ = dépend du GAST actif :

pour GAST A, B ou C, τ = 100 secondes (constante de temps utilisée au § 3.6.5.1) ;

pour GAST D, la valeur de τ varie selon que σ_{iono} est appliqué dans la pondération des mesures ou dans la délimitation de l'intégrité. τ =100 secondes lorsque σ_{iono} est utilisé pour la délimitation de l'intégrité (§ 3.6.5.5.1.1.1) et τ =30 secondes lorsque σ_{iono} est utilisé pour la pondération des mesures (§ 3.6.5.5.1.1.2).

V_{air} = vitesse d'approche horizontale de l'aéronef (mètres par seconde)

3.6.5.5 *NIVEAUX DE PROTECTION*

3.6.5.5.1 *Niveaux de protection pour tous les types de services d'approche GBAS* Les niveaux de protection vertical (VPL) et latéral (LPL) des signaux électromagnétiques sont les limites de fiabilité supérieures relatives à l'erreur de position par rapport au point de référence GBAS défini par :

$$VPL = MAX\{VPL_{HO}, VPL_{H1}\}$$

$$LPL = MAX\{LPL_{HO}, LPL_{H1}\}$$

3.6.5.5.1.1 *Conditions de mesure normales*

3.6.5.5.1.1.1 Dans l'hypothèse où tous les récepteurs de référence et toutes les sources de mesure de distance effectuent leurs mesures dans des conditions normales (sans défaillance), le niveau de protection vertical (VPL_{H0}) et le niveau de protection latéral (LPL_{H0}) peuvent se calculer comme suit :

$$VPL_{H0} = K_{ffmd}\, \sigma_{vert} + D_V$$

$$LPL_{H0} = K_{ffmd}\, \sigma_{lat} + D_L$$

et

$$\sigma_{vert} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} s_vert_i^2 \times \sigma_i^2}$$

$$\sigma_{lat} = \sqrt{\sum_{i=1}^{N} s_lat_i^2 \times \sigma_i^2}$$

$$\sigma^2_i = \sigma^2_{pr_gnd,i} + \sigma^2_{tropo,i} + \sigma^2_{pr_air,i} + \sigma^2_{iono,i};$$

et

$\sigma_{pr_gnd,i}$ dépend du GAST actif :

pour GAST A, B ou C : $\sigma_{pr_gnd,i} = \sigma_{pr_gnd}$ pour la i^{eme} source de mesure de distance définie au § 3.6.4.2 ;

pour GAST D : $\sigma_{pr_gnd,i} = \sigma_{pr_gnd_D}$ pour la i^{eme} source de mesure de distance définie au § 3.6.4.11 ;

$\sigma^2_{tropo,i}$, $\sigma^2_{pr_air,i}$ et $\sigma^2_{iono,i}$ sont définis au § 3.6.5.5.1.1.2 ;

K_{ffmd} = multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée dans les conditions normales

$S_vert_i = s_{v,i} + s_{x,i} \times tg\ (GPA)$

$s_lat_i = s_{y,i}$

$s_{x,i}$ = dérivation partielle de l'erreur de position dans l'axe des x par rapport à l'erreur de pseudodistance sur le i^{eme} satellite

$s_{y,i}$ = dérivation partielle de l'erreur de position dans l'axe des y par rapport à l'erreur de pseudodistance sur le i^{eme} satellite

$s_{v,i}$ = dérivation partielle de l'erreur de position dans l'axe vertical par rapport à l'erreur de pseudodistance sur le i^{eme} satellite

GPA = angle de site de l'alignement de descente pour la trajectoire d'approche finale (§ 3.6.4.5.1)

N = nombre de sources de mesure de distance utilisées pour le calcul de la position

i = indice de source de mesure de distance pour les sources de mesure de distance utilisées pour le calcul de la position

D_V = paramètre déterminé à bord selon le GAST actif :

pour GAST A, B ou C : $D_V = 0$;

pour GAST D : D_V est calculé comme étant l'amplitude de la projection verticale de la différence entre les solutions de position 30 et 100 s.

D_L = paramètre déterminé à bord selon le GAST actif :

pour GAST A, B ou C : $D_L = 0$;

pour GAST D : D_L est calculé comme étant l'amplitude de la projection latérale de la différence entre les solutions de position 30 et 100 s.

Note 1.— Les solutions de position 30 et 100 s, D_V et D_L, déterminées à bord sont définies dans les MOPS DO-253D de la RTCA.

Note 2.— Dans le système de coordonnées de référence, x désigne l'axe longitudinal orienté positivement vers l'avant, y désigne l'axe transversal orienté positivement vers la gauche dans le plan tangent au niveau local et v, l'axe perpendiculaire aux deux premiers et orienté positivement vers le haut.

3.6.5.5.1.1.2 Le calcul de la position d'après la méthode générale des moindres carrés fait appel à la matrice de projection S suivante :

$$S \equiv \begin{bmatrix} S_{x,1} & S_{x,2} & \cdots & S_{x,N} \\ S_{y,1} & S_{y,2} & \cdots & S_{y,N} \\ S_{v,1} & S_{v,2} & \cdots & S_{v,N} \\ S_{t,1} & S_{t.2} & \cdots & S_{t,N} \end{bmatrix} = (G^T \times W \times G)^{-1} \times G^T \times W$$

où :

G_i = [-cos El_i cos Az_i - cos El_i sin Az_i - sin El_i 1] = i^{eme} ligne de G

$$W = \begin{bmatrix} \sigma_{w,1}^2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma_{w,2}^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma_{w,N}^2 \end{bmatrix}^{-1}$$

où $\sigma^2_{w,i} = \sigma^2_{pr_gnd,i} + \sigma^2_{tropo,i} + \sigma 2_{pr_air,i} + \sigma^2_{iono,i}$;

où:

$\sigma_{pr_gnd,i}$ = dépend du GAST actif :

pour GAST A, B ou C ou le service de localisation GBAS : $\sigma_{pr_gnd,i}$ = paramètre σ_{pr_gnd} pour la i^{eme} source de mesure de distance définie au (§ 3.6.4.2) ;

pour GAST D : $\sigma_{pr_gnd,i} = \sigma_{pr_gnd_30}$ pour la i^{eme} source de mesure de distance (§ 3.6.4.11).

$\sigma_{tropo,i}$ = incertitude troposphérique résiduelle pour la i^{eme} source de mesure de distance (§ 3.6.5.3)

$\sigma_{iono,i}$ = incertitude résiduelle du retard ionosphérique (imputable à la décorrélation spatiale) pour la i^{eme} source de mesure de distance (§ 3.6.5.4).

$\sigma_{pr_air,i} = \sqrt{\sigma^2_{récepteur}(El_i) + \sigma^2_{trajets\ multiples}(El_i)}$ écart type de la contribution de l'aéronef à l'erreur de pseudodistance corrigée pour la ie source de mesure de distance. La contribution totale de l'aéronef comprend la contribution du récepteur (§ 3.6.8.2.1) et une marge type pour les trajets multiples provenant de la cellule de l'aéronef.

où :

$\sigma_{\text{trajets multiples}}(El_i)$ = 0,13 + $0{,}53e^{-El_i/10\,deg}$, modèle type de la contribution des trajets multiples provenant de la cellule de l'aéronef (en mètres)

El_i = angle de site pour la i^{ème} source de mesure de distance (en degrés)

Az_i = azimut pour la i^{ème} source de mesure de distance mesuré dans le sens contraire des aiguilles d'une montre pour l'axe des x (en degrés)

Note.— Afin de rendre l'équation plus lisible, l'indice i a été supprimé.

3.6.5.5.1.2 *Conditions de mesure dégradées*. Quand le message de type 101 diffusé ne contient pas de blocs de paramètres B, les valeurs du niveau de protection vertical (VPL_{H1}) et du niveau de protection latéral (LPL_{H1}) sont égales à zéro. Dans l'hypothèse où un et un seul récepteur de référence est le siège d'une panne latente, le VPL_{H1} et le LPL_{H1} sont donnés par l'équation suivante :

$$VPL_{H1} = \max [VPL_j] + D_V$$

$$LPL_{H1} = \max [LPL_j] + D_L$$

où VPL_j et LPL_j pour j = 1 à 4 sont donnés par les équations :

$VPL_j = | B_vert_j | + K_{md}\ \sigma_{vert,H1}$

$LPL_j = | B_lat_j | + K_{md}\ \sigma_{lat,H1}$

D_V = paramètre déterminé à bord et dépendant du GAST actif (§ 3.6.5.5.1.1.1)

D_L = paramètre déterminé à bord et dépendant du GAST actif (§ 3.6.5.5.1.1.1)

et

$$\mathrm{B_vert_j} = \sum_{i=1}^{N}(\mathrm{s_vert_i} \times \mathrm{B_{i,j}});$$

$$\mathrm{B_lat_j} = \sum_{i=1}^{N}(\mathrm{s_lat_i} \times \mathrm{B_{i,j}});$$

$B_{i,j}$ = écart entre les corrections de pseudodistance transmises et les corrections obtenues sans tenir compte de la mesure effectuée par le j^{eme} récepteur de référence, pour la i^{eme} source de mesure de distance ;

K_{md} = multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée, sachant que le sous-système sol est défaillant

$$\sigma_{vert,H1}^2 = \sum_{i=1}^{N}(s_vert_i^2 \times \sigma_H1_i^2);$$

$$\sigma_{lat,H1}^2 = \sum_{i=1}^{N} (s_lat_i^2 \times \sigma_H1_i^2);$$

$$\sigma_H1_i^2 = \left(\frac{M_i}{U_i}\right)\sigma_{pr_gnd,i}^2 + \sigma_{p_air,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2$$

$\sigma^2_{tropo,i}$, $\sigma^2_{p_air,i}$ et $\sigma^2_{iono,i}$ sont définis au § 3.6.5.5.1.1.2 ;

M_i = nombre de récepteurs de référence utilisés pour calculer les corrections de pseudodistance pour la i^{eme} source de mesure de distance (indiquée par les valeurs B).

U_i = nombre de récepteurs de référence utilisés pour calculer les corrections de pseudodistance pour la i^{eme} source de mesure de distance, à l'exclusion du j^{eme} récepteur de référence.

Note.— Le terme « panne latente » inclut toute mesure erronée non immédiatement détectée par le sous-système sol, entachant les données transmises et entraînant une erreur de position dans le sous-système embarqué.

3.6.5.5.1.3 *Définition des multiplicateurs K pour les services d'approche GBAS.* Les multiplicateurs sont donnés par le Tableau B-135.

Tableau B-135 Multiplicateurs K pour les services d'approche GBAS

Multiplicateur	M_i			
	1(Note)	2	3	4
K_{ffmd}	6,86	5,762	5,81	5,847
K_{md}	Non utilisé	2,935	2,898	2,878

Note.— S'applique au GAST A avec messages de type 101 sans bloc de paramètres B.

3.6.5.5.2 *Service de localisation GBAS*. Le niveau de protection horizontal (HPL) des signaux électromagnétiques est une limite supérieure de fiabilité relative à l'erreur de position horizontale par rapport au point de référence GBAS défini par :

$$HPL = MAX\{HPL_{H0}, HPL_{H1}, HEB\}$$

3.6.5.5.2.1 *Conditions de mesure normales*. Dans l'hypothèse où tous les récepteurs de référence et toutes les sources de mesure de distance effectuent leurs mesures dans des conditions normales (sans défaillance), le niveau de protection horizontal (HPLH0) se calcule comme suit :

$$HPL_{H0} = K_{ffmd,POS} \times d_{major}$$

où :

$$d_{major} = \sqrt{\frac{d_x^2+d_y^2}{2} + \sqrt{(\frac{d_x^2+d_y^2}{2})^2 + d_{xy}^2}}$$

$$d_x^2 = \sum_{i=1}^{N} s_{x,i}^2 \sigma_i^2$$

$$d_y^2 = \sum_{i=1}^{N} s_{y,i}^2 \sigma_i^2$$

$$d_{xy} = \sum_{i=1}^{N} s_{x,i} s_{y,i} \sigma_i^2$$

$s_{x,i}$ = dérivation partielle de l'erreur de position dans l'axe des x par rapport à l'erreur de pseudodistance sur le i^eme satellite

$s_{y,i}$ = dérivation partielle de l'erreur de position dans l'axe des y par rapport à l'erreur de pseudodistance sur le i^eme satellite

$K_{ffmd,POS}$ = multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée dans les conditions normales

N = nombre de sources de mesure de distance utilisées pour le calcul de la position

i = indice de source de mesure de distance pour les sources de mesure de distance utilisées pour le calcul de la position

Note.— Dans le service de localisation GBAS, les axes x et y définissent une base orthogonale arbitraire dans le plan horizontal.

3.6.5.5.2.2 *Conditions de mesure dégradées*. Quand le message de type 101 diffusé ne contient pas de blocs de paramètres B, la valeur du niveau de protection horizontal (HPL_{H1}) doit être égale à zéro. Dans l'hypothèse où un et un seul récepteur de référence est le siège d'une panne latente, le HPL_{H1} est donné par l'équation suivante :

$$HPL_{H1} = \max [HPL_j]$$

où HPL_j lorsque j = de 1 à 4, est :

$$HPLj = |B_horz_j| + K_{md_POS} \times d_{major,H1}$$

et

$$B_horz_j = \sqrt{(\sum_{i=1}^{N} S_{x,i}B_{i,j})^2(\sum_{i=1}^{N} S_{y,i}B_{i,j})^2}$$

$B_{i,j}$ = écart entre les corrections de pseudodistance diffusées et les corrections obtenues sans tenir compte de la mesure effectuée par le j^ème récepteur de référence, pour la i^ème source de mesure de distance

K_{md_POS} = multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée, sachant que le sous-système sol est défaillant

$$d_{major,H1} = \sqrt{\frac{d_H1_x^2 + d_H1_y^2}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_H1_x^2 + d_H1_y^2}{2}\right)^2 + d_H1_{xy}^2}}$$

$$d_H1_x^2 = \sum_{i=1}^{N} s_{x,i}^2 \sigma_H1_i^2$$

$$d_H1_y^2 = \sum_{i=1}^{N} s_{y,i}^2 \sigma_H1_i^2$$

$$d_H1_{xy} = \sum_{i=1}^{N} s_{x,i} s_{y,i} \sigma_H1_i^2$$

Note.— Dans le service de localisation GBAS, les axes x et y définissent une base orthogonale arbitraire dans le plan horizontal.

$$\sigma_H1_i^2 = \left(\frac{M_i}{U_i}\right) \sigma_{pr_gnd,i}^2 + \sigma_{p_air,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2$$

M_i = nombre de récepteurs de référence utilisés pour calculer les corrections de pseudodistance pour la i^{eme} source de mesure de distance (indiquée par les valeurs B).

U_i = nombre de récepteurs de référence utilisés pour calculer les corrections de pseudodistance pour la i^{eme} source de mesure de distance, à l'exclusion du j^{eme} récepteur de référence.

Note.— Le terme « panne latente » inclut toute mesure erronée non immédiatement détectée par le sous-système sol, entachant les données transmises et entraînant une erreur de position dans le sous-système embarqué.

3.6.5.5.2.3 *Définition des multiplicateurs K pour le service de localisation GBAS*. Le multiplicateur K_{ffmd_POS} est égal à 10,0 et le multiplicateur K_{md_POS} est égal à 5,3.

3.6.5.6 *SEUILS D'ALARME*

Note 1.— Le Supplément D, § 7.13, contient des éléments indicatifs sur le calcul des seuils d'alarme, y compris pour les approches associées aux numéros de canal 40 000 à 99 999.

Note 2. — Le calcul des seuils d'alarme dépend du type de service actif. 3.6.5.6.1

3.6.5.6.1 *Seuils d'alarme pour GAST C et D*. Les seuils d'alarme sont définis aux Tableaux B-136 et B- 137. Pour les positions de l'aéronef auxquelles l'écart latéral dépasse de deux fois la valeur à laquelle l'indicateur de déviation de cap (CDI) atteint une déviation latérale maximale, ou auxquelles l'écart vertical dépasse de deux fois la valeur à laquelle le CDI atteint une déviation de descente maximale, les seuils d'alarme latéral et vertical sont réglés aux valeurs maximales indiquées dans les tableaux.

3.6.5.6.2 *Seuils d'alarme pour GAST A et B*. Les seuils d'alarme sont égaux aux paramètres FASLAL et FASVAL tirés du message de type 4 pour les approches associées aux numéros de canal 20 001 à 39 999. Pour les approches associées aux numéros de canal 40 000 à 99 999, les seuils d'alarme sont mémorisés dans une base de données embarquée.

3.6.5.7 *Numéro de canal*. Chaque approche GBAS transmise par le sous-système sol est associée à un numéro de canal allant de 20 001 à 39 999. S'il est fourni, le service de localisation GBAS est associé à un numéro de canal différent allant de 20 001 à 39 999. Ce numéro se calcule comme suit :

$$\text{Numéro de canal} = 20\,000 + 40(F - 108{,}0) + 411(S)$$

où :

F = fréquence d'émission des données (MHz) ;

S = RPDS ou RSDS

RPDS = sélecteur de données de trajectoire de référence pour le bloc de données FAS considéré (défini au § 3.6.4.5.1) ;

RSDS = sélecteur de données de la station de référence du sous-système sol GBAS (défini au § 3.6.4.3.1)

Pour les numéros de canal transmis dans le bloc de données supplémentaires 2 d'un message de type 2 (défini au § 3.6.4.3.2.1), seul le RSDS est utilisé.

Note 1.— Quand les données FAS ne sont pas transmises pour une approche prise en charge par GAST A ou B, l'approche GBAS est associée à un numéro de canal allant de 40 000 à 99 999.

Note 2.— Le Supplément D, § 7.7, contient des éléments indicatifs sur la sélection du numéro de canal.

Tableau B-136. Seuil d'alarme latéral pour GAST C et D

Distance horizontale entre la position de l'aéronef et le point LTP/FTP projeté sur la trajectoire d'approche finale (en mètres)	Seuil d'alarme latéral (mètres)
D £ 873	FASLAL
873 < D £ 7 500	0,0044D (m) + FASLAL - 3,85
D > 7 500	FASLAL + 29,15

Tableau B-137. Seuil d'alarme vertical pour GAST C et D

Distance horizontale entre la position de l'aéronef et le point LTP/FTP projeté sur la trajectoire d'approche finale (en pieds)	Seuil d'alarme latéral (mètres)
H £ 200	FASVAL
200 < H £ 1 340	0,02925H (ft) + FASVAL - 5,85
H > 1 340	FASVAL + 33,35

3.6.5.8 *LIMITES DE L'ERREUR DE POSITION DUE AUX ERREURS DES EPHEMERIDES*

Note.— Les limites de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides ne sont déterminées que pour les sources de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base utilisées dans la solution de position (indice j) ; elles ne le sont pas pour d'autres types de sources de mesure de distance (satellites SBAS ou pseudolites) qui ne sont pas vulnérables aux défaillances non détectées des éphémérides. Cependant les données utilisées pour calculer ces limites proviennent de toutes les sources de mesure de distance intervenant dans la solution de position (indice i).

3.6.5.8.1 *Approche GBAS*. Les limites verticale et latérale de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides se définissent comme suit :

$$VEB = MAX_j\{VEB_j\} + D_V$$

$$LEB = MAX_j\{LEB_j\} + D_L$$

Les limites verticale et latérale de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour la j^eme^ source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base utilisée dans la solution de position sont données par les équations suivantes :

$$VEB_j = |s_vert_j| x_{air} P_{ej} + K_{md_ej} \sqrt{\sum_{i=1}^{N} s_vert_i^2 \times \sigma_i^2}$$

$$LEB_j = |s_lat_j| x_{air} P_{ej} + K_{md_ej} \sqrt{\sum_{i=1}^{N} s_lat_i^2 \times \sigma_i^2}$$

où :

D_V = paramètre déterminé à bord et dépendant du GAST actif (§ 3.6.5.5.1.1.1)

D_L = paramètre déterminé à bord et dépendant du GAST actif (§ 3.6.5.5.1.1.1)

$s_vert_{i \text{ ou } j}$ = (défini au § 3.6.5.5.1.1)

$s_lat_{i\ ou\ j}$ = (défini au § 3.6.5.5.1.1)

x_{air} = (défini au § 3.6.5.4)

N = nombre de sources de mesure de distance utilisées dans la solution de position

σ_i = (défini au § 3.6.5.5.1.1)

P_{ej} = paramètre de décorrélation des éphémérides diffusé pour la j^{eme} source de mesure de distance. La source de ce paramètre dépend du type de service d'approche GBAS actif :

GAST A, B ou C : P_{ej}= P du message de type 1 ou de type 101 correspondant à la j^{eme} source de mesure de distance (§ 3.6.4.2.3) ;

GAST D : P_{ej}= P_D du message de type 11 correspondant à la j^{eme} source de mesure de distance (§ 3.6.4.11.3).

$K_{md_e_j}$ = multiplicateur de détection manquée des éphémérides diffusé pour GAST A-C associé à la constellation satellitaire de la j^{eme} source de mesure de distance. La source de ce paramètre dépend du type de service d'approche GBAS actif :

GAST A, B ou C : $K_{md_e,j}$ = $K_{md_e,GPS}$ ou $K_{md_e,GLONASS}$ obtenu du bloc de données supplémentaires 1 du message de type 2 (§ 3.6.4.3.1) ;

GAST D : $K_{md_e,j}$ = $K_{md_e_D,GPS}$ ou $K_{md_e_D,GLONASS}$ sont tirés du bloc de données supplémentaires 3 du message de type 2 (§ 3.6.4.3.2.2).

3.6.5.8.2 *Service de localisation GBAS*. La limite horizontale de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides se définit comme suit :

$$HEB = MAX_j \{HEB_j\}$$

La limite horizontale de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour la j^{eme} source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base utilisée dans la solution de position est donnée par l'équation suivante :

$$HEB_j = |s_{horz,j}| x_{air} P_j + K_{md_e_POS} d_{major}$$

où :

$S^2_{horz,j}$ = $S^2_{xj} + S^2_{yj}$

s_{xj} = défini au § 3.6.5.5.2.1

s_{yj} = défini au § 3.6.5.5.2.1

x_{air} = défini au § 3.6.5.4

P_j = paramètre de décorrélation des éphémérides diffusé pour la $j^{ème}$ source de mesure de distance. La source de ce paramètre ne dépend pas du type de service d'approche GBAS actif. Dans tous les cas P_j = P du message de type 1 ou de type 101 (§ 3.6.4.2.3) correspondant à la $j^{ème}$ source de mesure de distance.

$K_{md_e_POS}$ = multiplicateur de détection manquée des éphémérides diffusé pour le service de localisation GBAS, associé à la constellation satellitaire de la j^{eme} source de mesure de distance ($K_{md_e_POS,GPS}$ ou $K_{md_e_POS,GLONASS}$)

d_{major} = (défini au § 3.6.5.5.2.1)

3.6.5.9 *Erreur de gradient ionosphérique*

L'erreur maximale de pseudodistance corrigée lissée sur 30 secondes et non détectée, due à un gradient ionosphérique (E_{IG}), est calculée sur la base des paramètres diffusés Y_{EIG} et M_{EIG}, comme suit :

$$E_{IG} = Y_{EIG} + M_{EIG} \times D_{EIG}$$

où :

Y_{EIG} = valeur maximale de E_{IG} (mètres) dans le message de type 2 ;

M_{EIG} = pente de la valeur maximale E_{IG} (m/km) dans le message de type 2 ;

D_{EIG} = distance en kilomètres entre l'emplacement du LTP pour l'approche choisie diffusée dans le message de type 4 et le point de référence GBAS dans le message de type 2.

3.6.6 *TABLEAUX DE MESSAGES*

Chaque message GBAS doit être codé conformément au format correspondant défini dans les Tableaux B-138 à B-144.

Note.— La structure du type de message figure au § 3.6.4.1.

Tableau B-138. Message de type 1 — Corrections de pseudodistance

Teneur des données	*Bits utilisés*	*Plage de valeurs*	*Résolution*
Compte Z modifié	14	0 à 1 199,9 s	0,1 s
Indicateur de deuxième message	2	0 à 3	1
Nombre de mesures (N)	5	0 à 18	1
Type de mesure	3	0 à 7	1
Paramètre de décorrélation des éphémérides (P)	8	0 à 1,275 x 10^{-3} m/m	5 x 10^{-6} m/m
Code CRC des éphémérides	16	—	—
Durée de disponibilité de la source	8	0 à 2 540 s	10 s
Pour N blocs de mesures :			
Identificateur de source de mesure de distance	8	1 à 255	1
Identification des données (IOD)	8	0 à 255	1
Correction de pseudodistance (PRC)	16	±327,67 m	0,01 m
Taux de correction de distance (RRC)	16	±32,767 m/s	0,001 m/s
σ_{pr_gnd}	8	0 à 5,08 m	0,02 m
B_1	8	±6,35 m	0,05 m
B_2	8	±6,35 m	0,05 m
B_3	8	±6,35 m	0,05 m
B_4	8	±6,35 m	0,05 m

Tableau B-139. Message de type 101 — Corrections de pseudodistance GRAS

Teneur des données	*Bits utilisés*	*Plage de valeurs*	*Résolution*
Compte Z modifié	14	0 à 1 199,9 s	0,1 s
Indicateur de deuxième message	2	0 à 3	1
Nombre de mesures (N)	5	0 à 18	1
Type de mesure	3	0 à 7	1
Paramètre de décorrélation des éphémérides (P)	8	0 à 1,275 x 10^{-3} m/m	5 x 10^{-6} m/m
Code CRC des éphémérides	16	—	—
Durée de disponibilité de la source	8	0 à 2 540 s	10 s
Nombre de paramètres B	1	0 à 4	
De réserve	7		
Pour N blocs de mesures :			
Identificateur de source de mesure de distance	8	1 à 255	1
Identification des données (IOD)	8	0 à 255	1
Correction de pseudodistance (PRC)	16	±327,67 m	0,01 m
Taux de correction de distance (RRC)	16	±32,767 m/s	0,001 m/s
σ_{pr_gnd}	8	0 à 50,8 m	0,2 m
Bloc de paramètres B (s'il est fourni)			
B_1	8	±25,4 m	0,2 m
B_2	8	±25,4 m	0,2 m
B_3	8	±25,4 m	0,2 m
B_4	8	±25,4 m	0,2 m

Tableau B-140. Message de type 11 – corrections de pseudodistance (pseudodistances lissées sur 30 secondes)

Teneur des données	*Bits utilisés*	*Plage de valeurs*	*Résolution*
Compte Z modifié	14	0 à 1 199,9 s	0,1 s
Indicateur de deuxième message	2	0 à 3	1
Nombre de mesures (N)	5	0 à 18	1
Type de mesure	3	0 à 7	1
Paramètre de décorrélation des éphémérides (P) (P_D) *Notes 1,3*	8	0 à 1,275 x 10^{-3} m/m	5 x 10^{-6} m/m
Pour N blocs de mesures :			
Identificateur de source de mesure	8	1 à 255	1
Correction de pseudodistance (PRC_{30})	16	±327,67 m	0,01 m
Taux de correction de distance (RRC_{30})	16	±32,767 m/s	0,001 m/s
Sigma_PR_gnd_D ($\sigma_{pr_gnd_D}$) (Note 2)	8	0 à 5,08 m	0,02 m
Sigma_PR_gnd_30s ($\sigma_{pr_gnd_30}$) (Note 2)	8	0 à 5,08 m	0,02 m

Tableau B-141. Message de type 2 — Données sur le GBAS

Teneur des données	*Bits utilisés*	*Plage de valeurs*	*Résolution*
Récepteurs de référence GBAS	2	2 à 4	—
Code alphabétique de précision au sol	2	—	—
De réserve	1	—	—
Indicateur GBAS de continuité-intégrité	3	0 à 7	1
Déclinaison magnétique	11	±180°	0,25°
Réservé et mis à zéro (00000)	5	—	—
$\sigma_{vert_iono_gradient}$	8	0 à 25,5 x 10^{-6} m/m	0,1 x 10^{-6} m/m
Indice de réfraction	8	16 à 781	3
Hauteur d'échelle	8	0 à 25 500 m	100 m
Coefficient d'incertitude	8	0 à 255	1
Latitude	32	±90,0°	0,0005 seconde d'arc
Longitude	32	±180,0°	0,0005 seconde d'arc
Hauteur du point de référence GBAS	24	±83 886,07 m	0,01 m
Bloc de données supplémentaires 1 (s'il est fourni) :			
Sélecteur de données de la station de référence	8	0 à 48	1
Distance utile maximale (D_{max})	8	2 à 510 km	2 km
$K_{md_e_POS,GPS}$	8	0 à 12,75	0,05
Kmd_e_GPS	8	0 à 12,75	0,05
Bloc de données supplémentaires (répété pour tous ceux qui sont fournis) :			
Longueur du bloc de données supplémentaires	8	2 à 255	1
Numéro du bloc de données supplémentaires	8	2 à 255	1
Paramètres des données supplémentaires	8	—	—

Note.— Plusieurs blocs de données supplémentaires peuvent être ajoutés dans un message de type 2.

Tableau B-142. Message vide de type 3

Teneur des données	*Bits utilisés*	*Plage de valeurs*	*Résolution*
Information de remplissage	Variable (Note)	s. o.	s. o.

Note.— Le nombre d'octets du champ information de remplissage est inférieur de 10 à la valeur du champ longueur de message de l'en-tête du message défini à la section 3.6.3.4.

Tableau B-143 Message de type 4 — Données de segment d'approche finale (FAS)

Teneur des données	Bits utilisés	Plage de valeurs	Résolution
Pour N ensembles de données :			
Longueur des ensembles de données	8	2 à 212	1 octet
Bloc de données FAS	304	—	—
Seuil d'alarme vertical FAS/état d'approche	8		
(1) quand l'indicateur de performance d'approche associé (APD) est codé à zéro		0 à 50,8 m	0,2 m
(2) quand l'indicateur de performance d'approche associé (APD) n'est pas codé à zéro		0 à 25,4 m	0,1 m
Seuil d'alarme latéral FAS/état d'approche	8	0 à 50,8 m	0,2 m

Tableau B-144. Message de type 5 — Disponibilité prévue des sources de mesure de distance

Teneur des données	*Bits utilisés*	*Plage de valeurs*	*Résolution*
Compte Z modifié	14	0 à 1 199,9 s	0,1 s
De réserve	2	—	—
Nombre de sources concernées (N)	8	0 à 31	1
Pour N sources concernées :			
Identificateur de source de mesure de distance	8	1 à 255	1
Analyse de la disponibilité de la source	1	—	—
Durée de disponibilité de la source	7	0 à 1 270 s	10 s
Nombre d'approches avec obstacles (A)	8	0 à 255	1
Pour A approches avec obstacles			
Sélecteur de données de trajectoire de référence	8	0 à 48	—
Nombre de sources concernées pour cette approche (N_A)	8	1 à 31	1
Pour N_A sources de mesure de distance concernées pour cette approche :			
Identificateur de source de mesure de distance	8	1 à 255	1
Analyse de la disponibilité de la source	1	—	—
Durée de disponibilité de la source	7	0 à 1 270 s	10 s

3.6.7 ELEMENTS NON EMBARQUES

3.6.7.1 *PERFORMANCES*

3.6.7.1.1 *Précision*

3.6.7.1.1.1 Dans le cas des satellites GPS et GLONASS, la moyenne quadratique (rms) (1 sigma) de la contribution du sous-système sol à la précision de la pseudodistance lissée sur 100 secondes corrigée doit être :

$$\mathrm{RMS}_{\mathrm{pr_gnd}} \leq \sqrt{\frac{(a_0 + a_1 e^{-\theta_n/\theta_o})^2}{M} + (a_2)^2}$$

où :

M = nombre de récepteurs de référence GNSS indiqué par le paramètre du message de type 2 (§ 3.6.4.3) ou, si ce paramètre est codé pour signifier « sans objet », M prend la valeur 1

n = $n^{ème}$ source de mesure de distance

θ_n = angle de site de la $n^{ème}$ source de mesure de distance

a_0, a_1, a_2, et θ_0 = paramètres définis dans les Tableaux B-145 et B-146 pour chacun des indicateurs de précision au sol (GAD).

Note 1.— La spécification de précision du sous-système sol GBAS est déterminée par l'indicateur GAD et le nombre de récepteurs de référence

Note 2.— La contribution du sous-système sol à l'erreur sur la pseudodistance lissée sur 100 secondes corrigée (Tableaux B-145 et B-146) et à l'erreur des satellites SBAS n'inclut ni le bruit ni les trajets multiples affectant l'élément embarqué.

Tableau B-145. Spécification de précision du sous-système sol GBAS (GPS)

Indicateur de précision au sol	θ_n (degrés)	a_0 (mètres)	a_1 (mètres)	θ_0 (degrés)	a_2 (mètres)
A	³ 5	0,5	1,65	14,3	0,08
B	³ 5	0,16	1,07	15,5	0,08
C	> 35	0,15	0,84	15,5	0,04
	5 à 35	0,24	0	—	0,04

Tableau B-146. GBAS — Spécification de précision du sous-système sol GBAS (GLONASS)

Indicateur de précision au sol	θ_n (degrés)	a_0 (mètres)	a_1 (mètres)	θ_0 (degrés)	a_2 (mètres)
A	³ 5	1,58	5,18	14,3	0,078
B	³ 5	0,3	2,12	15,5	0,078
C	> 35	0,3	1,68	15,5	0,042
	5 à 35	0,48	0	—	0,042

3.6.7.1.1.2 Dans le cas des satellites SBAS, la moyenne quadratique (rms) (1 sigma) de la contribution du sous-système sol à la précision de la pseudodistance lissée sur 100 secondes corrigée doit être:

$$\mathrm{RMS}_{\mathrm{pr_gnd}} \leq \frac{1{,}8}{\sqrt{\mathrm{M}}} \text{ (mètres)}$$

où M est défini comme au § 3.6.7.1.1.1.

Note.— Les indicateurs GAD relatifs aux sources de mesure de distance SBAS sont encore à l'étude.

3.6.7.1.2 *Intégrité*

3.6.7.1.2.1 *Risque d'intégrité du sous-système sol GBAS*

3.6.7.1.2.1.1 Risque d'intégrité du sous-système sol pour les services d'approche GBAS

3.6.7.1.2.1.1.1 *Risque d'intégrité des signaux électromagnétiques du sous-système sol pour les types de services d'approche GBAS A, B ou C*. Le risque d'intégrité d'un sous-système sol GBAS classé FAST A, B ou C doit être inférieur à $1{,}5 \times 10^{-7}$ par approche.

Note 1.— Le risque d'intégrité attribué au sous-système sol GBAS est un sous-ensemble du risque d'intégrité des signaux électromagnétiques GBAS, qui exclut le risque d'intégrité du niveau de protection (§ 3.6.7.1.2.2.1) et comprend les effets de toutes les défaillances du GBAS, du SBAS et des constellations satellitaires de base. Le risque d'intégrité du sous-système sol GBAS comprend le risque d'intégrité du contrôle des signaux du satellite spécifié au § 3.6.7.3.3.

Note 2.— Le risque d'intégrité des signaux électromagnétiques GBAS est la probabilité que le sous-système sol fournisse des informations qui, après traitement par un récepteur exempt de défauts, utilisant des données GBAS qui peuvent être utilisées par l'aéronef dans le volume de service, entraînent une erreur de position relative latérale ou verticale hors tolérances non annoncée, pendant une période excédant le délai d'alarme maximal des signaux électromagnétiques. Une erreur de position relative latérale ou verticale hors tolérances est une erreur supérieure au niveau de protection des services d'approche GBAS et, si le bloc de données supplémentaires 1 est diffusé, à la limite de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides.

3.6.7.1.2.1.1.2 *Risque d'intégrité des signaux électromagnétiques du sous-système sol pour le type D de service d'approche GBAS*. Pour un sous-système sol GBAS classé FAST D, le risque d'intégrité pour tous les effets autres que des erreurs induites par des conditions ionosphériques anormales doit être inférieur à $1{,}5 \times 10^{-7}$ par approche.

Note 1.— Le risque d'intégrité attribué au sous-système sol GBAS classé FAST D est un sous-ensemble du risque d'intégrité des signaux électromagnétiques GBAS, qui exclut le risque d'intégrité du niveau de protection (§ 3.6.7.1.2.2.1) et comprend les effets de toutes les autres défaillances du GBAS, du SBAS et des constellations satellitaires de base.

Note 2.— Pour le GAST D, le risque d'intégrité des signaux électromagnétiques GBAS est la probabilité que le sous-système sol fournisse des informations qui, après traitement par un récepteur exempt de défauts, en utilisant des données GBAS qui peuvent être utilisées par l'aéronef dans le volume de service, en l'absence d'une anomalie ionosphérique, entraînent une erreur de position relative latérale ou verticale hors tolérances non annoncée, pendant une période dépassant le délai d'alarme maximal des signaux électromagnétiques. Une erreur de position relative latérale ou verticale hors tolérances est une erreur supérieure au niveau de protection des services d'approche GBAS et à la limite de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides. Pour le GAST D, les conditions hors tolérance causées par des erreurs ionosphériques anormales sont exclues de ce risque d'intégrité car le risque dû aux anomalies ionosphériques a été attribué au segment bord et est atténué par celui-ci.

3.6.7.1.2.1.1.3 *Risque d'intégrité du sous-système sol pour le GAST D*. Pour un sous-système sol GBAS classé FAST D, la probabilité que le sous-système sol génère en interne et transmette des informations non conformes pendant plus de 1,5 seconde doit être inférieure à 1×10^{-9} pour tout atterrissage.

Note 1.— Cette spécification supplémentaire de risque d'intégrité attribuée aux sous-systèmes sol GBAS FAST D est la probabilité que des défaillances internes du sous-système sol génèrent des informations non conformes. Dans ce contexte, les informations non conformes sont définies selon la fonction prévue du sous-système sol de prendre en charge les opérations d'atterrissage avec les minimums de catégorie III. Les informations non conformes comprennent, par exemple, tout signal diffusé ou tout renseignement diffusé qui n'est pas contrôlé conformément à la spécification.

Note 2.— Les conditions environnementales (anomalies ionosphériques ou troposphériques, brouillage radioélectrique, multitrajets du signal GNSS, etc.) ne sont pas considérées comme des défaillances ; toutefois, les défaillances de l'équipement du sous-système sol utilisé pour suivre ou pour atténuer les effets de ces conditions environnementales sont inclus dans cette spécification. Les défaillances de la source de mesure de distance de la constellation satellitaire de base sont aussi exclues de cette spécification, mais la capacité du sous-système sol d'assurer un contrôle de l'intégrité pour ces sources de mesure de distance est incluse. Les spécifications de contrôle des défaillances des sources de mesure de distance et des conditions environnementales ionosphériques sont spécifiées séparément aux § 3.6.7.3.3.2, 3.6.7.3.3.3 et 3.6.7.3.4.

Note 3.— Les défaillances qui surviennent dans les récepteurs sol utilisés pour générer les corrections diffusées sont exclues de cette spécification si elles surviennent dans un, et seulement un, récepteur sol à tout moment. Ces défaillances sont limitées par la spécification du § 3.6.7.1.2.2.1.1 et le risque d'intégrité associé prescrit aux § 3.6.7.1.2.2.1 et 3.6.7.1.2.2.1.1.

3.6.7.1.2.1.2. *Délai d'alarme du sous-système sol pour les services d'approche GBAS*

3.6.7.1.2.1.2.1 *Délai d'alarme maximal pour les services d'approche*

3.6.7.1.2.1.2.1.1 Pour un segment sol classé FAST A, B, C ou D, le délai d'alarme maximal du sous-système sol GBAS doit être inférieur ou égal à 3 secondes pour toutes les spécifications d'intégrité des signaux électromagnétiques (voir Appendice B, § 3.6.7.1.2.1.1.1, 3.6.7.1.2.1.1.2, 3.6.7.1.2.2.1), si des messages de type 1 sont diffusés.

Note 1.— Le délai d'alarme du sous-système sol spécifié ci-dessus est le temps s'écoulant entre le début de l'erreur de position relative latérale ou verticale hors tolérances et la transmission du dernier bit du message contenant les données d'intégrité traduisant cette situation (voir Supplément D, § 7.5.12.3).

Note 2.— Pour les sous-systèmes sol FAST D, des spécifications supplémentaires de contrôle dans le domaine de la distance s'appliquent, comme il est indiqué aux § 3.6.7.3.3.2, 3.6.7.3.3.3 et 3.6.7.3.4. Ces paragraphes définissent les délais dans lesquels le système sol doit détecter les erreurs différentielles de pseudodistance hors tolérance et alerter le récepteur de bord.

3.6.7.1.2.1.2.1.2 Pour un segment sol classé FAST A, le délai d'alarme maximal des signaux électromagnétiques du sous-système sol GBAS doit être inférieur ou égal à 5,5 secondes si des messages de type 101 sont diffusés.

3.6.7.1.2.1.3 *Paramètres FASLAL et FASVAL du sous-systèmes sol*

3.6.7.1.2.1.3.1 Pour les blocs de données FAS du message de type 4 avec APD codé en 1, 2, 3 ou 4, les valeurs respectives des paramètres FASLAL (champ seuil d'alarme FAS latéral du message de type 4) et FASVAL (champ seuil d'alarme FAS vertical du même message) de chaque bloc de données FAS ne doivent pas dépasser 40 et 10 m.

3.6.7.1.2.1.3.2 Pour les blocs de données FAS du message de type 4 avec APD codé à zéro, les valeurs des paramètres FASLAL et FASVAL ne doivent pas dépasser les seuils d'alarme latéral et vertical donnés dans l'Annexe 10, Volume I, § 3.7.2.4, pour l'utilisation opérationnelle prévue.

3.6.7.1.2.1.4 *Risque d'intégrité des signaux électromagnétiques du sous-système sol pour le service de localisation GBAS*. Le risque d'intégrité du sous-système sol GBAS qui assure le service de localisation GBAS doit être inférieur à $9{,}9 \times 10^{-8}$ par heure.

Note 1.— Le risque d'intégrité attribué au sous-système sol GBAS est un sous-ensemble du risque d'intégrité des signaux électromagnétiques GBAS, qui exclut le risque d'intégrité du niveau de protection (§ 3.6.7.1.2.2.2) et comprend les effets de toutes les défaillances du GBAS, du SBAS et des constellations satellitaires de base. Le risque d'intégrité du sous-système sol GBAS comprend le risque d'intégrité du contrôle des signaux satellitaires spécifié au § 3.6.7.3.3

Note 2.— Le risque d'intégrité des signaux électromagnétiques GBAS est la probabilité pour que le sous-système sol fournisse des informations qui, après traitement par un récepteur exempt de défauts, utilisant des données GBAS qui peuvent être employées par l'aéronef, entraînent une erreur de position relative horizontale hors tolérances non annoncée pendant une période excédant le délai d'alarme maximal. Une erreur de position relative horizontale hors tolérances est une erreur supérieure au niveau de protection horizontal et à la limite horizontale de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides.

3.6.7.1.2.1.4.1 *Délai d'alarme pour le service de localisation GBAS*. Le délai d'alarme maximal du sous-système sol GBAS doit être inférieur ou égal à 3 s si des messages de type 1 sont diffusés, et inférieur ou égal à 5,5 s si des messages de type 101 sont diffusés.

Note.— Le délai d'alarme ci-dessus est le temps s'écoulant entre le début de l'erreur de position relative horizontale hors tolérances et la transmission du dernier bit du message contenant les données d'intégrité traduisant cette situation.

3.6.7.1.2.2 *Risque d'intégrité du niveau de protection*

3.6.7.1.2.2.1 Le risque d'intégrité du niveau de protection du sous-système sol GBAS qui assure les services d'approche GBAS doit être inférieur à 5×10^{-8} par approche.

Note 1.— Le risque d'intégrité du niveau de protection des services d'approche est le risque d'intégrité dû à la non-détection d'erreurs sur la solution de position lissée sur 100 s par rapport au point de référence GBAS supérieures aux niveaux de protection correspondants dans les deux types de conditions suivantes :

a) conditions de mesure normales définies au § 3.6.5.5.1.1 avec D_V et D_L mis à zéro ;

b) conditions de mesure dégradées définies au § 3.6.5.5.1.2 avec D_V et D_L mis à zéro.

Note 2.— La délimitation par le sous-système sol de la solution de position GAST D lissée sur 100 s garantira que la solution de position GAST D lissée sur 30 s sera limitée.

3.6.7.1.2.2.1.1 *Spécifications de délimitation supplémentaires pour les sous-systèmes sol FAST D*. Le σ_{vert} (utilisé pour le calcul du niveau de protection VPL_{H0}) et le σ_{lat} (utilisé pour le calcul du niveau de protection LPL_{H0}) pour le GAST D établis sur la base des paramètres diffusés (définis au § 3.6.5.5.1.1.1), et à l'exclusion de la contribution de l'élément embarqué, doivent satisfaire à la condition que la distribution des erreurs verticales et latérales des erreurs de corrections différentielles combinées doit être limitée par une distribution normale à moyenne nulle et un écart type égal à σ_{vert} et σ_{lat}, comme suit :

$$\int_{y}^{\infty} f_n(x)dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ pour tout } \frac{y}{\sigma} \geq 0 \text{ et}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f_n(x)dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ pour tout } \frac{y}{\sigma} \geq 0$$

où :

$f_n(x)$ = fonction de densité de probabilité de l'erreur de position verticale ou latérale différentielle à l'exclusion de la contribution de l'élément embarqué, et

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{x}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}}dt$$

Le $\sigma_{vert,H1}$ (utilisé pour le calcul du niveau de protection VPL_{H1}) et le $\sigma_{lat,H1}$ (utilisé pour le calcul du niveau de protection LPL_{H1}) pour le GAST D établis sur la base des paramètres diffusés (définis au § 3.6.5.5.1.2), et à l'exclusion de la contribution de l'élément embarqué, doivent limiter les erreurs de corrections différentielles combinées (comme il est défini ci-dessus) formées par tous les sous-ensembles possibles

avec un seul récepteur de référence exclu.

Note 1. — La contribution de l'élément embarqué fait l'objet du § 3.6.8.3.2.1 en combinaison avec l'utilisation du modèle normalisé de multitrajets de l'élément embarqué défini au § 3.6.5.5.1.1.2.

Note 2. — Les erreurs de corrections différentielles combinées se rapportent aux corrections de code lissées par la porteuse sur la base d'une constante de temps de lissage de 100 secondes.

3.6.7.1.2.2.1.2 Pour un sous-système sol GBAS classé FAST D, le taux de mesures erronées pour un, et un seul, récepteur de référence doit être inférieur à 1×10^{-5} par 150 secondes.

Note.—Des mesures erronées peuvent se produire en raison de défaillances du récepteur ou en raison de conditions environnementales spécifiques à l'emplacement d'un récepteur de référence donné.

3.6.7.1.2.2.2 Le risque d'intégrité du niveau de protection du sous-système sol GBAS qui assure le service de localisation doit être inférieur à 10^{-9} par heure.

Note.— Le risque d'intégrité du niveau de protection du service de localisation GBAS est le risque d'intégrité dû à la non-détection d'erreurs sur la position horizontale par rapport au point de référence GBAS supérieures au niveau de protection du service de localisation GBAS dans les deux types de conditions suivantes :

a) conditions de mesure normales définies au § 3.6.5.5.2.1 ;

b) conditions de mesure dégradées définies au § 3.6.5.5.2.2.

3.6.7.1.3 *Continuité du service*

3.6.7.1.3.1 *Continuité du service pour les services d'approche*. La continuité du service du sous-système sol GBAS doit être supérieure ou égale à $1 - 8{,}0 \times 10^{-6}$ par 15 s.

Note.— La continuité du service du sous-système sol GBAS est la probabilité moyenne par intervalle de 15 secondes que le signal VHF transmette les données à l'intérieur de la tolérance spécifiée, l'intensité du champ de diffusion de données6 VHF soit comprise dans l'intervalle spécifié et les niveaux de protection soient inférieurs aux seuils d'alarme, y compris les changements de configuration dus au segment spatial. Cette spécification de continuité du service est l'attribution totale de la continuité des signaux électromagnétiques spécifiée au Chapitre 3, Tableau 3.7.2.4-1, et, en conséquence, tous les risques pour la continuité compris dans cette spécification doivent être pris en compte par le fournisseur du sous-système sol.

3.6.7.1.3.2 *Spécifications supplémentaires de continuité du service pour FAST D*. La probabilité qu'une défaillance ou une fausse alarme du sous-système sol GBAS, exception faite du contrôle des sources de mesure de distance, entraîne une interruption non prévue du service pendant une période égale ou supérieure à 1,5 seconde ne doit pas dépasser $2{,}0 \times 10^{-6}$ pendant toute période de 15 secondes. La probabilité que le sous-système sol exclue une source quelconque de mesure de distance exempte de défauts des corrections de type 1 ou de type 11 en raison d'une fausse détection par les moniteurs d'intégrité sol ne doit pas dépasser $2{,}0 \times 10^{-7}$ pendant toute période de 15 secondes.

Note 1.— Une perte de service comprend les défaillances qui entraînent une perte de la VDB, le non-respect des spécifications relatives à l'intensité du champ VDB, les défaillances qui entraînent la transmission de données VDB hors tolérance et les alarmes dues à une défaillance de l'intégrité. Des éléments indicatifs sur les causes potentielles de la perte de service et des fausses détections par les moniteurs figurent dans le Supplément D, § 7.6.2.1.

Note 2.— La continuité du FAST D est la probabilité que le sous-système sol continuera à assurer les services associés aux fonctions prévues du sous-système sol. La continuité totale pour l'aéronef des performances du système de navigation dans le domaine de la position doit être évaluée dans le contexte d'une intégration spécifique de la géométrie des satellites et de l'avion. L'évaluation de la continuité du service de navigation dans le domaine de la position relève de la responsabilité de l'utilisateur embarqué du GAST D. Le Supplément D, § 7.6.2.1, contient des renseignements supplémentaires sur la continuité.

3.6.7.1.3.3 *Continuité du service de localisation*

Note.— Selon les opérations prévues, des spécifications de continuité supplémentaires pourraient être appliquées aux sous-systèmes sol GBAS qui assurent le service de localisation GBAS.

3.6.7.2 *SPECIFICATIONS FONCTIONNELLES*

3.6.7.2.1.1 *Spécifications en matière de diffusion des données*

3.6.7.2.1.1.1 Un sous-système sol GBAS doit diffuser les types de message définis au Tableau B-147, conformément aux types de services pris en charge par le sous-système sol.

3.6.7.2.1.1.2 Chaque sous-système sol GBAS doit diffuser des messages de type 2 avec les blocs de données supplémentaires requis pour prendre en charge les opérations prévues.

Note.— Le Supplément D, § 7.17, contient des éléments indicatifs sur l'utilisation de blocs de données supplémentaires dans le message de type 2.

3.6.7.2.1.1.3 Chaque sous-système sol GBAS qui prend en charge le type de service d'approche GBAS (GAST) B, C ou D doit diffuser des blocs de données FAS dans des messages de type 4 pour ces approches. Si un sous-système sol GBAS prend en charge une approche utilisant GAST A ou B et qu'il ne diffuse pas de blocs de données FAS pour les approches correspondantes, il doit diffuser le bloc de données supplémentaires 1 dans le message de type 2.

Note.— Les blocs de données FAS pour les procédures APV peuvent être conservés dans une base de données embarquée. La diffusion du bloc de données supplémentaires 1 permet au récepteur embarqué de sélectionner, dans la base de données embarquée, le sous-système sol GBAS qui prend en charge les procédures d'approche. Des blocs de données FAS peuvent aussi être diffusés pour prendre en charge les opérations effectuées par des aéronefs sans base de données embarquée. Ces procédures emploient des numéros de canal différents comme le précise le Supplément D, § 7.7.

3.6.7.2.1.1.4 Lorsqu'il est utilisé, le message de type 5 doit être diffusé par le sous-système sol à une cadence conforme aux indications du Tableau B-148.

Note.— Lorsque le masque type de 5° ne suffit pas pour décrire la visibilité des satellites aux antennes du sous-système sol ou à un aéronef durant une approche donnée, le message de type 5 peut être utilisé pour transmettre des informations supplémentaires à l'aéronef.

3.6.7.2.1.1.5 *Cadence de diffusion des données*. Pour tous les types de message devant être diffusés, des messages conformes aux spécifications relatives à l'intensité de champ définies au Chapitre 3, § 3.7.3.5.4.4.1.2 et 3.7.3.5.4.4.2.2, ainsi que les cadences minimales indiquées au Tableau B-148 doivent être fournis à chaque point à l'intérieur du volume de service. La cadence totale de diffusion des messages par tous les systèmes d'antenne combinés du sous-système sol ne doit pas dépasser la cadence maximale indiquée au Tableau B-148.

Note.— Le Supplément D, § 7.12.4, contient des éléments indicatifs sur l'emploi des systèmes d'antenne multiples.

3.6.7.2.1.2 *Identificateur de bloc-message (MBI)*. L'indicateur MBI doit être mis à « normal » ou à « essai » conformément aux spécifications de codage énoncées au § 3.6.3.4.1.

Tableau B-147. Types de messages GBAS requis pour les types de services pris en charge

Type de message	GAST A	GAST B	GAST C	GAST D
MT 1	Facultatif – Note 2	Requis	Requis	Requis
MT 2	Requis	Requis	Requis	Requis
MT2-ADB 1	Facultatif – Note 3	Facultatif – Note 3	Facultatif – Note 3	Requis
MT2-ADB 2	Facultatif – Note 4	Facultatif – Note 4	Facultatif – Note 4	Facultatif
MT2-ADB 3	Non utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Requis
MT2-ADB 4	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Requis
MT 3- Note 5	Recommandé	Recommandé	Recommandé	Requis
MT 4	Facultatif	Requis	Requis	Requis
MT 5	Facultatif	Facultatif	Facultatif	Facultatif
MT 11 – Note 6	Non utilisé	Non utilisé	Non utilisé	Requis
MT 101	Facultatif – Note 2	Non autorisé	Non autorisé	Non autorisé

Note 1.— Définition des termes

*•**Requis** : le message doit être transmis lorsque le type de service est pris en charge.*

*• **Facultatif** : la transmission du message est facultative lorsque le type de service est pris en charge (non utilisé par certains sous-systèmes embarqués ou tous les sous-systèmes embarqués).*

*• **Recommandé** : l'utilisation du message est facultative, mais elle est recommandée lorsque le type de service est pris en charge.*

*• **Non utilisé** : le message n'est pas utilisé par les sous-systèmes embarqués pour ce type de service.*

*• **Non autorisé** : la transmission du message n'est pas autorisée lorsque le type de service est pris en charge.*

Note 2.— Les sous-systèmes sol qui prennent en charge les types de services GAST A peuvent diffuser des messages de type 1 ou 101, mais non les deux. Le Supplément D, § 7.18, comprend des éléments indicatifs concernant l'utilisation du message de type 101.

Note 3.— MT2-ADB1 est requis si le service de localisation est offert.

Note 4.— MT2-ADB2 est requis si le service GRAS est offert.

Note 5.— MT3 est recommandé (GAST A, B, C) ou requis (GAST-D) ; à utiliser seulement pour satisfaire aux spécifications d'occupation prévues au § 3.6.7.4.1.3

Note 6.— Le Supplément D, § 7.20, comprend des éléments indicatifs concernant l'utilisation du message de type 11.

Tableau B-148. Cadences de diffusion des signaux de données VHF GBAS

Type de message	Cadence de diffusion minimale	Cadence de diffusion maximale
1 ou 101	Pour chaque type de mesure : tous les blocs de mesure une fois par trame (voir la Note)	Pour chaque type de mesure : tous les blocs de mesure une fois par créneau
2	Une fois par série de 20 trames consécutives	Une fois par trame sauf comme il est indiqué au § 3.6.7.4.1.2
3	La cadence dépend de la longueur du message et de la programmation d'autres messages (voir § 3.6.7.4.1.3.)	Une fois par créneau et huit fois par trame
4	Tous les blocs FAS, une fois par série de 20 trames consécutives	Tous les blocs FAS, une fois par trame
5	Toutes les sources concernées, une fois par série de 20 trames consécutives	Toutes les sources concernées, une fois par série de 5 trames consécutives
11	Pour chaque type de mesure : Tous les blocs de mesures une fois par trame (Note)	Pour chaque type de mesure : Tous les blocs de mesures une fois par créneau

Note.— Un message de type 1, de type 11 ou de type 101 ou deux messages de type 1, de type 11 ou de type 101 liés à l'aide de l'indicateur de deuxième message décrit au § 3.6.4.2, 3.6.4.10.3 ou 3.6.4.11.3.

3.6.7.2.1.3 *Authentification VDB*

3.6.7.2.1.3.1 Tous les sous-systèmes sol GBAS devraient prendre en charge l'authentification VDB (§ 3.6.7.4).

3.6.7.2.1.3.2 Tous les sous-systèmes sol classés FAST D doivent prendre en charge l'authentification VDB (§ 3.6.7.4).

3.6.7.2.2 *Corrections de pseudodistance*

3.6.7.2.2.1 *Temps d'attente après transmission*. L'intervalle de temps entre le temps indiqué par le compte Z modifié et le dernier bit du message de type 1, de type 11 ou de type 101 diffusé ne doit pas dépasser 0,5 seconde.

3.6.7.2.2.2 *Données à faible taux de mise à jour*. Sauf pendant les changements d'éphémérides, la première source de mesure de distance du message de type 1, de type 11 ou de type 101 doit avoir une séquence telle que les données à faible taux de mise à jour (telles que définies aux § 3.6.4.2.1 pour le message de type 1, § 3.6.4.11.1 pour le message de type 11, et § 3.6.10.1 pour le message de type 101) de chaque source de mesure de distance de la ou des constellations satellitaires de base sont transmises au moins une fois toutes les 10 secondes. Lors d'un changement d'éphémérides, la première source de mesure de distance doit avoir une séquence telle que les données à faible taux de mise à jour de chaque source de mesure de distance de la ou des constellations satellitaires de base sont transmises au moins une fois toutes les 27 secondes. A la réception de nouvelles éphémérides provenant d'une source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base, le sous-système sol doit utiliser les

éphémérides précédentes de chaque satellite jusqu'à ce que les nouvelles éphémérides aient été reçues de façon continue pendant au moins 2 minutes, et doit passer aux nouvelles éphémérides avant d'atteindre 3 minutes. Après avoir passé aux nouvelles éphémérides d'une source de mesure de distance, le sous-système sol doit diffuser le CRC et les informations à faible taux de mise à jour correspondantes, notamment P and P_D pour toutes les occurrences de cette source dans les informations à faible fréquence de mise à jour du message de type 1, de type 11 ou de type 101 dans les trois trames consécutives suivantes. Pour une source donnée, le sous-système sol doit continuer d'émettre les données correspondant aux éphémérides précédentes jusqu'à ce que ce que le CRC des nouvelles éphémérides ait été transmis dans les informations à faible fréquence de mise à jour du message de type 1, de type 11 ou de type 101 (voir Note). Si le CRC des éphémérides change sans qu'il y ait modification de l'IOD, le sous-système sol doit considérer la source de mesure de distance comme non valide.

Note.— Le délai de transition aux nouvelles éphémérides donne au sous-système embarqué le temps suffisant pour recueillir les nouvelles éphémérides.

3.6.7.2.2.2.1 Le sous-système sol doit diffuser le plus souvent possible le paramètre de décorrélation des éphémérides et le CRC des éphémérides de chaque source de mesure de distance de la ou des constellations satellitaires de base.

3.6.7.2.2.3 *Correction de pseudodistance diffusée*. Chaque correction de pseudodistance diffusée doit être déterminée par combinaison des corrections estimées, que l'ensemble des récepteurs de référence ont calculées pour la source de mesure de distance pertinente. Pour chaque satellite, les mesures utilisées doivent être dérivées des mêmes éphémérides. Les corrections doivent être déduites des mesures de pseudodistance de code, lissées pour chaque satellite à l'aide de la mesure de la porteuse provenant d'un filtre de lissage et des paramètres de lissage spécifiques au type de service d'approche conformément au § 3.6.5.1 de l'Appendice B.

3.6.7.2.2.4 *Diffusion des paramètres d'intégrité des signaux électromagnétiques*. Le sous-système sol doit fournir dans le message de type 1 les paramètres σ_{pr_gnd} et B pour chaque correction de pseudodistance de façon à satisfaire aux spécifications relatives au risque d'intégrité du niveau de protection définies au § 3.6.7.1.2.2 pour GAST A, B, et C. Au moins deux valeurs de B qui n'utilisent pas le codage spécial (défini au § 3.6.4.2.4) doivent être fournies avec chaque correction de pseudodistance. Le sous-système sol doit fournir dans le message de type 101 le paramètre σ_{pr_gnd} et, s'il y a lieu, les paramètres B pour chaque correction de pseudodistance de façon à satisfaire aux spécifications relatives au risque d'intégrité du niveau de protection définies au § 3.6.7.1.2.2

Note.— La diffusion des paramètres B est facultative pour les messages de type 101. Le Supplément D, § 7.5.11, contient des éléments indicatifs sur les paramètres B dans les messages de type 101.

3.6.7.2.2.4.1 *Diffusion des paramètres d'intégrité des signaux électromagnétiques pour les sous-systèmes sol FAST D*. Les sous-systèmes sol qui prennent en charge GAST D doivent fournir Sigma_PR_gnd_D dans le message de type 11 et les paramètres B pour chaque correction de pseudodistance dans le message de type 1 de façon à satisfaire à la spécification relative au risque d'intégrité du niveau de protection définie au § 3.6.7.1.2.2.1.

3.6.7.2.2.4.2 Pour les systèmes FAST D diffusant le message de type 11, si σ_{pr_gnd} est codé comme non valide dans le message de type 1, alors le Sigma_PR_gnd_D pour le satellite correspondant

dans le message de type 11 doit également être codé comme non valide.

3.6.7.2.2.5 Les mesures provenant d'un récepteur de référence doivent être contrôlées, et les mesures erronées et les mesures provenant d'un récepteur défaillant ne doivent pas être utilisées dans le calcul des corrections de pseudodistance.

3.6.7.2.2.6 *Rediffusion des messages de type 1, de type 2, de type 11 ou de type 101*. Pour un type de mesure donné dans une trame donnée, la teneur des données doit être identique dans toutes les diffusions d'un message ou d'une paire liée de messages de type 1, de type 2, de type 11 ou de type 101 provenant de toutes les stations émettrices GBAS utilisant un même identificateur GBAS.

3.6.7.2.2.7 *Identification des données*. Le sous-système sol GBAS doit donner au champ IOD de chaque bloc de mesures de distance la valeur IOD transmise par la source de mesure correspondant aux éphémérides utilisées pour calculer la correction de pseudodistance.

3.6.7.2.2.8 *Application des modèles d'erreur relatifs aux signaux*. Les corrections ionosphériques et troposphériques ne doivent pas être appliquées aux pseudodistances utilisées pour calculer les corrections de pseudodistance.

3.6.7.2.2.9 *Paire liée de messages de type 1, de type 11 ou de type 101*. Si une paire liée de messages de type 1, de type 11 ou de type 101 est transmise :

a) les deux messages doivent avoir le même compte Z modifié ;

b) ils doivent contenir au moins une correction de pseudodistance ;

c) le bloc de mesures pour un satellite donné ne doit pas être diffusé plus d'une fois dans une paire de messages liée ;

d) les deux messages doivent être diffusés dans des créneaux temporels différents ;

e) l'ordre des valeurs B doit être le même dans les deux messages. ;

f) pour un type de mesure particulier, le nombre de mesures et les données à faible taux de mise à jour doivent être calculés séparément pour chacun des deux messages ;

g) dans le cas de FAST D, lorsqu'une paire de messages de type 1 liés est transmise, il doit y avoir également une paire de messages de type 11 liés ;

h) si les types de messages liés de type 1 ou de type 11 sont utilisés, les satellites doivent être divisés en les mêmes ensembles et dans le même ordre dans les messages de type 1 et les messages de type 11.

Note.— Les messages de type 1 peuvent comprendre des satellites supplémentaires non disponibles dans les messages de type 11, mais l'ordre relatif des satellites disponibles dans les deux messages est le même dans les messages de type 1 et de type 11. Le traitement embarqué n'est pas possible pour les satellites inclus dans le message de type 11 mais non inclus dans le message de type 1 correspondant.

3.6.7.2.2.9.1 Le sous-système sol ne doit utiliser des messages liés que lorsqu'il y a plus de

corrections de pseudodistance à transmettre que ne peut en contenir un seul message de type 1.

3.6.7.2.2.10 *Spécifications relatives au compte Z modifié*

3.6.7.2.2.10.1 *Actualisation du compte Z modifié*. Le compte Z modifié des messages de type 1, de type 11 ou de type 101 pour un type de mesure donné doit avancer à chaque trame.

3.6.7.2.2.10.2 Si un message de type 11 est diffusé, les messages de type 1 et de type 11 correspondants doivent avoir le même compte Z modifié.

3.6.7.2.2.11 *Paramètres de décorrélation des éphémérides*

3.6.7.2.2.11.1 *Paramètres de décorrélation des éphémérides pour les services d'approche*. Les sous-systèmes sol qui diffusent le bloc de données supplémentaires 1 dans le message de type 2 doivent diffuser le paramètre de décorrélation des éphémérides dans le message de type 1 pour chaque source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base de façon à satisfaire aux spécifications relatives au risque d'intégrité du sous-système sol définies au § 3.6.7.1.2.1.1.1.

3.6.7.2.2.11.2 *Paramètres de décorrélation des éphémérides pour GAST D*. Les sous-systèmes sol classés FAST D doivent diffuser le paramètre de décorrélation des éphémérides dans le message de type 11 pour chaque source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base de façon à satisfaire aux spécifications relatives au risque d'intégrité des signaux électromagnétiques du sous-système sol définies au § 3.6.7.1.2.1.1.3.

3.6.7.2.2.11.3 *Service de localisation GBAS*. Les sous-systèmes sol qui assurent le service de localisation GBAS doivent diffuser le paramètre de décorrélation des éphémérides dans le message de type 1 pour chaque source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base de façon à satisfaire aux spécifications relatives au risque d'intégrité des signaux électromagnétiques du sous-système sol définies au § 3.6.7.1.2.1.4.

3.6.7.2.3 *Données sur le GBAS*

3.6.7.2.3.1 *Paramètres relatifs au retard troposphérique*. Le sous-système sol doit diffuser dans le message de type 2 un indice de réfraction, une hauteur d'échelle et un coefficient d'incertitude de réfraction de façon à satisfaire aux spécifications relatives au risque d'intégrité du niveau de protection définies au § 3.6.7.1.2.2.

3.6.7.2.3.2 *Indicateur GCID*

3.6.7.2.3.2.1 *Indicateur GCID pour FAST A, B ou C*. L'indicateur GCID doit être mis à 1 si le sous-système sol satisfait aux spécifications énoncées aux § 3.6.7.1.2.1.1.1, 3.6.7.1.2.2.1, et 3.6.7.1.3.1, 3.6.7.3.2 et 3.6.7.3.3.1, mais pas à toutes les spécifications des § 3.6.7.1.2.1.1.2, 3.6.7.1.2.1.1.3, 3.6.7.1.2.2.1.1 et 3.6.7.1.3.2, sinon il doit prendre la valeur 7.

Note.— Certaines des spécifications applicables à FAST D sont les mêmes que celles qui s'appliquent à FAST A, B et C. Il se peut qu'un sous-système sol satisfasse à certaines des spécifications applicables à FAST D, mais « pas à toutes ». Dans ce cas, l'indicateur GCID serait mis à 1 pour indiquer que le sous-système sol ne satisfait qu'aux spécifications applicables à FAST A, B ou C.

3.6.7.2.3.2.2 *Indicateur GCID pour FAST D*. L'indicateur GCID doit être mis à 2 si le sous-système

sol satisfait aux spécifications énoncées aux § 3.6.7.1.2.1.1.1, 3.6.7.1.2.1.1.2, 3.6.7.1.2.1.1.3, 3.6.7.1.2.2.1.1, 3.6.7.1.2.2.1, 3.6.7.1.3.1, 3.6.7.1.3.2, 3.6.7.3.2 et 3.6.7.3.3, sinon il doit être réglé conformément à 3.6.7.2.3.2.1.

3.6.7.2.3.2.3 Les valeurs 3 et 4 du GCID sont réservées pour de futurs types de services et ne doivent pas être utilisées.

3.6.7.2.3.3 *Précision de position du centre de phase de l'antenne de référence GBAS*. Pour chaque récepteur de référence GBAS, l'erreur sur la position du centre de phase de l'antenne de référence doit être inférieure à 8 cm par rapport au point de référence GBAS.

3.6.7.2.3.4 *Précision des levés du point de référence GBAS.* L'erreur des levés du point de référence GBAS, dans le système WGS-84, doit être inférieure à 0,25 m dans le plan vertical et à 1 m dans le plan horizontal.

Note.— Le Supplément D, § 7.16, contient des éléments indicatifs à ce sujet.

3.6.7.2.3.5 *Paramètre d'estimation de l'incertitude ionosphérique*.

3.6.7.2.3.5.1 *Paramètre d'estimation de l'incertitude ionosphérique pour tous les sous-systèmes sol*. Le sous-système sol doit diffuser un paramètre de gradient de retard ionosphérique dans le message de type 2 de manière à satisfaire aux spécifications du § 3.6.7.1.2.2 relatives au risque d'intégrité du niveau de protection.

3.6.7.2.3.5.2 *Paramètre d'estimation de l'incertitude ionosphérique pour les sous-systèmes sol FAST D*. Le sous-système sol doit diffuser un paramètre de gradient de retard ionosphérique dans le message de type 2, bloc de données supplémentaires 3, de manière à satisfaire aux spécifications du § 3.6.7.1.2.2 relatives au risque d'intégrité du niveau de protection.

Note.— Le Supplément D, §7.5.6.1.3 et 7.5.6.1.4, contient des éléments indicatifs sur la délimitation de l'erreur dans le domaine de la position FAST D pour les erreurs ionosphériques.

3.6.7.2.3.6 Les sous-systèmes sol qui assurent le service de localisation GBAS doivent diffuser les paramètres des limites de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides au moyen du bloc de données supplémentaires 1 dans le message de type 2.

3.6.7.2.3.7 Tous les sous-systèmes sol doivent diffuser les paramètres des limites de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides au moyen du bloc de données supplémentaires 1 dans le message de type 2.

3.6.7.2.3.8 Les sous-systèmes sol qui diffusent le bloc de données supplémentaires 1 dans le message de type 2 doivent satisfaire aux spécifications suivantes :

3.6.7.2.3.8.1 *Distance utile maximale*. Le sous-système sol doit fournir la distance utile maximale (D_{max}). Lorsque le service de localisation est assuré, les spécifications relatives au risque d'intégrité du sous-système sol définies au § 3.6.7.1.2.1.4 et les spécifications relatives au risque d'intégrité du niveau de protection définies au § 3.6.7.1.2.2.2 doivent être respectées à l'intérieur de D_{max}. Lorsque le service d'approche est assuré, la distance utile maximale doit comprendre au moins tous les volumes de service d'approche pris en charge.

3.6.7.2.3.8.2 *Paramètres de détection manquée des éphémérides*. Le sous-système sol doit diffuser les paramètres de détection manquée des éphémérides pour chaque constellation satellitaire de base de façon à satisfaire aux spécifications relatives au risque d'intégrité du sous-système sol définies au § 3.6.7.1.2.1.

3.6.7.2.3.8.3 *Indication de service de localisation GBAS*. S'il ne satisfait pas aux spécifications des § 3.6.7.1.2.1.2 et 3.6.7.1.2.2.2, le sous-système sol doit indiquer au moyen du paramètre RSDS que le service de localisation GBAS n'est pas assuré.

3.6.7.2.3.9 Si les données VHF sont diffusées sur plus d'une fréquence à l'intérieur de la zone de service GRAS, chaque station émettrice GBAS rattachée au sous-système sol GRAS doit diffuser des blocs de données supplémentaires 1 et 2.

3.6.7.2.3.9.1 Les données VHF diffusées devraient comprendre les paramètres du bloc de données supplémentaires 2 pour identifier les numéros de canal et l'emplacement des stations émettrices GBAS adjacentes et avoisinantes rattachées au sous-système sol GRAS.

Note.— Ces informations facilitent le transfert d'une station émettrice GBAS aux autres stations émettrices GBAS rattachées au sous-système sol GRAS.

3.6.7.2.4 *Données de segment d'approche finale*

3.6.7.2.4.1 *Précision des points de données FAS*. L'erreur d'analyse relative entre les points de données FAS et le point de référence GBAS doit être inférieure à 0,25 m sur le plan vertical et à 0,40 m sur le plan horizontal.

3.6.7.2.4.2 Le code CRC du segment d'approche finale doit être attribué au moment de l'élaboration des procédures, puis conservé tel quel en tant que partie intégrante du bloc de données FAS.

3.6.7.2.4.3 Le GBAS doit offrir la possibilité de donner la valeur 1111 1111 aux paramètres FASVAL et FASLAL, quel que soit le bloc de données FAS, dans le premier cas pour restreindre l'utilisation des données aux écarts latéraux, et dans le second pour indiquer que l'approche ne doit pas être utilisée.

3.6.7.2.4.4 *LTP/FTP pour FAST D*. Pour une approche qui prend en charge GAST D, le point LTP/FTP dans la définition correspondante du FAS doit se situer à l'intersection de l'axe de piste et du seuil d'atterrissage.

Note.— Les systèmes embarqués peuvent calculer la distance jusqu'au seuil d'atterrissage au moyen du LTP/FTP. Pour les approches GAST D, le LTP/FTP doit être au seuil de façon à ce que ces calculs de la distance restant à parcourir expriment fiablement la distance jusqu'au seuil.

3.6.7.2.4.5 *Emplacement du FPAP pour FAST D*. Pour une approche qui prend en charge GAST D, le point FPAP dans la définition correspondante du FAS doit se situer sur le prolongement de l'axe de piste et le paramètre ΔDécalage longitudinal doit être codé pour indiquer correctement l'extrémité aval de la piste.

3.6.7.2.5 *Données relatives à la disponibilité prévue des sources de mesure de distance*

Note.— Ces données sont facultatives pour les sous-systèmes sol FAST A, B, C ou D, mais pourraient être requises par de futurs types d'opération.

3.6.7.2.6 *Spécifications fonctionnelles générales sur le renforcement*

3.6.7.2.6.1 Les sous-systèmes sol GBAS classés FAST C ou FAST D doivent assurer un renforcement basé au minimum sur le GPS.

3.6.7.2.6.2 Les sous-systèmes sol classés FAST C doivent être capables de traiter et de diffuser des corrections pour au moins 12 satellites de chaque constellation de base pour laquelle des corrections différentielles sont fournies.

3.6.7.2.6.3 Les sous-systèmes sol classés FAST D doivent être capables de traiter et de diffuser des corrections différentielles pour au moins 12 satellites d'une constellation de base.

Note.— La validation technique a seulement été achevée pour le GAST D appliqué au GPS.

3.6.7.2.6.4 Toutes les fois que cela est possible, des corrections différentielles pour tous les satellites visibles ayant un angle de site supérieur à 5 degrés au-dessus du plan horizontal local tangent à l'ellipsoïde à l'emplacement de référence du sous-système sol devraient être fournies pour chaque constellation de base pour laquelle le renforcement est assuré.

Note.— Dans le contexte ci-dessus, l'expression « toutes les fois que cela sera possible » signifie toutes les fois où le respect d'une autre spécification du présent RAS 10 (par exemple, § 3.6.7.3.3.1) n'empêche pas de fournir une correction différentielle pour un satellite particulier.

3.6.7.3 *CONTROLE*

3.6.7.3.1 *Contrôle des signaux radioélectriques*

3.6.7.3.1.1 *Contrôle de la diffusion des données VHF*. Les transmissions de données doivent être contrôlées. Elles doivent cesser dans un délai de 0,5 seconde en cas de non-concordance pendant une période de 3 secondes entre les données d'application transmises et les données d'application dérivées ou stockées par le système de contrôle avant la transmission. Pour les sous-systèmes sol FAST D, la transmission des messages de type 11 doit cesser dans un délai de 0,5 seconde en cas de non-concordance persistante pendant toute période de 1 seconde entre les données d'application transmises et les données d'application dérivées ou stockées par le système de contrôle avant la transmission.

Note.— Pour les sous-systèmes sol qui prennent en charge l'authentification, cesser la transmission des données signifie cesser la transmission des messages de type 1 et/ou des messages de type 11, le cas échéant, ou cesser la transmission des messages de type 101. Conformément au § 3.6.7.4.1.3, le sous-système sol doit encore transmettre des messages de façon que le pourcentage défini, ou un pourcentage supérieur, de chaque créneau assigné soit occupé. Cela peut être obtenu en transmettant des messages de type 2, de type 3, de type 4 et/ou de type 5.

3.6.7.3.1.2 *Contrôle des créneaux AMRT*. Le risque que le sous-système sol transmette un signal dans un créneau non attribué et ne détecte pas dans un délai de 1 seconde une transmission hors

créneau qui ne respecte pas les limites définies au § 3.6.2.6 doit être inférieur à 1 x 10^{-7} dans toute période de 30 secondes. En cas de détection de transmissions hors créneau, le sous-système sol doit cesser toute émission de données en moins de 0,5 seconde.

3.6.7.3.1.3 *Contrôle de la puissance de l'émetteur VDB*. La probabilité que la puissance émise des signaux à polarisation horizontale ou elliptique augmente de plus de 3 dB par rapport à la puissance nominale pendant plus de 1 seconde doit être inférieure à 2,0 x 10^{-7} dans toute période de 30 secondes.

Note.— La composante verticale n'est contrôlée que dans le cas de l'équipement GBAS/E

3.6.7.3.2 *Contrôle des données*

3.6.7.3.2.1 *Contrôle de la qualité des diffusions*. Le contrôle effectué par le sous-système sol doit être conforme aux spécifications relatives au délai d'alarme énoncées au § 3.6.7.1.2.1. Le contrôle doit consister :

a) à diffuser des messages de type 1 (et de type 11 si la diffusion de ce type est prévue) ou de type 101 sans blocs de mesures ;

b) à diffuser des messages de type 1 (et de type 11 si la diffusion de ce type est prévue) ou de type 101 avec le champ $\sigma_{pr_gnd,i}$ (et $\sigma_{pr_gnd_D,I}$ si ce champ est diffusé) indiquant que la source de mesure de distance est non valide, quelle que soit la source indiquée dans la trame précédente ; ou

c) à mettre fin à la diffusion des données.

Note.— Les mesures des alinéas a) et b) sont préférables à l'alinéa c) si le mode de défaillance permet cette réponse, étant donné que le délai d'alarme des signaux électromagnétiques est habituellement moins élevé pour les alinéas a) et b).

3.6.7.3.3 *Contrôle de l'intégrité des sources de mesure de distance GNSS*

3.6.7.3.3.1 Le sous-système sol doit contrôler les signaux des satellites afin de déceler d'éventuelles causes de mauvais fonctionnement du traitement différentiel des récepteurs embarqués conformes aux restrictions de poursuite spécifiées dans le Supplément D, § 8.11. Le délai d'alarme du moniteur doit être conforme au § 3.6.7.1.2. Le moniteur doit mettre le paramètre σ_{pr_gnd} à la valeur HEX FF (1111 1111) pour le satellite ou exclure le satellite du message de type 1, de type 11 ou de type 101.

3.6.7.3.3.1.1 Le sous-système sol doit utiliser la crête de corrélation la plus élevée dans tous les récepteurs employés pour la génération des corrections de pseudodistance. Le sous-système sol doit détecter également les situations qui causent plus d'un passage à zéro pour les récepteurs embarqués qui utilisent la fonction de discrimination avance-retard décrite dans le Supplément D, § 8.11.

3.6.7.3.3.2 Pour les sous-systèmes sol FAST D, la probabilité que l'erreur au point de seuil à l'atterrissage (LTP) de toute piste pour laquelle le sous-système sol prend en charge GAST D, |Er|, sur la pseudodistance corrigée lissée sur 30 secondes (§ 3.6.5.2) causée par une défaillance de la source de mesure de distance, ne soit pas détectée et prise en compte dans un délai de 1,5 seconde dans le message de type 11 diffusé doit se situer dans la région spécifiée au Tableau B-149.

Les défaillances de la source de mesure de distance pour lesquelles cette spécification s'applique sont les suivantes :

a) déformation du signal (Note 1) ;

b) divergence code-porteuse ;

c) accélération excessive de la pseudodistance, par exemple un échelon ou autre changement rapide ;

d) diffusion erronée des données d'éphémérides du satellite.

Note 1.— Voir l'Appendice D, § 8.11, pour de plus amples renseignements sur l'avionique GAEC-D concernant la déformation du signal.

Note 2.— Il est prévu que la probabilité à priori de chaque défaillance de la source de mesure de distance ($P_{apriori}$) soit la même valeur que celle qui est utilisée dans l'analyse pour démontrer la conformité avec les spécifications relatives à la délimitation de l'erreur FAST C et D (voir Appendice B, § 3.6.5.5.1.1.1).

Note 3.— Une fois qu'elle est détectée, une défaillance de la source de mesure de distance peut être traduite dans le message de type 11:

a) soit en supprimant du message de type 11 la correction pour le satellite correspondant,

b) soit en marquant le satellite comme non valide en utilisant le codage de $\sigma_{pr_gnd_D}$ (§ 3.6.4.11.4).

Note 4.— Le Supplément D, § 7.5.12, contient des renseignements supplémentaires sur les spécifications relatives aux conditions et au contrôle des défaillances de la source de mesure de distance pour les sous-systèmes sol FAST D. Les messages manqués ne doivent pas nécessairement être considérés comme un des critères de la conformité à la présente spécification.

Tableau B-149. Paramètres P_{md_limit}

Probabilité de détection manquée	Erreur de pseudodistance (mètres)
$P_{md_limit} \leq 1$	$0 \leq \lvert Er \rvert < 0{,}75$
P_{md_limit} £ $10^{(-2{,}56 \square \lvert Er \rvert + 1{,}92)}$	$0{,}75 \leq \lvert Er \rvert < 2{,}7$
P_{md_limit} £ 10-5	$2{,}7 \leq \lvert Er \rvert <$ ¥

3.6.7.3.3.3 Pour les sous-systèmes sol FAST D, la probabilité qu'une erreur au LTP de toute piste pour laquelle le sous-système sol prend en charge le GAST D, |Er|, supérieure à 1,6 mètre sur la pseudodistance corrigée lissée sur 30 secondes (§ 3.6.5.2), causée par une défaillance de la source de mesure de distance, ne soit pas détectée et prise en compte dans un délai de 1,5 seconde dans le message de type 11 diffusé doit être inférieure à 1×10^{-9} pour tout atterrissage lorsqu'elle est multipliée par la probabilité à priori ($P_{apriori}$).

Les défaillances de la source de mesure de distance pour lesquelles cette spécification s'applique sont les suivantes :

a) déformation du signal (Note 1) ;

b) divergence code-porteuse ;

c) accélération excessive de la pseudodistance, par exemple, un échelon ou autre changement rapide ;

d) diffusion erronée des données d'éphémérides du satellite.

Note 1.— Voir l'Appendice D, § 8.11 pour de plus amples renseignements sur l'avionique GAEC- D concernant la déformation du signal.

Note 2.— Il est prévu que la probabilité à priori de chaque défaillance de la source de mesure de distance ($P_{apriori}$) soit la même valeur que celle qui est utilisée dans l'analyse pour démontrer la conformité avec les spécifications relatives à la délimitation de l'erreur FAST C et D (voir Appendice B, § 3.6.5.5.1.1.1).

Note 3.— Une fois qu'elle est détectée, une défaillance de la source de mesure de distance peut être traduite dans le message de type 11:

a) soit en supprimant du message de type 11 la correction pour le satellite correspondant,

b) soit en marquant le satellite comme non valide en utilisant le codage de $\sigma_{pr_gnd_D}$ (§ 3.6.4.11.4).

Note 4.— Le Supplément D, § 7.5.12, contient des renseignements supplémentaires sur les spécifications relatives aux conditions et au contrôle des défaillances de la source de mesure de distance pour les sous-systèmes sol FAST D. Les messages manqués ne doivent pas nécessairement être considérés comme un des critères de la conformité à la présente spécification.

3.6.7.3.4 *Atténuation du gradient ionosphérique*

Pour les sous-systèmes sol FAST D, la probabilité d'une erreur (|Er|) dans la pseudodistance corrigée lissée sur 30 secondes au LTP pour chaque piste prise en charge par GAST D, qui :

a) est causée par un gradient de retard ionosphérique spatial ;

b) est supérieure à la valeur EIG calculée à partir du message de type 2 diffusé ;et

c) n'est pas détectée et prise en compte dans un délai de 1,5 seconde dans le message de type 11 diffusé

doit être inférieure à 1×10^{-9} pour tout atterrissage.

Le sous-système sol FAST D doit limiter les paramètres de type 2 diffusés pour garantir que le E_{IG} maximal à chaque LTP soutenant des opérations GAST D ne dépasse pas 2,75 mètres, à moins qu'il soit démontré que les besoins opérationnels permettent une valeur supérieure.

Note 1.— La probabilité totale d'un gradient de retard non détecté comprend la probabilité à priori du gradient et la probabilité d'une détection manquée par le ou les moniteur(s).

Note 2.— Des éléments indicatifs sur la validation, applicables à figurent au § 7.5.6.1.8 du Supplément D.

Note 3.— Pour diffuser des paramètres de type 2 tels que la valeur de l'EIG dépasse 2,75 m pour un LTP particulier soutenant des opérations GAST D, une analyse adaptée démontrera que la continuité et la disponibilité GAST D qui en résulteront soutiennent l'opération envisagée. Des orientations sur l'évaluation de l'acceptabilité de valeurs EIG supérieures à 2,75 m figurent au § 7.5.13.1.

3.6.7.4 *SPECIFICATIONS FONCTIONNELLES DES PROTOCOLES D'AUTHENTIFICATION*

3.6.7.4.1 *Spécifications fonctionnelles des sous-systèmes sol prenant en charge l'authentification*

3.6.7.4.1.1 Le système sol doit diffuser le bloc de données supplémentaires 4 avec le message de type 2, le champ définition du groupe de créneaux étant codé pour indiquer les créneaux qui sont assignés à la station sol.

3.6.7.4.1.2 Le sous-système sol ne doit diffuser chaque message de type 2 que dans un des ensembles de créneaux définis comme créneaux approuvés MT 2. Le premier créneau du groupe de créneaux approuvés MT 2 correspond au codage du SSID pour le sous-système sol. Le créneau A est représenté par SSID=0, le créneau B par 1, le créneau C par 2, et le créneau H par 7. Le groupe de créneaux approuvés MT 2 comprend aussi le créneau qui suit le créneau qui correspond au SSID de la station s'il existe dans la trame. S'il n'y a pas de créneau supplémentaire avant la fin de la trame, seul le SSID est inclus dans l'ensemble.

Note.— Par exemple, le groupe de créneaux approuvés MT 2 pour SSID = 0 comprend les créneaux {A, B} tandis que le groupe de créneaux approuvés MT 2 pour SSID = 6 comprend les créneaux {G, H}. Le groupe de créneaux approuvés MT 2 pour SSID = 7 comprend le créneau {H} seulement.

3.6.7.4.1.2.1 L'ensemble de créneaux attribués à une station sol doit comprendre au minimum tous les créneaux approuvés MT 2 décrits au § 3.6.7.4.1.2.

3.6.7.4.1.3 *Occupation du créneau assigné*. Le sous-système sol doit transmettre les messages de manière à occuper 89 % ou plus de chaque créneau assigné. Au besoin, les messages de type 3 seront utilisés pour remplir l'espace inutilisé dans un créneau temporel assigné.

Note 1.— Le Supplément D, § 7.21, contient des renseignements supplémentaires sur le calcul de l'occupation des créneaux.

Note 2.— Cette spécification s'applique à l'ensemble des transmissions de tous les émetteurs d'un sous-système sol GBAS. En raison du blocage des signaux, il est possible que toutes les transmissions ne soient pas reçues dans le volume de service.

3.6.7.4.1.4 *Codage de l'identificateur de trajectoire de référence*. La première lettre de chaque identificateur de trajectoire de référence inclus dans chaque bloc de données de segment d'approche finale (FAS) diffusé par le sous-système sol dans des messages de type 4 doit être sélectionnée de manière à indiquer le SSID du sous-système sol, conformément au codage suivant :

Codage : A = SSID 0

X = SSID 1

Z = SSID 2

J = SSID 3

C = SSID 4

V = SSID 5

P = SSID 6

T = SSID 7

3.6.7.4.2 *Spécifications fonctionnelles des sous-systèmes sol qui ne prennent pas en charge l'authentification*

3.6.7.4.2.1 *Codage de l'identificateur de trajectoire de référence*. Les caractères de l'ensemble {A X Z J C V P T} ne doivent pas être utilisés comme premier caractère de l'identificateur de trajectoire de référence inclus dans le bloc FAS diffusé par le sous-système sol à l'aide des messages de type 4.

3.6.8 ELEMENTS D'AERONEF

3.6.8.1 *Récepteur GNSS*. Le récepteur GNSS compatible GBAS doit traiter les signaux provenant du GBAS conformément aux spécifications énoncées dans la présente section ainsi qu'aux § 3.1.3.1 (Récepteur GPS), et/ou 3.2.3.1 (Récepteur GLONASS) et/ou 3.5.8.1 (R'ecepteurSBAS.

Note.— Afin de garantir l'obtention de la performance requise et la réalisation des objectifs fonctionnels pour GAST D, il faut que l'équipement embarqué satisfasse à des normes de performance et fonctionnelles définies. Les normes de performances opérationnelles minimales applicables sont détaillées dans le document DO-253D de la RTCA.

3.6.8.2 *CRITERES DE PERFORMANCE*

3.6.8.2.1 *Précision du récepteur GBAS embarqué*

3.6.8.2.1.1 Dans le cas du GPS, la moyenne quadratique (rms) de la contribution totale du récepteur embarqué aux erreurs commises doit être:

$$\mathrm{RMS}_{\mathrm{pr_air}}(\theta_n) \leq a_0 + a_1 \times e^{-(\theta_n/\theta_0)}$$

où :

n = n^{ème} source de distance

θ_n = angle de site de la n^{ème} source de distance

a_0 , a_1 et θ_0 = voir le Tableau B-150 dans le cas du GPS et le Tableau B-151 dans le cas du GLONASS

3.6.8.2.1.2 Dans le cas des satellites SBAS, la moyenne quadratique de la contribution totale du récepteur embarqué aux erreurs commises doit être celle qui est indiquée au § 3.5.8.2.1 pour chacun des indicateurs de précision d'élément embarqué définis.

Note.— La contribution du récepteur embarqué ne comprend pas l'erreur de mesure due aux trajets multiples provenant de la cellule de l'aéronef.

Tableau B-150. Spécification de précision des récepteurs GPS embarqués

Indicateur de précision de l'élément embarqué	θ_n (degrés)	a_0 (mètres)	a_1 (mètres)	θ_0 (degrés)
A	³ 5	0,15	0,43	6,9
B	³ 5	0,11	0,13	4

Tableau B-151. Spécification de précision des récepteurs GLONASS embarqués

Indicateur de précision de l'élément embarqué	θ_n (degrés)	a_0 (mètres)	a_1 (mètres)	θ_0 (degrés)
A	³ 5	0,39	0,9	5,7
B	³ 5	0,105	0,25	5,5

3.6.8.2.2 *Critères de performance des récepteurs de diffusion de données VHF (VDB)*

3.6.8.2.2.1 *Gamme d'accord*. Le récepteur VDB doit être capable de s'accorder sur la gamme de fréquences 108,000 – 117,975 MHz par pas de 25 kHz.

3.6.8.2.2.2 *Gamme d'accrochage*. Le récepteur VDB doit permettre l'acquisition et la poursuite des signaux dans une bande de 418 Hz située de part et d'autre de la fréquence nominale assignée.

Note.— La spécification précédente traduit la stabilité en fréquence du sous-système sol GBAS et le décalage Doppler maximal dû au déplacement de l'aéronef. Il est recommandé que la gamme dynamique de la commande automatique de fréquence prenne également en compte le bilan d'erreurs associé à la stabilité en fréquence du récepteur VDB embarqué.

3.6.8.2.2.3 *Taux de messages non valides du récepteur VDB*. Le récepteur VDB doit présenter un taux de messages non valides inférieur ou égal à 1 sur 1 000 messages de données d'application, pleine longueur (222 octets), dans les limites de l'intensité du champ RF définie au Chapitre 3, § 3.7.3.5.4.4, reçue par l'antenne de bord. Cette prescription doit s'appliquer quand la variation de la puissance moyenne du signal reçu entre rafales successives dans un créneau temporel donné ne dépasse pas 40 dB. Les messages non valides comprennent les messages perdus par le récepteur et ceux pour lesquels le contrôle de redondance cyclique s'avère négatif après application de la correction d'erreurs directe (FEC).

Note 1.— Une antenne de réception VDB embarquée peut être à polarisation horizontale ou verticale. En raison de la différence de force du signal dans les plans horizontal et vertical, la perte totale maximale liée au mode d'installation à bord, dans le cas des antennes à polarisation horizontale, est supérieure de 4 dB à celle des antennes à polarisation verticale. Voir le Supplément D, § 7.2, pour des

éléments indicatifs sur la détermination de la perte liée au mode d'installation à bord.

Note 2.— Il est acceptable de dépasser la spécification de variation de puissance du signal dans des parties limitées du volume de service lorsque les exigences opérationnelles le permettent. Voir les éléments indicatifs au Supplément D, § 7.12.4.1.

3.6.8.2.2.4 *Décodage des créneaux temporels VDB*. Le récepteur VDB doit satisfaire aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 pour tous les types de messages requis (§ 3.6.8.3.1.2.1) du sous-système sol GBAS sélectionné. Ces spécifications doivent être satisfaites en présence d'autres transmissions GBAS dans tous les créneaux temporels pour lesquels les niveaux observés sont conformes à ceux indiqués au § 3.6.8.2.2.5.1, alinéa b).

Note.— Par « autres transmissions GBAS », il faut entendre : a) les autres types de messages présentant le même SSID, et b) les messages dont le SSID est différent.

3.6.8.2.2.5 *Réjection sur canal commun*

3.6.8.2.2.5.1 *Diffusion de données VHF considérée comme la source de signaux non désirés*. Le récepteur VDB doit satisfaire aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un signal de données non désiré émis sur un canal commun VHF et présentant une des caractéristiques suivantes :

a) attribué au ou aux mêmes créneaux temporels et de puissance inférieure de 26 dB ou moins à celle du signal VHF désiré à l'entrée du récepteur ;

b) attribué à un ou à des créneaux temporels différents et d'une puissance ne dépassant pas 72 dB au-dessus de l'intensité de champ minimale du signal VDB désiré définie au § 3.7.3.5.4.4.

3.6.8.2.2.5.2 *VOR considéré comme la source de signaux non désirés*. Le récepteur VDB doit satisfaire aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un signal VOR non désiré émis sur canal commun et de puissance inférieure de 26 dB à celle du signal VDB désiré à l'entrée du récepteur.

3.6.8.2.2.5.3 *Radiophare d'alignement de piste ILS considéré comme la source de signaux non désirés*. Le récepteur VDB doit satisfaire aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un signal du radiophare d'alignement ILS non désiré émis sur canal commun et de puissance inférieure de 26 dB à celle du signal VDB utile à l'entrée du récepteur.

3.6.8.2.2.6 *Réjection sur canal adjacent.* Le niveau des signaux non désirés du radiophare d'alignement ILS ou du VOR doit être mesuré comme étant la puissance de la porteuse radioélectrique.

Note.— Bien que S_{max} soit la puissance maximale du signal VDB utile, elle sert à limiter la puissance maximale à l'entrée du récepteur du signal non désiré transmis sur un canal adjacent.

3.6.8.2.2.6.1 *Premiers canaux de 25 kHz adjacents (±25 kHz)*. Le récepteur VDB doit satisfaire aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un signal non désiré dont les niveaux de puissance à l'entrée du récepteur vont jusqu'à S_{max} sur un canal adjacent décalé de ±25 kHz par rapport au canal désiré, et présentant une des caractéristiques suivantes :

a) puissance supérieure de 18 dB à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est un autre signal VDB attribué au ou aux mêmes créneaux temporels ; ou

b) puissance égale à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est le

signal VOR ; ou

c) puissance égale à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est le signal du radiophare d'alignement ILS.

3.6.8.2.2.6.2 *Deuxièmes canaux de 25 kHz adjacents (±50 kHz)*. Le récepteur VDB doit satisfaire aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un signal non désiré dont les niveaux de puissance à l'entrée du récepteur vont jusqu'à S_{max} sur un canal adjacent décalé de ±50 kHz par rapport au canal désiré, et présentant une des caractéristiques suivantes :

a) puissance supérieure de 43 dB à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est un autre signal VDB attribué au ou aux mêmes créneaux temporels ; ou

b) puissance supérieure de 34 dB à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est le signal VOR ; ou

c) puissance supérieure de 34 dB à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est le signal du radiophare d'alignement ILS.

3.6.8.2.2.6.3 *Troisièmes canaux de 25 kHz adjacents jusqu'au trente-neuvième (±75 kHz à ± 975 kHz)*. Le récepteur VDB doit satisfaire aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un signal non désiré dont les niveaux de puissance à l'entrée du récepteur vont jusqu'à S_{max} sur un canal adjacent décalé de ±75 kHz à ± 975 kHz par rapport au canal désiré, et présentant une des caractéristiques suivantes :

a) puissance supérieure de 46 dB à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est un autre signal VDB attribué au ou aux mêmes créneaux temporels ; ou

b) puissance supérieure de 46 dB à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est le signal VOR ; ou

c) puissance supérieure de 46 dB à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est le signal du radiophare d'alignement ILS.

3.6.8.2.2.6.4 *Quarantièmes canaux de 25 kHz adjacents et canaux adjacents suivants (± 1 MHz ou plus)*. Le récepteur VDB doit satisfaire aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un signal non désiré sur un canal adjacent décalé de 1 MHz ou plus par rapport au canal désiré, et présentant une des caractéristiques suivantes :

a) puissance supérieure de 46 dB à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré dont les niveaux de puissance à l'entrée du récepteur vont jusqu'à S_{max} est un autre signal VDB attribué au ou aux mêmes créneaux temporels ; ou

b) puissance supérieure de 46 + ΔP dB à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est un signal VOR dont les niveaux de puissance à l'entrée du récepteur vont jusqu'à S_{max} - ΔP dB et que la plage de ΔP est de 0 à 14 dB ; ou

c) puissance supérieure de 46 + ΔP dB à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est un signal du radiophare d'alignement ILS dont les niveaux de puissance à l'entrée du récepteur vont jusqu'à S_{max} - ΔP dB et que la plage de ΔP est de 0 à 14 dB.

Note 1.— ΔP est égal à la différence entre S_{max} et la puissance du signal non désiré à l'entrée du récepteur, les deux contraintes suivantes étant applicables : ΔP est égal à 0 dB quand la puissance non désirée atteint S_{max} ; ΔP est égal à 14 dB quand la puissance non désirée est inférieure de 14 dB ou plus à S_{max}.

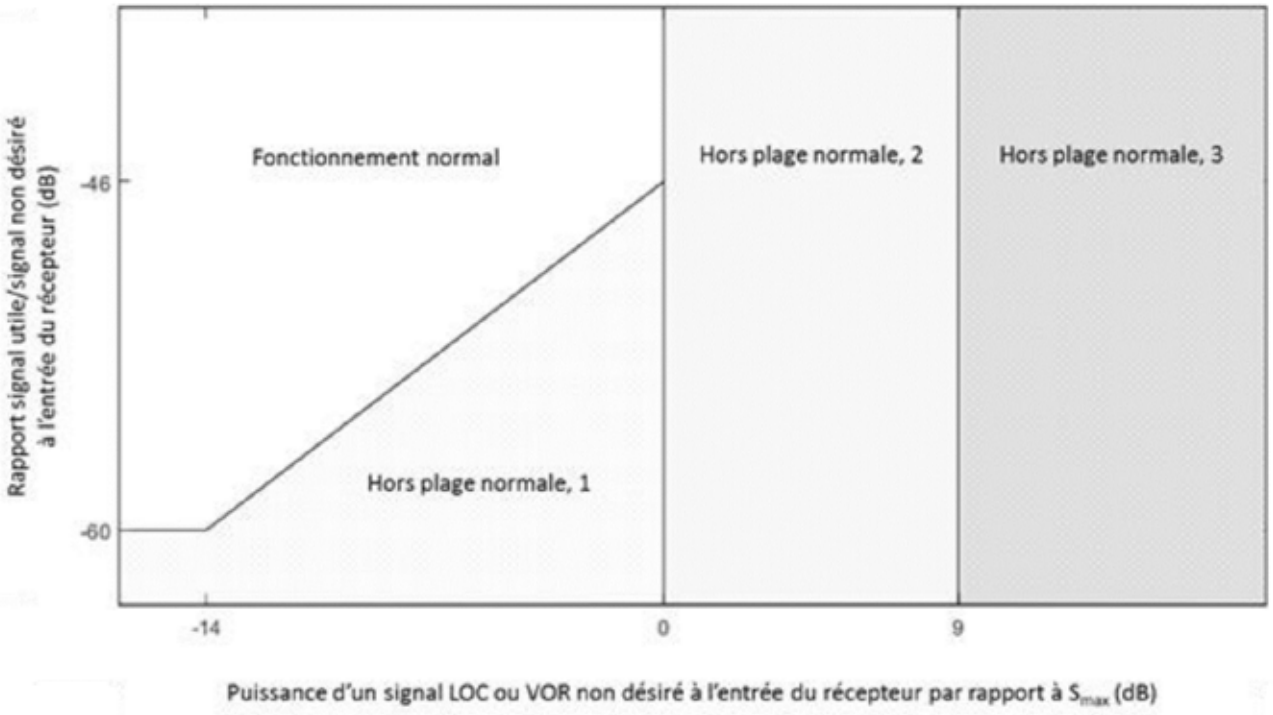
Note 2.— Les spécifications des alinéas b) et c) tiennent compte d'une intermodulation du troisième ordre entre le signal non désiré et l'oscillateur local dans le premier mélangeur de l'étage d'entrée RF du récepteur VDB ; ce qui est similaire à l'immunité à l'égard de l'intermodulation FM au § 3.6.8.2.2.8.3 où N1 est le signal non désiré et N2 est l'oscillateur local.

3.6.8.2.2.6.5 *Rétablissement du récepteur à la suite d'une puissance excessive de courte durée du signal non désiré*. Le récepteur VDB doit satisfaire aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 dans une période de 187,5 ms (équivalant à la durée de trois créneaux VDB) après un signal brouilleur dans un canal adjacent (radiophare d'alignement ILS ou émetteur VOR) dont la puissance est supérieure à S_{max} pendant au plus 2,5 s et d'au plus 9 dB à l'entrée du récepteur.

Note 1.— Cette prescription permet la réception sur une brève période d'une puissance excessive durant le survol d'un radiophare d'alignement ILS ou d'un émetteur VOR. La durée de la puissance excessive est limitée par la continuité de l'exploitation, p. ex. la possibilité de recevoir trois messages de type 1 dans chaque fenêtre de 3,5 s (voir le § 3.6.8.3.4.1) sans puissance excessive pour le GAST C. Dans le cas du GAST D, aucune puissance excessive n'est permise quand le délai d'expiration est de 1,5 s (voir le § 3.6.8.3.4.3). Un signal VDB non désiré ne doit jamais dépasser l'intensité de champ maximale permise pour le signal VDB utile dans les limites du volume de service.

Note 2.— La Figure B-30 est une représentation graphique des régions de fonctionnement du récepteur VDB en présence d'un signal de radiophare ILS ou d'un VOR non désiré dans le quarantième canal adjacent de 25 kHz ou dans les canaux adjacents suivants, en fonction du rapport signal utile/signal non désiré et de la puissance du signal non désiré.

Figure B-30. Régions de fonctionnement du récepteur VDB du GBAS en présence d'un signal non désiré dans les quarantièmes canaux de 25 kHz adjacents et dans les canaux adjacents suivants



Note.— La partie de la figure marquée « Fonctionnement normal » est celle dans laquelle le § 3.6.8.2.2.6.4 s'applique et, par conséquent, les exigences du § 3.6.8.2.2.3 sont respectées (MFR<= 0,001). La limite inférieure de cette partie correspond à la ligne qui représente le rapport minimal acceptable signal utile/signal non désiré spécifié au § 3.6.8.2.2.6.4 en fonction de la puissance non désirée, pour les valeurs de la puissance non désirée jusqu'à S_{max}.

Dans les trois autres parties de la figure, le § 3.6.8.2.2.6.4 ne s'applique pas. Par conséquent, les exigences énoncées au § 3.6.8.2.2.3 pourraient ne pas être respectées, et le MFR pourrait atteindre 1.

La partie marquée « Hors plage normale 1 » est la seule dans laquelle le rapport signal utile/signal non désiré est inférieur à la valeur minimale acceptable définie au § 3.6.8.2.2.6.4 et la puissance non désirée, inférieure ou égale à S_{max}.

La partie marquée « Hors plage normale 2 » est celle dans laquelle la puissance non désirée est supérieure à S_{max}, mais inférieure à S_{max} + 9 dB. La prescription concernant le rétablissement du récepteur à la suite d'une puissance excessive de courte durée du signal non désiré énoncée au § 3.6.8.2.2.6.5 s'applique dans cette partie.

La partie marquée « Hors plage normale 3 » est celle dans laquelle la puissance non désirée est supérieure à S_{max} + 9 dB. Étant donné que cette partie est hors de l'environnement opérationnel attendu, aucune prescription de performances du récepteur ne s'applique.

3.6.8.2.2.7 *Réjection des signaux hors canal provenant de sources situées à l'intérieur de la bande 108,000 – 117,975 MHz*. En l'absence de signal VDB dans le canal considéré, le récepteur VDB ne doit pas extraire de données d'un signal VDB non désiré transmis sur un autre canal assignable.

3.6.8.2.2.8 *Réjection des signaux provenant de sources situées à l'extérieur de la bande 108,000 – 117,975 MHz*

3.6.8.2.2.8.1 *Immunité de la VDB à l'égard du brouillage*. Le récepteur VDB doit satisfaire aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un ou de plusieurs signaux ayant la fréquence et le niveau de brouillage total spécifiés au Tableau B-152.

3.6.8.2.2.8.2 *Désensibilisation*. Le récepteur VDB doit satisfaire aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence de signaux de diffusion FM VHF présentant les niveaux de signal indiqués dans les Tableaux B-153 et B-154.

3.6.8.2.2.8.3 *Immunité des signaux VDB à l'égard de l'intermodulation FM*. Le récepteur VDB doit satisfaire aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence de brouillage dû à des produits d'intermodulation du troisième ordre de deux signaux, engendrés par deux signaux de radiodiffusion FM VHF dont les niveaux sont :

$$2N_1 + N_2 + 3[23 - S_{max}] \leq 0$$

dans le cas des signaux de radiodiffusion sonore FM VHF dans la gamme 107,7 – 108,0 MHz, et à :

$$2N_1 + N_2 + 3[23 - S_{max} - 20\,\mathrm{Log}\left(\frac{\Delta f}{0{,}4}\right)] \leq 0$$

dans le cas des signaux de radiodiffusion sonore FM VHF au-dessous de 107,7 MHz, les fréquences des deux signaux de radiodiffusion sonore FM VHF produisant, dans le récepteur, un produit d'intermodulation du troisième ordre de deux signaux sur la fréquence VDB désirée.

N_1 et N_2 sont les niveaux (dBm) des deux signaux de radiodiffusion sonore FM VHF à l'entrée du récepteur VDB. Aucun des deux niveaux ne doit dépasser les critères de désensibilisation spécifiés au § 3.6.8.2.2.8.2.

$\Delta f = 108,1 - f1$, f1 étant la fréquence de N_1, le signal de radiodiffusion FM VHF le plus près de 108,1 MHz.

S_{max} est la puissance maximale du signal VDB désiré à l'entrée du récepteur.

Note.— Comme les spécifications d'immunité à l'égard de l'intermodulation FM ne sont pas appliquées aux canaux VDB fonctionnant au-dessous de 108,1 MHz, les fréquences inférieures à 108,1 MHz sont exclues des assignations générales. Le Supplément D, § 7.2.1.2, donne des renseignements supplémentaires à ce sujet.

Tableau B-152. Niveau maximal du signal non désiré à l'entrée du récepteur

Fréquence	Niveau maximal du signal non désiré à l'entrée du récepteur (en dB au-dessus du S_{max})
de 50 kHz jusqu'à 88 MHz	-12
88 MHz – 107,900 MHz	(voir § 3.6.8.2.2.8.2 et 3.6.8.2.2.8.3)
108,000 MHz – 117,975 MHz	Fréquences exclues
118,000 MHz	-43
118,025 MHz	-40
de 118,050 MHz jusqu'à 1 660,5 MHz	-12

Notes :

1. Les points adjacents désignés par ces fréquences sont liés par une relation linéaire.

2. Il se peut que ces spécifications ne permettent pas d'assurer la compatibilité entre les récepteurs VDB et les systèmes de communication VHF, notamment si l'aéronef utilise la composante à polarisation verticale de la diffusion des données VHF. Sans cette coordination entre les assignations de fréquences de communication et de navigation ou le respect d'une bande de garde à l'extrémité supérieure de la bande 112 – 117,975 MHz, les niveaux maximaux indiqués pour les canaux VHF de communication situés dans la partie inférieure (118,000, 118,00833, 118,01666, 118,025, 118,03333, 118,04166, 118,05) peuvent être dépassés à l'entrée des récepteurs VDB. Dans ce cas, il faudra prendre des mesures pour atténuer les signaux de communication à l'entrée des récepteurs VDB (par exemple, séparation des antennes). La compatibilité finale devra être assurée au moment de l'installation de l'équipement à bord de l'aéronef.

3. S_{max} est la puissance maximale du signal VDB désiré à l'entrée du récepteur.

Tableau B-153. Spécifications relatives à la fréquence de désensibilisation et à la puissance des fréquences VDB de 108,025 à 111,975 MHz

Fréquence	Niveau maximal du signal non désiré à l'entrée du récepteur (en dB au-dessus du S_{max})
88 MHz £ f £ 102 MHz	16
104 MHz	11
106 MHz	6
107,9 MHz	-9

Notes :

1. Les points adjacents désignés par ces fréquences sont liés par une relation linéaire.

2. La spécification relative à la désensibilisation ne s'applique pas aux porteuses FM au-dessus de 107,7 MHz ni aux canaux VDB à 108,025 ou 108,050 MHz. Voir Supplément D, § 7.2.1.2.2.

3. S_{max} est la puissance maximale du signal VDB désiré à l'entrée du récepteur.

Tableau B-154. Spécifications relatives à la fréquence de désensibilisation et à la puissance des fréquences VDB de 112,000 à 117,975 MHz

Fréquence	Niveau maximal du signal non désiré à l'entrée du récepteur (en dB au-dessus du S_{max})
88 MHz £ f £ 104 MHz	16
106 MHz	11
107 MHz	6
107,9 MHz	1

Notes :

1. Les points adjacents désignés par ces fréquences sont liés par une relation linéaire.

2. S_{max} est la puissance maximale du signal VDB désiré à l'entrée du récepteur.

3.6.8.3 *SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES RELATIVES AUX ELEMENTS EMBARQUES*

Note.— Sauf indication contraire, les spécifications ci-après s'appliquent à toutes les classifications d'équipement GBAS embarqué décrites dans le Supplément D, § 7.1.4.3.

3.6.8.3.1 *Conditions d'utilisation des données*

3.6.8.3.1.1 Le récepteur ne doit utiliser les données contenues dans un message GBAS que si le code CRC de ce dernier a été vérifié.

3.6.8.3.1.2 Le récepteur ne doit utiliser les données de message que si la séquence de bits composant l'identificateur de bloc-message (MBI) est « 1010 1010 ».

3.6.8.3.1.2.1 *Capacité de traitement des messages GBAS*. Le récepteur GBAS doit traiter au minimum les types de messages GBAS indiqués au Tableau B-155.

Tableau B-155. Types de messages traités par l'équipement embarqué

Classification de l'équipement GBAS embarqué (GAEC)	Types de messages que doit au minimum traiter l'équipement embarqué
GAEC A	MT 1 ou 101, MT 2 (y compris ADB 1 et 2 le cas échéant)
GAEC B	MT 1, MT 2 (y compris ADB 1 et 2 le cas échéant), MT 4
GAEC C	MT 1, MT 2 (y compris ADB 1 le cas échéant), MT 4
GAEC D	MT 1, MT 2 (y compris ADB 1, 2, 3 et 4), MT 4, MT 11

3.6.8.3.1.2.2 *Traitement par l'équipement embarqué en vue de la compatibilité aval*

Note.— Des dispositions ont été prises pour permettre le développement futur des normes du GBAS afin de prendre en charge de nouvelles fonctionnalités. De nouveaux types de messages, de nouveaux blocs de données supplémentaires pour les messages de type 2 et de nouveaux blocs de données définissant les trajectoires de référence à inclure dans les messages de type 4 peuvent être définis. Pour faciliter la prise en charge de ces nouvelles fonctionnalités, tout l'équipement devrait être conçu de manière à ne pas tenir compte des types de données qui ne sont pas reconnus.

3.6.8.3.1.2.2.1 *Traitement des types de messages inconnus*. L'existence de messages inconnus du récepteur embarqué ne doit pas empêcher le traitement correct des messages requis.

3.6.8.3.1.2.2.2 *Traitement de blocs de données longs de type 2 inconnus*. L'existence de blocs de données supplémentaires de messages de type 2 inconnus du récepteur embarqué ne doit pas empêcher le traitement correct des messages requis.

3.6.8.3.1.2.2.3 *Traitement de blocs de données de type 4 inconnus*. L'existence de blocs de données de type 4 inconnus du récepteur embarqué ne doit pas empêcher le traitement correct des messages requis.

Note.— Même si les SARP actuelles de l'OACI ne contiennent qu'une seule définition du bloc de données à inclure dans le message de type 4, les futures normes du GBAS pourraient comprendre d'autres définitions de la trajectoire de référence.

3.6.8.3.1.3 Le récepteur ne doit utiliser que les blocs de mesures de distance pour lesquels le paramètre compte Z modifié est le même.

3.6.8.3.1.4 Si la D_{max} est diffusée par le sous-système sol, le récepteur ne doit appliquer les corrections de pseudodistance que lorsque la distance au point de référence GBAS est inférieure à la D_{max}.

3.6.8.3.1.5 Le récepteur ne doit appliquer que les corrections de pseudodistance qui proviennent du dernier ensemble de corrections reçu pour un type de mesure donné. Si le nombre de champs de mesure dans les types de messages (comme il est spécifié à l'Appendice B, § 3.6.7.2.1.1.1 pour le type de service actif) les plus récents indique qu'il n'y a pas de blocs de mesures, le récepteur ne doit pas appliquer de corrections GBAS pour ce type de mesure.

3.6.8.3.1.6 *Validité des corrections de pseudodistance*

3.6.8.3.1.6.1 Lorsque le type de service actif est A, B ou C, le récepteur doit exclure de la solution de navigation différentielle toute source de mesure de distance pour laquelle la séquence de bits composant le paramètre σ_{pr_gnd} dans les messages de type 1 ou de type 101 est « 1111 1111 ».

3.6.8.3.1.6.2 Si le type de service actif est D, le récepteur doit exclure de la solution de navigation différentielle toute source de mesure de distance pour laquelle la séquence de bits composant le paramètre $\sigma_{pr_gnd_D}$ dans le message de type 11 ou σ_{pr_gnd} dans le message de type 1 est « 1111 1111 ».

3.6.8.3.1.7 Le récepteur ne doit utiliser une source de mesure de distance dans la solution de navigation différentielle que si l'heure d'application indiquée dans le compte Z modifié du message de type 1, de type 11 ou de type 101 contenant le paramètre de décorrélation des éphémérides de cette source de mesure de distance remonte à moins de 120 s.

3.6.8.3.1.8 *Conditions d'utilisation des données pour la prise en charge des services d'approche*.

3.6.8.3.1.8.1 Durant les dernières étapes d'une approche, le récepteur ne doit utiliser que les blocs de mesures des messages de type 1, de type 11 ou de type 101 reçus au cours des 3,5 dernières secondes.

Note.— Le Supplément D, § 7.5.12.3, contient des éléments indicatifs sur le délai d'alarme.

3.6.8.3.1.8.2 *Indications GCID*

3.6.8.3.1.8.2.1 Lorsque le type de service actif est A, B ou C, le récepteur ne doit utiliser les données de messages provenant d'un sous-système sol GBAS pour le guidage que si le GCID indique 1, 2, 3 ou 4 avant le début des dernières étapes d'une approche.

3.6.8.3.1.8.2.2 Lorsque le type de service actif est D, le récepteur ne doit utiliser les données de messages provenant d'un sous-système sol GBAS pour le guidage que si le GCID indique 2, 3 ou 4 avant le début des dernières étapes d'une approche.

3.6.8.3.1.8.3 Le récepteur ne doit pas tenir compte des changements de GCID pendant les dernières étapes de l'approche.

3.6.8.3.1.8.4 Le récepteur ne doit pas assurer de guidage vertical fondée sur un bloc de données FAS précis transmis dans un message de type 4 si la valeur du paramètre FASVAL reçu avant le début des dernières étapes de l'approche est « 1111 1111 ».

3.6.8.3.1.8.5 Le récepteur ne doit pas assurer de guidage d'approche fondé sur un bloc de données FAS précis transmis dans un message de type 4 si la valeur du paramètre FASLAL reçu avant le début des dernières étapes de l'approche est « 1111 1111 ».

3.6.8.3.1.8.6 Le récepteur ne doit pas tenir compte des changements de valeur des données FASLAL et FASVAL transmises dans un message de type 4 pendant les dernières étapes de l'approche.

3.6.8.3.1.8.7 Le récepteur ne doit utiliser les données FAS que si leur code CRC a été vérifié.

3.6.8.3.1.8.8 Le récepteur ne doit utiliser que les messages dans lesquels l'ID GBAS (de l'en-tête du bloc-message) correspond à l'ID GBAS de l'en-tête du message de type 4 qui contient les données FAS choisies ou du message de type 2 qui contient le RSDS choisi.

3.6.8.3.1.8.9 *Utilisation des données FAS*

3.6.8.3.1.8.9.1 Le récepteur doit utiliser les messages de type 4 pour déterminer le FAS pour l'approche de précision.

3.6.8.3.1.8.9.2 Le récepteur doit utiliser les messages de type 4 pour déterminer le FAS pour les approches qui sont prises en charge par le type de service d'approche GBAS (GAST) A ou B associé à un numéro de canal allant de 20 001 à 39 999.

3.6.8.3.1.8.9.3 Le récepteur doit utiliser le FAS conservé dans une base de données embarquée pour les approches qui sont prises en charge par le type de service d'approche GBAS (GAST) A associé à un numéro de canal allant de 40 000 à 99 999.

3.6.8.3.1.8.10 Quand le sous-système sol GBAS ne diffuse pas de message de type 4 et que les données FAS choisies sont mises à la disposition du récepteur à partir d'une base de données embarquée, le récepteur doit utiliser seulement les messages provenant du sous-système sol GBAS prévu.

3.6.8.3.1.9 *Conditions d'utilisation des données pour le service de localisation GBAS*

3.6.8.3.1.9.1 Le récepteur ne doit utiliser que les blocs de mesures des messages de type 1 reçus au cours des 7,5 dernières secondes.

3.6.8.3.1.9.2 Le récepteur ne doit utiliser que les blocs de mesures des messages de type 101 reçus au cours des 5 dernières secondes.

3.6.8.3.1.9.3 Le récepteur ne doit utiliser les données de messages que s'il reçoit un message de type 2 contenant le bloc de données supplémentaires 1 et que si le paramètre RSDS de ce bloc indique que le service de localisation GBAS est assuré.

3.6.8.3.1.9.4 Le récepteur ne doit utiliser que les messages dans lesquels l'ID GBAS (de l'en-tête du bloc-message) correspond à l'ID GBAS de l'en-tête du message de type 2 qui contient le RSDS choisi.

3.6.8.3.2 *Intégrité*

3.6.8.3.2.1 *Délimitation des erreurs commises par l'élément embarqué*. Pour chaque satellite utilisé dans la solution de navigation, le récepteur doit calculer le paramètre $s_{récepteur}$ de manière qu'une distribution normale à moyenne nulle et un écart type égal à $s_{récepteur}$ limite la contribution du récepteur à l'erreur de pseudodistance corrigée comme suit :

$$\int_{y}^{\infty} f_n(x)dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ pour tout } \frac{y}{\sigma} \geq 0 \text{ et}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f_n(x)dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ pour tout } \frac{y}{\sigma} \geq 0$$

où :

f(x) = densité de probabilité de l'erreur résiduelle de pseudodistance de l'aéronef

et

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{x}^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}}dt$$

3.6.8.3.2.2 *Utilisation des paramètres d'intégrité GBAS*. L'élément aéronef doit calculer et appliquer les niveaux de protection vertical, latéral et horizontal décrits au § 3.6.5.5. Si le paramètre $B_{i,j}$ est mis à la valeur binaire 1000 0000, ce qui indique que la mesure n'est pas disponible, l'élément aéronef doit tenir pour acquis que $B_{i,j}$ est nul. Pour tout type de service actif, l'élément aéronef doit vérifier que les niveaux de protection vertical et latéral calculés ne sont pas supérieurs aux seuils d'alarme vertical et latéral correspondants définis au § 3.6.5.6.

3.6.8.3.3 *Utilisation des éphémérides satellitaires*

3.6.8.3.3.1 *Vérification du paramètre IOD.* Le récepteur ne doit utiliser que les satellites pour lesquels l'IOD diffusé par le GBAS dans le message de type 1 ou de type 101 est le même que l'IOD de la constellation satellitaire de base pour les données d'horloge et d'éphémérides utilisées par le récepteur.

3.6.8.3.3.2 *Contrôle de redondance cyclique*. Le récepteur doit calculer le code CRC des éphémérides pour chaque source de mesure de distance de la ou des constellations satellitaires de base, utilisée pour le calcul de la position. Le code CRC calculé doit être comparé, pour validation, au code CRC des éphémérides transmis dans le message de type 1 ou de type 101 avant de l'utiliser dans la solution de position et, dans la seconde précédant la réception d'un nouveau code CRC. Le récepteur doit cesser immédiatement d'utiliser les satellites pour lesquels la valeur calculée et la valeur transmise du code ne concordent pas.

3.6.8.3.3.3 *Limites de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides*

3.6.8.3.3.3.1 *Limites de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour les services d'approche GBAS*. Si le sous-système sol fournit le bloc de données supplémentaires 1 dans les messages de type 2, l'élément embarqué doit calculer, moins de 1 s après la réception des paramètres diffusés nécessaires, les limites de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides (§ 3.6.5.8.1) pour chaque source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base utilisée dans la solution de position d'approche. L'élément embarqué doit vérifier que les limites verticale et latérale (VEB_j et LEB_j) calculées de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides ne sont pas supérieures aux seuils d'alarme vertical et latéral correspondants définis au § 3.6.5.6.

3.6.8.3.3.3.2 *Limite de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour le service de localisation GBAS*. L'élément embarqué doit calculer et appliquer la limite horizontale de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides (HEB_j) définie au § 3.6.5.8.2 pour chaque source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base utilisée dans la solution de position du service de localisation.

3.6.8.3.4 *Perte de messages*

3.6.8.3.4.1 Pour l'équipement embarqué fonctionnant avec le GAST C comme type de service actif, le récepteur doit fournir une alarme appropriée s'il n'a reçu aucun message de type 1 ou de type 101 au bout de 3,5 secondes.

3.6.8.3.4.2 Pour l'équipement embarqué fonctionnant avec le GAST A ou B comme type de service actif, le récepteur doit fournir une alarme appropriée s'il n'a reçu aucun message de type 1 ou de type 101 au bout de 3,5 secondes.

3.6.8.3.4.3 Pour l'équipement embarqué fonctionnant avec GAST D comme type de service actif, le récepteur doit fournir une alarme appropriée ou modifiera le type de service actif si l'une quelconque des conditions ci-après est remplie :

a) La solution de position calculée se situe à moins de 200 pieds au-dessus du LTP/FTP pour l'approche sélectionnée et aucun message de type 1 n'a été reçu au cours de la dernière période de 1,5 seconde.

b) La solution de position calculée se situe à moins de 200 pieds au-dessus du LTP/FTP pour l'approche sélectionnée et aucun message de type 11 n'a été reçu au cours de la dernière période de 1,5 seconde.

c) La solution de position calculée se situe à 200 pieds ou plus au-dessus du LTP/FTP pour l'approche sélectionnée et aucun message de type 1 n'a été reçu au cours de la dernière période de 3,5 secondes.

d) La solution de position calculée se situe à 200 pieds ou plus au-dessus du LTP/FTP pour l'approche sélectionnée et aucun message de type 11 n'a été reçu au cours de la dernière période de 3,5 secondes.

3.6.8.3.4.4 Pour le service de localisation GBAS utilisant les messages de type 1, le récepteur doit fournir une alarme appropriée s'il n'a reçu aucun message de type 1 au bout de 7,5 secondes.

3.6.8.3.4.5 Pour le service de localisation GBAS utilisant les messages de type 101, le récepteur doit fournir une alarme appropriée s'il n'a reçu aucun message de type 101 au bout de 5 secondes.

3.6.8.3.5 *Mesures de pseudodistance à bord*

3.6.8.3.5.1 *Lissage par la porteuse pour l'équipement embarqué*. L'équipement embarqué doit utiliser le lissage par porteuse standard de 100 secondes des mesures de la phase du code défini au § 3.6.5.1. Durant les 100 premières secondes après le démarrage du filtre, la valeur de α doit être:

a) une constante égale au pas d'échantillonnage divisé par 100 secondes ; ou

b) une quantité variable définie par le pas d'échantillonnage divisé par le temps en secondes écoulé depuis le démarrage du filtre.

3.6.8.3.5.2 *Lissage par la porteuse pour l'équipement embarqué fonctionnant avec GAST D comme type de service actif.* L'équipement embarqué fonctionnant avec GAST D comme type de service actif doit utiliser le lissage par la porteuse sur 30 secondes des mesures de la phase du code, comme il est défini au § 3.6.5.1.

Note.— Pour l'équipement qui prend en charge GAST D, deux ensembles de pseudodistances lissées sont utilisés. La forme du filtre de lissage donnée au § 3.6.5.1 est la même pour les deux ensembles et seule la constante de temps diffère (c'est à dire 100 secondes et 30 secondes). Le Supplément D, § 7.19.3, contient des éléments indicatifs sur le lissage par la porteuse pour GAST D.

3.6.8.3.6 *Spécifications relatives à la solution de position différentielle spécifique à un type de service*. L'équipement embarqué doit calculer toutes les solutions de position d'une manière qui soit conforme aux protocoles pour l'application des données (§ 3.6.5.5.1.1.2).

Note.— La forme générale de la pondération utilisée dans la solution de position différentielle est donnée au § 3.6.5.5.1.1.2. La nature exacte des informations du sous-système sol qui sont utilisées dans la solution de position différentielle dépend du type de service (c'est-à-dire le service de localisation par rapport au service d'approche) et du type de service d'approche actif. Les spécifications particulières pour chaque type de service sont définies dans le document DO-253D de la RTCA. Le Supplément D, § 7.19, contient des renseignements supplémentaires sur le traitement normal de l'information de position.

3.7 Protection contre le brouillage

3.7.1 CRITÈRES DE PERFORMANCE

Note 1.— Dans le cas des récepteurs GNSS qui n'utilisent pas de corrections différentielles pour un système de renforcement, la protection contre le brouillage se mesure par rapport aux paramètres de performance suivants pour les constellations satellitaires de base:

	Erreur de poursuite (1 sigma)
GPS L1 (équipement à une seule fréquence)	*0,36 m*
GPS L1 (équipement à double fréquence)	*0,15 m*
GPS L5	*0,15 m*
*GPS L1-L5***	*0,40 m*
GLONASS L1OF	*0,80 m*
GLONASS L1OF	*0,80 m*
GLONASS L1OC	*0,30 m*
GLONASS L3OC	*0,10 m*
*GLONASS L1OC-L3OC***	*0,65 m*
*Galileo DF E1-E5a***	*0,40 m*
Galileo SF E1	*0,15 m*
Galileo SF E5a	*0,15 m*
BDS B1I	*0,60 m*
BDS B1C	*0,20 m*
BDS B2a	*0,15 m*
*BDS B1C-B2a***	*0,40 m*
** Le niveau de précision de l'erreur de poursuite est spécifié pour les mesures lissées* *** Mesures de pseudodistance double fréquence sans le retard ionosphérique*	

Note 2.— L'erreur de poursuite ne comprend pas les contributions des effets des trajets multiples, de la troposphère et de l'ionosphère sur la propagation des signaux, ni les erreurs d'éphémérides et les erreurs d'horloge des satellites GPS, GLONASS, Galileo et BDS.

Note 3.— Dans le cas des récepteurs SBAS, la protection contre le brouillage se mesure par rapport aux paramètres définis aux § 3.5.8.2.1, 3.5.8.4.1 et 3.5.15.3.2.

Note 4.— Dans le cas des récepteurs GBAS, la protection contre le brouillage se mesure par rapport aux paramètres définis en 3.6.7.1.1 et 3.6.8.2.1.

Note 5.— Les niveaux de signal spécifiés ici sont définis à la borne de l'antenne. Le gain maximal présumé de l'antenne de bord dans l'hémisphère inférieur est de −10 dBic.

Note 6.— Ces critères de performance doivent être satisfaits dans les conditions de brouillage définies ci-dessous. Ces conditions de brouillage sont assouplies durant l'acquisition initiale des signaux GNSS lorsque le récepteur ne peut pas utiliser une solution de navigation stabilisée pour l'aider à acquérir le signal.

Note 7.— Si cela n'est pas précisé, les critères et spécifications de performance de l'équipement pour une constellation particulière s'appliquent que l'équipement ne serve que cette constellation (équipement pour constellation unique) ou cette constellation et une ou plusieurs autres constellations (équipement pour constellations multiples).

3.7.2 BROUILLAGE PAR ONDES ENTRETENUES

3.7.2.1 *RÉCEPTEURS GPS L1 ET SBAS L1*

Note.— La puissance de brouillage tolérée par les seuils de brouillage des récepteurs GPS L1 et SBAS L1 est inférieure à celle tolérée par les récepteurs double fréquence L1/L5 dans la bande 1 480 – 1 565 MHz décrits au § 3.7.2.3.

3.7.2.1.1 Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que, une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs GPS L1 et SBAS L1 satisfont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-156 et illustrés à la Figure B-31, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de -164 dBW à la borne de l'antenne pour les signaux GPS L1 et SBAS L1.

3.7.2.1.2 Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que durant l'acquisition initiale des signaux GPS L1 et SBAS L1 (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs GPS L1 et SBAS L1 satisfont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau B-156.

3.7.2.2 *RÉCEPTEURS GLONASS*

3.7.2.2.1 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 (à l'exception de ceux qui sont spécifiés au § 3.7.2.2.1.1) doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-157 et illustrés à la Figure B-32, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de -166,5 dBW à la borne de l'antenne.

3.7.2.2.1.1 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 utilisés dans toutes les phases de vol (à l'exception de ceux qui sont utilisés dans les approches de précision) et mis en service avant le 1er janvier 2017 doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne est de 3 dB inférieur aux seuils spécifiés au Tableau B-157 et illustrés à la Figure B-32, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de -166,5 dBW à la borne de l'antenne.

3.7.2.2.1.2 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans les bandes L1 et L3 doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis aux Tableaux B-158 et B-159 et illustrés aux Figures B-33 et B-34, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de –161,5 dBW à la borne de l'antenne.

3.7.2.2.2 Durant navigation l'acquisition initiale des signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 (préalable au mode de stabilisée), les récepteurs GLONASS doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau B-157.

3.7.2.2.2.1 Durant l'acquisition initiale des signaux GLONASS à modulation AMRC dans les bandes L1 et L3 (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs GLONASS doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux des Tableaux B-158 et B-159.

3.7.2.3 *RÉCEPTEURS GPS L1/L5, GALILEO E1/E5A ET SBAS DFMC*

3.7.2.3.1 Durant l'acquisition initiale des signaux L5/E5a (préalable au mode de navigation stabilisée) et une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs SBAS DFMC qui traitent des signaux centrés sur les fréquences L1/E1 et L5/E5a doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-160 et illustrés à la Figure B-35, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de –162,5 dBW pour le signal SBAS L5, de –159,4 dBW pour le signal GPS L5 et de –160,4 dBW pour le signal Galileo E5a à la borne de l'antenne.

3.7.2.3.2 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs SBAS DFMC qui traitent des signaux centrés sur les fréquences L1/E1 et L5/E5a doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-160 et illustrés à la Figure B-35, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de –163 dBW pour les signaux GPS L1 et SBAS L1, et de –162,25 dBW pour le signal Galileo E1 à la borne de l'antenne. Durant l'acquisition initiale des signaux L1/E1, les récepteurs SBAS DFMC doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau B-160.

Note.— Les seuils de brouillage par ondes entretenues des récepteurs SBAS DMFC déterminent les niveaux de puissance du brouillage applicable à la gamme de fréquences définie au Tableau B-160.

3.7.2.4 *RÉCEPTEURS BDS*

3.7.2.4.1 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs BDS B1I doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-161 et illustrés à la Figure B-, dans l'hypothèse d'un niveau de signal BDS désiré de –164,5 dBW à la borne de l'antenne. Durant l'acquisition initiale (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs BDS B1I doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau TAB-04B.

3.7.2.4.2 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs BDS B1C/B2a doivent satisfaire aux critères de performance en présence d'un niveau de puissance à la borne de l'antenne égal à l'un des seuils de brouillage définis au Tableau B-162 et illustrés à la Figure B-36B, dans l'hypothèse d'un niveau de signal BDS désiré de –163,5 dBW à la borne de l'antenne pour le signal B1C et de –160,5 dBW pour le signal B2a. Durant l'acquisition initiale des signaux (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs BDS B1C/B2a doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau B-162.

Tableau B-156. Récepteurs GPS L1 et SBAS L1 en mode de navigation stabilisée: seuils de brouillage par ondes entretenues

Gamme de fréquences f_1 du signal brouilleur	Seuil de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée
f_i ≤ 1 315 MHz	-4,5 dBW
1 315 MHz < f_i ≤ 1 500 MHz	Décroissant linéairement de −4,5 dBW à -38 dBW
1 500 MHz < fi £ 1 525 MHz	Décroissant linéairement de -38 dBW à -42 dBW
1 525 MHz < f_i ≤ 1 565,42 MHz	Décroissant linéairement de −42 dBW à −150,5 dBW
1 565,42 MHz < f_i ≤ 1 585,42 MHz	−150,5 dBW
1 585,42 MHz < f_i ≤ 1 610 MHz	Croissant linéairement de −150,5 dBW à −60 dBW
1 610 MHz < f_i ≤ 1 618 MHz	Croissant linéairement de −60 dBW à −42 dBW
1 618 MHz < f_i ≤ 2 000 MHz	Croissant linéairement de −42 dBW à −8,5 dBW*
1 618 MHz < f_i ≤ 1 626,5 MHz	Croissant linéairement de −60 dBW à −22 dBW**
1 626,5 MHz < f_i ≤ 2 000 MHz	Croissant linéairement de −22 dBW à −8,5 dBW**
f_i > 2 000 MHz	−8,5 dBW

* S'applique aux installations embarquées ne comprenant pas d'équipement de communications par satellite.

** S'applique aux installations embarquées comprenant un équipement de communications par satellite.

.

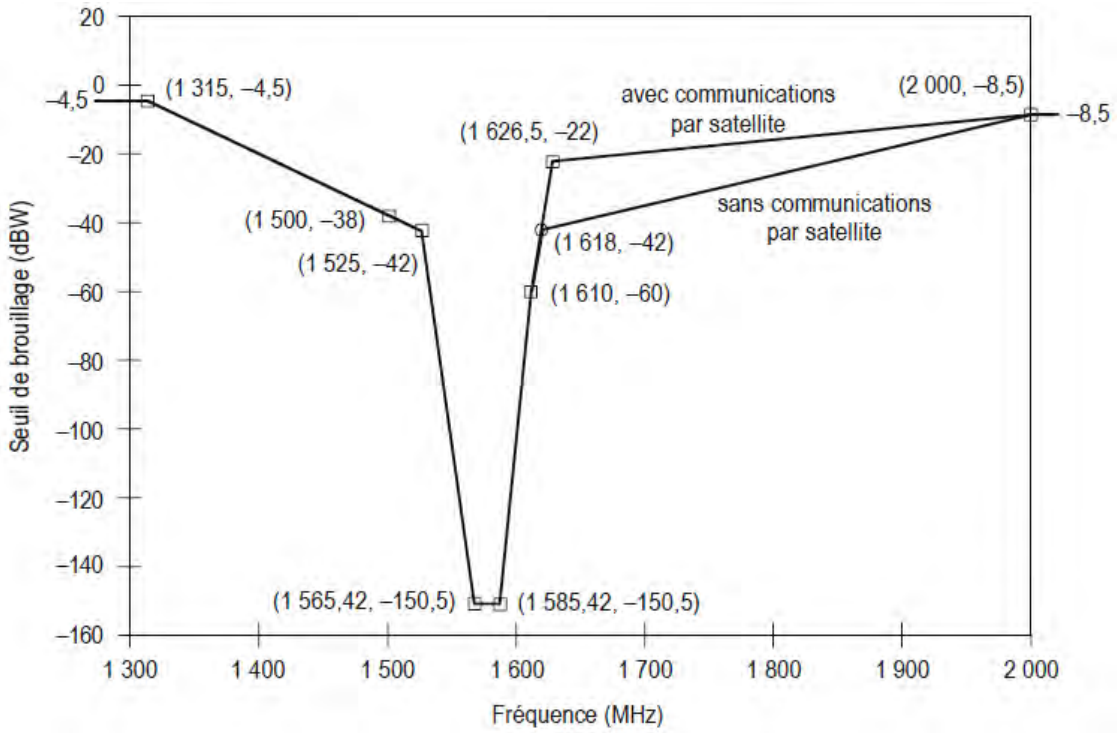


Figure B-31. Brouillage par ondes entretenues : seuil de brouillage des récepteurs GPS L1 et SBAS L1 en mode de navigation stabilisée

Tableau B-157. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée :seuils de brouillage par ondes entretenues

Gamme de fréquences f_1 du signal brouilleur	Seuil de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée
f_i ≤ 1 315 MHz	-4,5 dBW
1 315 MHz < f_i £ 1 562,15625 MHz	Décroissant linéairement de -4,5 dBW à -42 dBW
1 562,15625 MHz < f_i £ 1 583,65625 MHz	Décroissant linéairement de -42 dBW à -80 dBW
1 583,65625 MHz < f_i £ 1 592,9525 MHz	Décroissant linéairement de -80 dBW à -149 dBW
1 592,9525 MHz < f_i £ 1 609,36 MHz	-149 dBW
1 609,36 MHz < f_i £ 1 613,65625 MHz	Croissant linéairement de -149 dBW à -80 dBW
1 613,65625 MHz < fi £ 1635,15625 MHz	Croissant linéairement de -80 dBW à -42 dBW*
1 613,65625 MHz < f_i £ 1 626,15625 MHz	Croissant linéairement de -80 dBW à -22 dBW**
1 635,15625 MHz < f_i £ 2 000 MHz	Croissant linéairement de -42 dBW à -8,5 dBW*
1 626,15625 MHz < f_i £ 2 000 MHz	Croissant linéairement de -22 dBW à -8,5 dBW**
f_i > 2 000 MHz	−8,5 dBW

* S'applique aux installations embarquées ne comprenant pas d'équipement de communications par satellite.

** S'applique aux installations embarquées comprenant un équipement de communications par satellite.

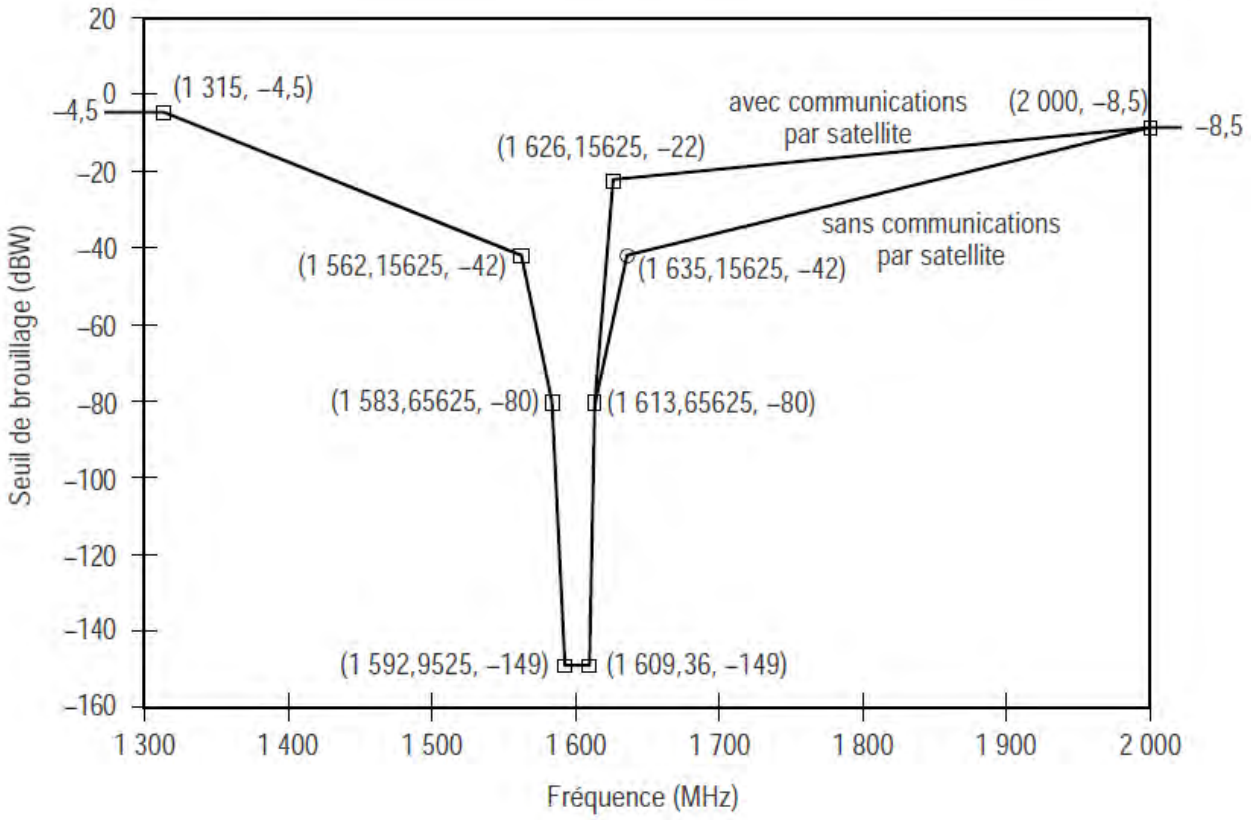


Figure B-32. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée

Tableau B-158. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage par ondes entretenues

Gamme de fréquences f_i du signal brouilleur	Seuils de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée
$f_i \leq 1\,315$ MHz	–4,5 dBW
1 315 MHz < $f_i \leq$ 1 562,15625 MHz	Décroissant linéairement de –4,5 dBW à –42 dBW
1 562,15625 MHz < $f_i \leq$ 1 583,65625 MHz	Décroissant linéairement de –42 dBW à –80 dBW
1 583,65625 MHz < $f_i \leq$ 1 592,9525 MHz	Décroissant linéairement de –80 dBW à –149 dBW
1 592,9525 MHz < $f_i \leq$ 1 609,36 MHz	–149 dBW
1 609,36 MHz < $f_i \leq$ 1 613,65625 MHz	Croissant linéairement de –149 dBW à –80 dBW
1 613,65625 MHz < $f_i \leq$ 1 635,15625 MHz	Croissant linéairement de –80 dBW à –42 dBW*
1 613,65625 MHz < $f_i \leq$ 1 626,15625 MHz	Croissant linéairement de –80 dBW à –22 dBW**
1 635,15625 MHz < $f_i \leq$ 2 000 MHz	Croissant linéairement de –42 dBW à –8,5 dBW*
1 626,15625 MHz < $f_i \leq$ 2 000 MHz	Croissant linéairement de –22 dBW à –8,5 dBW**
f_i > 2 000 MHz	–8,5 dBW

* S'applique aux installations embarquées ne comprenant pas d'équipement de communications par satellite.
** S'applique aux installations embarquées comprenant un équipement de communications par satellite.

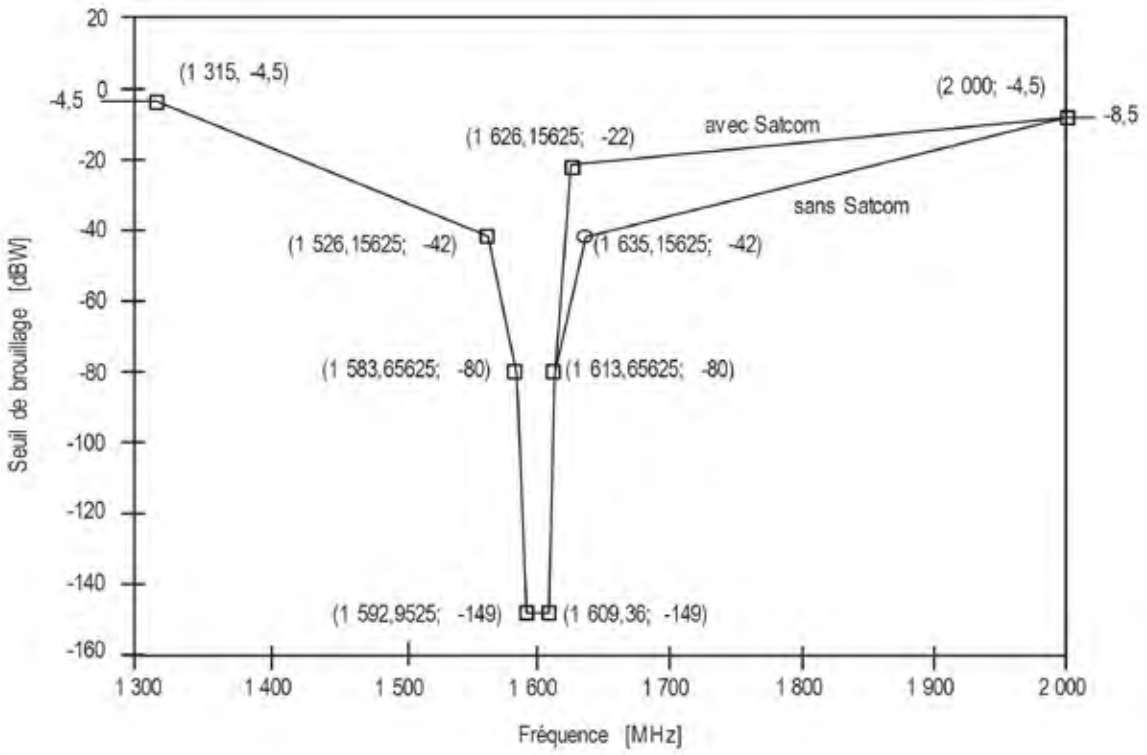


Figure B-33. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée

Tableau B-159. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L3 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage par ondes entretenues

Gamme de fréquences f_i du signal brouilleur	Seuils de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée
$f_i \leq 908$ MHz	–4,5 dBW
908 MHz < $f_i \leq$ 1 155,775 MHz	Décroissant linéairement de –4,5 dBW à –42 dBW
1 155,775 MHz < $f_i \leq$ 1 178,775 MHz	Décroissant linéairement de –42 dBW à –73 dBW
1 178,775 MHz < $f_i \leq$ 1 191,775 MHz	Décroissant linéairement de –73 dBW à –143 dBW
1 191,775 MHz < $f_i \leq$ 1 212,275 MHz	–143 dBW
1 212,275 MHz < $f_i \leq$ 1 224,875 MHz	Croissant linéairement de –143 dBW à –73 dBW
1 224,875 MHz < $f_i \leq$ 1 244,375 MHz	Croissant linéairement de –73 dBW à –42 dBW
1 244,375 MHz < $f_i \leq$ 1 492,125 MHz	Croissant linéairement de –42 dBW à –4,5 dBW
f_i > 1 492,125 MHz	–4,5 dBW

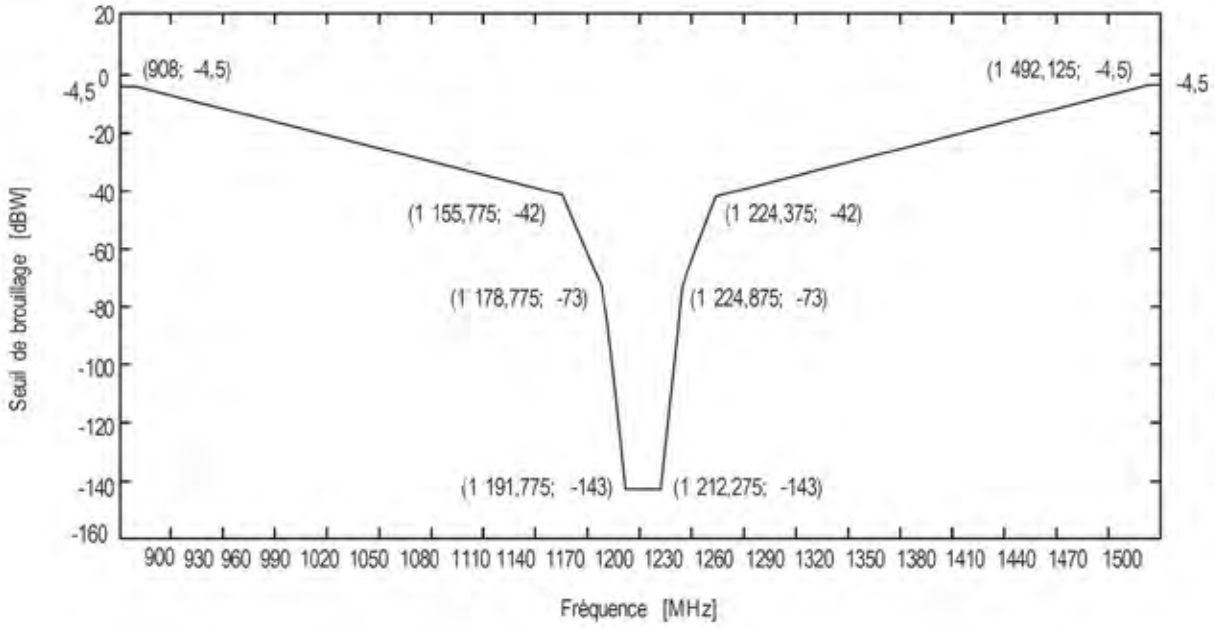


Figure B-34. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L3 en mode de navigation stabilisée

Tableau B-160. Récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5a et SBAS DFMC : seuils de brouillage par ondes entretenues

Gamme de fréquences f_i du signal brouilleur	Seuils de brouillage des récepteurs
$f_i \leq 1\,000$ MHz	–21 dBW
1 000 MHz < $f_i \leq$ 1 100,45 MHz	Décroissant linéairement de –21 dBW à –44 dBW
1 100,45 MHz < $f_i \leq$ 1 148,45 MHz	Décroissant linéairement de –44 dBW à –54 dBW
1 148,45 MHz < $f_i \leq$ 1 166,45 MHz	Décroissant linéairement de –54 dBW à –145 dBW
1 166,45 MHz < $f_i \leq$ 1 186,45 MHz	–145 dBW
1 186,45 MHz < $f_i \leq$ 1 205,45 MHz	Croissant linéairement de –145 dBW à –54 dBW
1 205,45 MHz < $f_i \leq$ 1 252,45 MHz	Croissant linéairement de –54 dBW à –43 dBW
1 252,45 MHz < $f_i \leq$ 1 315 MHz	Croissant linéairement de –43 dBW à –39 dBW
1 315 MHz < $f_i \leq$ 1 525 MHz	Croissant linéairement de –39 dBW à –31,5 dBW
1 525 MHz < $f_i \leq$ 1 531 MHz	Décroissant linéairement de –31,5 dBW à –34 dBW
1 531 MHz < $f_i \leq$ 1 536 MHz	Décroissant linéairement de –34 dBW à –65 dBW
1 536 MHz < $f_i \leq$ 1 565,42 MHz	Décroissant linéairement de –65 dBW à –150,5 dBW
1 565,42 MHz < $f_i \leq$ 1 585,42 MHz	–150,5 dBW
1 585,42 MHz < $f_i \leq$ 1 610 MHz	Croissant linéairement de –150,5 dBW à –60 dBW
1 610 MHz < $f_i \leq$ 1 618 MHz	Croissant linéairement de –60 dBW à –42 dBW*
1 618 MHz < $f_i \leq$ 2 000 MHz	Croissant linéairement de –42 dBW à –12 dBW*
1 618 MHz < $f_i \leq$ 1 626,5 MHz	Croissant linéairement de –42 dBW à –22 dBW*
1 626,5 MHz < $f_i \leq$ 2 000 MHz	Croissant linéairement de –22 dBW à –12 dBW**
f_i > 2 000 MHz	–12 dBW**

* S'applique aux installations embarquées ne comprenant pas d'équipement de communications par satellite.
** S'applique aux installations embarquées comprenant un équipement de communications par satellite.

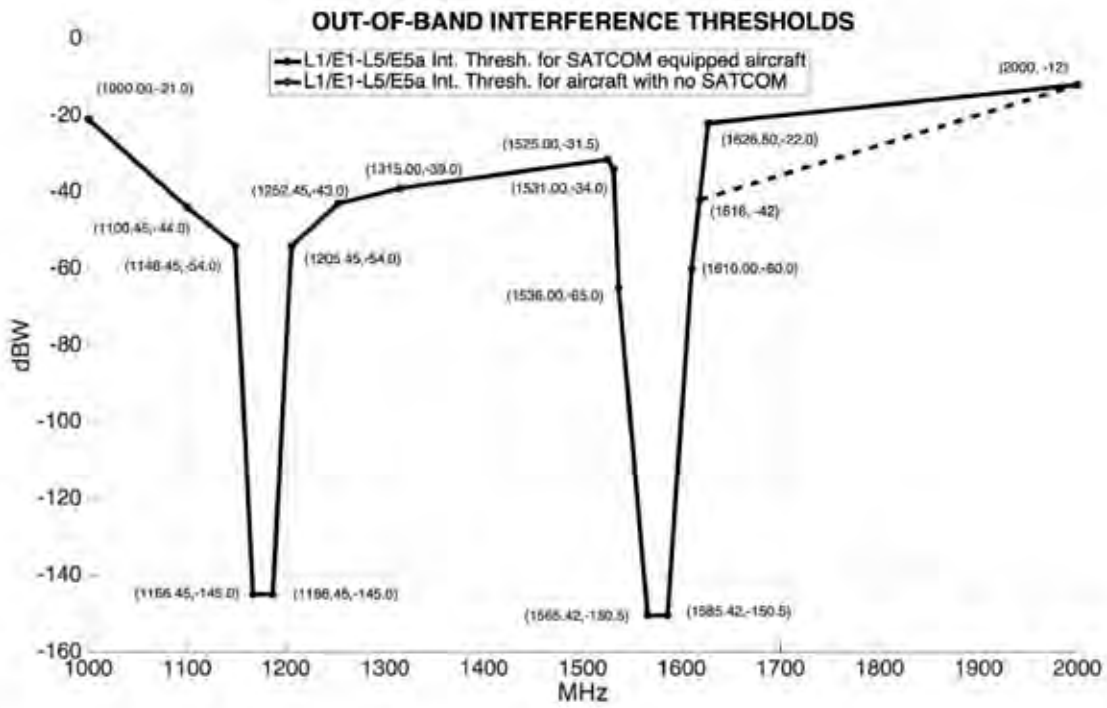


Figure FIG-35. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5A et SBAS DFMC

Tableau B-161. Récepteurs BDS B1I en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage par ondes entretenues

Gamme de fréquences f_i du signal brouilleur	Seuils de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée
$f_i \leq 1\,465$ MHz	–18 dBW
1 465 MHz < $f_i \leq 1\,528$ MHz	Décroissant linéairement de –18 dBW à –30 dBW
1 528 MHz < $f_i \leq 1\,559{,}052$ MHz	Décroissant linéairement de –30 dBW à –150,5 dBW
1 559,052 MHz < $f_i \leq 1\,563{,}144$ MHz	–150,5 dBW
1 563,144 MHz < $f_i \leq 1\,610$ MHz	Croissant linéairement de –150,5 dBW à–60 dBW
1 610 MHz < $f_i \leq 1\,618$ MHz	Croissant linéairement de –60 dBW à –42 dBW*
1 618 MHz < $f_i \leq 2\,000$ MHz	Croissant linéairement de –42 dBW à –8,5 dBW*
1 610 MHz < $f_i \leq 1\,626{,}5$ MHz	Croissant linéairement de –60 dBW à –22 dBW**
1 626,5 MHz < $f_i \leq 2\,000$ MHz	Croissant linéairement de –22 dBW à –8,5 dBW**
$f_i > 2\,000$ MHz	–8,5 dBW

* S'applique aux installations embarquées ne comprenant pas un équipement de communications par satellite.
** S'applique aux installations embarquées comprenant un équipement de communications par satellite.

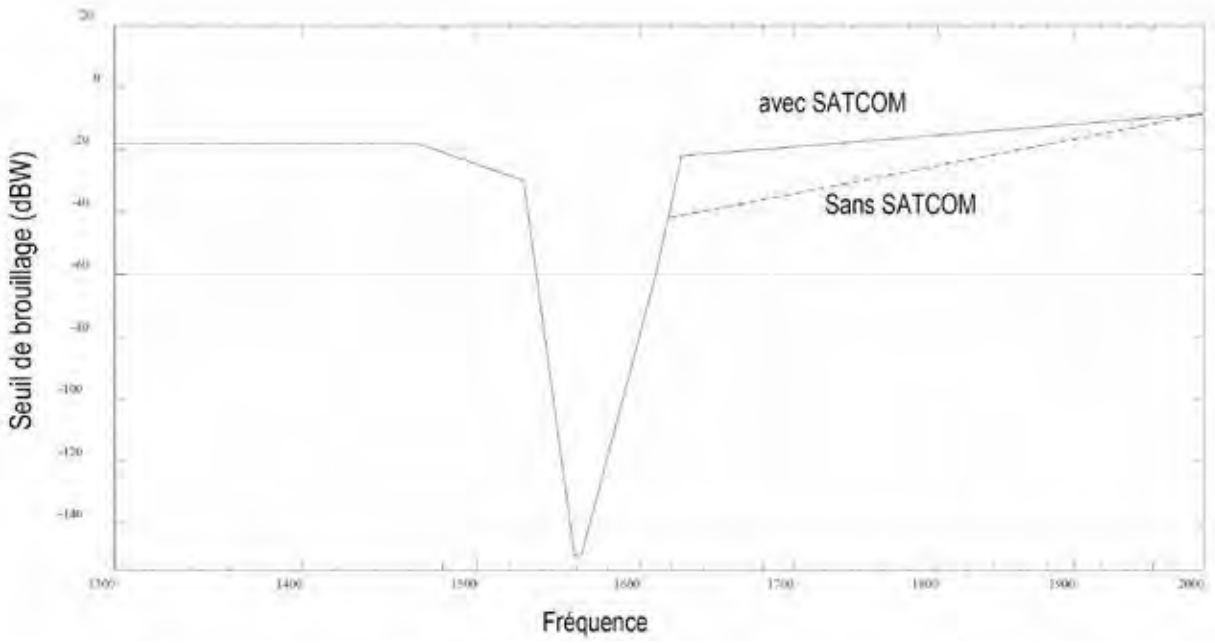


Figure B-36A. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs BDS B1I en mode de navigation stabilisée

Tableau B-162. Récepteurs BDS B1C/B2a en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage par ondes entretenues

Gamme de fréquences f_i du signal brouilleur	Seuils de brouillage des récepteurs
$f_i \leq 1\,000$ MHz	–24 dBW
1 000 MHz < $f_i \leq$ 1 100,45 MHz	Décroissant linéairement de –24 dBW à –44 dBW
1 100,45 MHz < $f_i \leq$ 1 148,45 MHz	Décroissant linéairement de –44 dBW à –54 dBW
1 148,45 MHz < $f_i \leq$ 1 166,45 MHz	Décroissant linéairement de –54 dBW à –145 dBW
1 166,45 MHz < $f_i \leq$ 1 186,45 MHz	–145 dBW
1 186,45 MHz < $f_i \leq$ 1 205,45 MHz	Croissant linéairement de –145 dBW à –54 dBW
1 205,45 MHz < $f_i \leq$ 1 252,45 MHz	Croissant linéairement de –54 dBW à –43 dBW
1 252,45 MHz < $f_i \leq$ 1 315 MHz	Croissant linéairement de –43 dBW à –39 dBW
1 315 MHz < $f_i \leq$ 1 525 MHz	Croissant linéairement de –39 dBW à –31,5 dBW
1 525 MHz < $f_i \leq$ 1 531 MHz	Décroissant linéairement de –31,5 dBW à –34 dBW
1 531 MHz < $f_i \leq$ 1 536 MHz	Décroissant linéairement de –34 dBW à –65 dBW
1 536 MHz < $f_i \leq$ 1 565,42 MHz	Décroissant linéairement de –65 dBW à –150,5 dBW
1 565,42 MHz < $f_i \leq$ 1 585,42 MHz	–150,5 dBW
1 585,42 MHz < $f_i \leq$ 1 610 MHz	Croissant linéairement de –150,5 dBW à –60 dBW
1 610 MHz < $f_i \leq$ 1 618 MHz	Croissant linéairement de –60 dBW à –42 dBW*
1 618 MHz < $f_i \leq$ 2 000 MHz	Croissant linéairement de –42 dBW à –8,5 dBW*
1 618 MHz < $f_i \leq$ 1 626,5 MHz	Croissant linéairement de –60 dBW à –22 dBW**
1 626,5 MHz < $f_i \leq$ 2 000 MHz	Croissant linéairement de –22 dBW à –8,5 dBW**
f_i > 2 000 MHz	–8,5 dBW

* S'applique aux installations embarquées ne comprenant pas un équipement de communications par satellite.
** S'applique aux installations embarquées comprenant un équipement de communications par satellite.

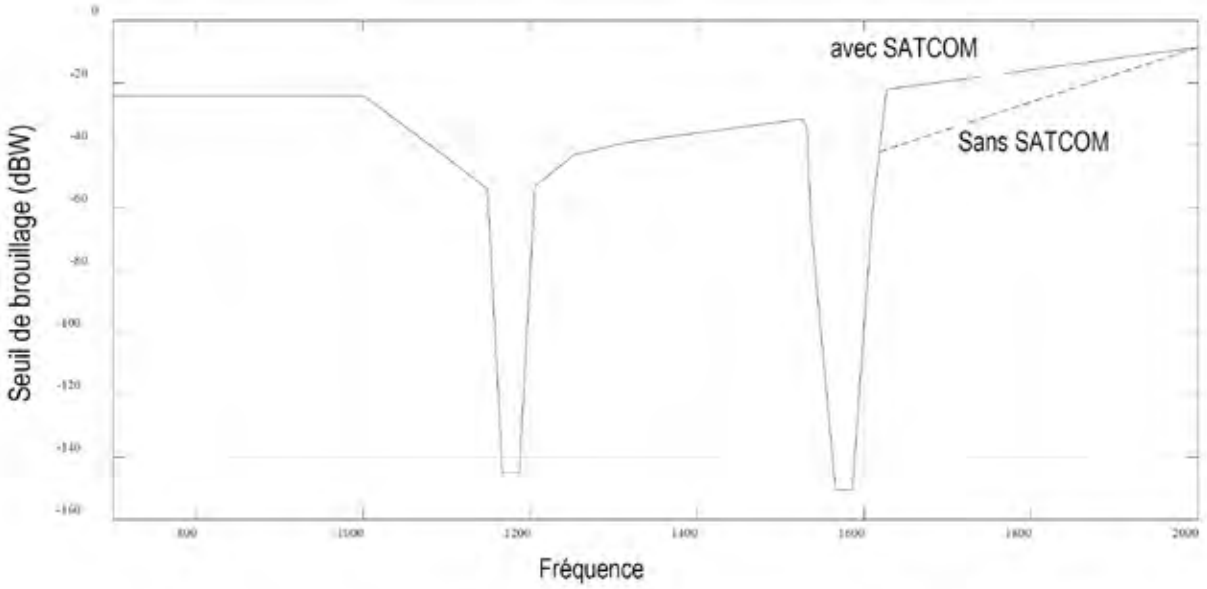


Figure B-36B. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs BDS B1C/B2a en mode de navigation stabilisée

3.7.3 BRUIT A LARGEUR DE BANDE LIMITEE DE TYPE BROUILLAGE

3.7.3.1 *RECEPTEURS GPS L1 et SBAS L1*

3.7.3.1.1 Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer qu'une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs GPS L1 et SBAS L1 satisfont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences 1 575,42 MHz ± $Bw_i/2$ et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-169 et illustrés à la Figure B-37, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de -164 dBW à la borne de l'antenne.

Note.— Bw_i représente ici la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.

3.7.3.1.2 Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que durant l'acquisition initiale des signaux GPS et SBAS (préalable à la navigation en mode stabilisée), les récepteurs GPS L1 et SBAS L1 satisfont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau B- 83.

3.7.3.2 *RECEPTEURS GLONASS*

3.7.3.2.1 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 (à l'exception de ceux qui sont spécifiés au § 3.7.3.2.1.1) doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la bande de fréquences f_k ±$Bw_i/2$ et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils spécifiés au Tableau B-170 et illustrés à la Figure B-38, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de -166,5 dBW à la borne de l'antenne.

3.7.3.2.1.1 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 utilisés dans toutes les phases de vol (à l'exception de ceux qui sont utilisés pour les approches de précision) et mis en service avant le 1er janvier 2017 doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la bande de fréquences f_k ±$Bw_i/2$ et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne est de 3 dB inférieur aux seuils spécifiés au Tableau B-170 et illustrés à la Figure B-38, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de -166,5 dBW à la borne de l'antenne.

Note.— f_k est la fréquence centrale du canal GLONASS considéré (f_k = 1 602 MHz + k x 0,5625 MHz, k = -7 à +6), comme l'indique le Tableau B-15 et Bw_i est la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.

3.7.3.2.1.2 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans les bandes L1 et L3 doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la bande de fréquences fk ±Bwi/2 et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils spécifiés aux tableaux B-163 et B-164 et illustrés aux Figures FIG-39 et FIG-40, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de -161,5 dBW à la borne de l'antenne.

3.7.3.2.2 Durant l'acquisition initiale des signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs GLONASS doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau B-170.

3.7.3.2.2.1 Durant l'acquisition initiale des signaux GLONASS à modulation AMRC dans les bandes L1 et L3 (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs GLONASS doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux des tableaux B-163 et B-164.

3.7.3.3 *RÉCEPTEURS GPS L1/L5, GALILEO E1/E5A ET SBAS DFMC*

3.7.3.3.1 Durant l'acquisition initiale des signaux L5/E5a (préalable au mode de navigation stabilisée) et une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5a et SBAS DFMC qui traitent des signaux centrés sur les fréquences L1/E1 et L5/E5a doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences 1 176,45 MHz ± Bwi/2 et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-165 et illustrés à la Figure B-41, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de -162,5 dBW pour le signal SBAS L5, de -159,4 dBW pour le signal GPS L5 et de -160,4 dBW pour le signal Galileo E5a à la sortie de l'antenne.

Note.— Bwi représente ici la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.

3.7.3.3.2 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5a et SBAS DFMC qui traitent des signaux centrés sur les fréquences L1/E1 et L5/E5a doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences 1 575,42 MHz ±Bwi/2 et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-169 et illustrés à la Figure B-37, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de -163 dBW pour les signaux GPS et SBAS L1 et de –162,25 dBW pour le signal Galileo E5a à la borne de l'antenne. Durant l'acquisition initiale des signaux L1/E1, les récepteurs SBAS DFMC doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau B-83.

Note.— Bwi représente ici la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.

3.7.3.4 *RÉCEPTEURS BDS*

3.7.3.4.1 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs BDS B1I doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences 1 561,098 MHz ±Bwi/2 et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-166 et illustrés à la Figure B-42A, dans l'hypothèse d'un niveau de signal B1I désiré de -164,5 dBW à la sortie de l'antenne. Durant l'acquisition initiale des signaux BDS B1I (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs BDS doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau B-166.

Note.— Bwi représente ici la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.

3.7.3.4.2 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs BDS B1C doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences 1 575,42 MHz ±Bwi/2 et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-167 et illustrés à la Figure B-42B, dans l'hypothèse d'un niveau de signal B1C désiré de –163.5 dBW à la sortie de l'antenne. Durant l'acquisition initiale des signaux BDS B1C (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs BDS doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau B-167.

Note.— Bwi représente ici la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.

3.7.3.4.3 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs BDS B2a doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences 1 176,45 MHz ±Bwi/2 et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-168 et illustrés à la figure B-42C, dans l'hypothèse d'un niveau de signal B2a désiré de –160,5 dBW à la sortie de l'antenne. Durant l'acquisition initiale des signaux BDS B2a (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs BDS doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau B-168.

Note.— Bwi représente ici la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.

3.7.3.5 *Brouillage par impulsions*. Une fois en mode de navigation stabilisée, le récepteur GNSS doit satisfaire aux critères de performance lors de la réception des signaux de brouillage par impulsions présentant les caractéristiques indiquées au Tableau B-171, dans lequel le seuil de brouillage est défini à l'accès de l'antenne.

3.7.3.6 Les récepteurs GNSS ne doivent pas produire d'informations trompeuses en présence de brouillage, y compris à des niveaux de brouillage supérieurs à ceux qui sont spécifiés au § 3.7.

Note.— Des éléments indicatifs sur cette spécification figurent au Supplément D, § 10.5.

Tableau B- 169. Récepteurs GPS L1 et SBAS L1 en mode de navigation stabilisée: seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée (cf. 3.7.3.1.2)

Largeur de bande de brouillage	Seuil de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée
0 Hz < Bw_i ≤ 700 Hz	-150,5 dBW
700 Hz < Bw_i ≤ 10 kHz	Croissant linéairement de -150,5 à -143,5 dBW
10 kHz < Bw_i ≤ 100 kHz	Croissant linéairement de -143,5 à -140,5 dBW
100 kHz < Bw_i ≤ 1 MHz	- 140,5 dBW
1 MHz < Bw_i ≤ 20 MHz	Croissant linéairement de -140,5 à -127,5 dBW*
20 MHz < Bw_i ≤ 30 MHz	Croissant linéairement de -127,5 à -121,1 dBW*
30 MHz < Bw_i ≤ 40 MHz	Croissant linéairement de -121,1 à -119,5 dBW*
40 MHz < Bw_i	-119,5 dBW*

* Le seuil de brouillage ne doit pas dépasser -140,5 dBW/MHz dans la gamme de fréquences 1 575,42 ±10 MHz.

Tableau B-170. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée

Largeur de bande de brouillage	Seuil de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée
0 Hz < Bw_i £ 1 kHz	-149 dBW
1 kHz < Bw_i £ 10 kHz	Croissant linéairement de -149 à -143 dBW
10 kHz < Bw_i £ 0,5 MHz	-143 dBW
0,5 MHz < Bw_i £ 10 MHz	Croissant linéairement de -143 à -130 dBW
10 MHz < Bw_i	-130 dBW

Tableau B-163. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée

Largeur de bande du brouillage	Seuil de brouillage
0 Hz < $Bw_i \leq$ 1 kHz	–149 dBW
1 kHz < $Bw_i \leq$ 10 kHz	Croissant linéairement de –149 à –143 dBW
10 kHz < $Bw_i \leq$ 0,5 MHz	–143 dBW
0,5 MHz < $Bw_i \leq$ 10 MHz	Croissant linéairement de –143 à –130 dBW
10 MHz < Bw_i	–130 dBW

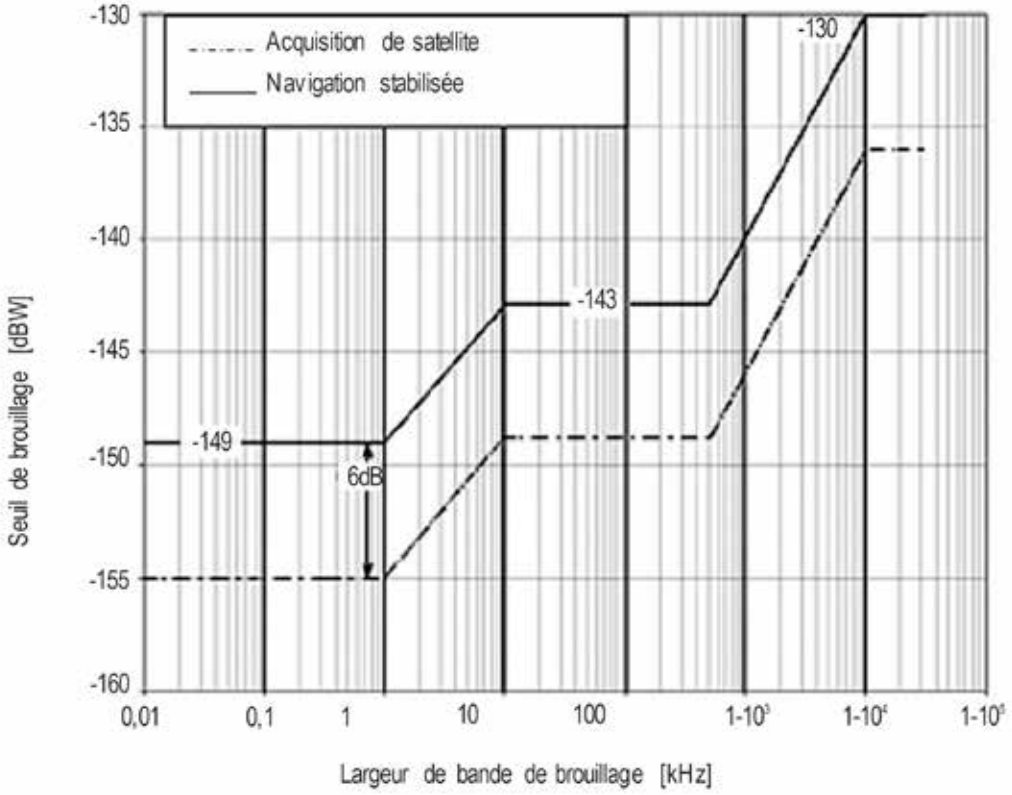


Figure B-39. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L1

Tableau B-164. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L3 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée

Largeur de bande du brouillage	Seuil de brouillage
0 Hz < Bw_i ≤ 1 kHz	–143 dBW
1 kHz < Bw_i ≤ 1 MHz	Croissant linéairement de –143 à –140 dBW
1 MHz < Bw_i ≤ 20 MHz	Croissant linéairement de –140 à –126,9 dBW
20 MHz < Bw_i	–126,9 dBW

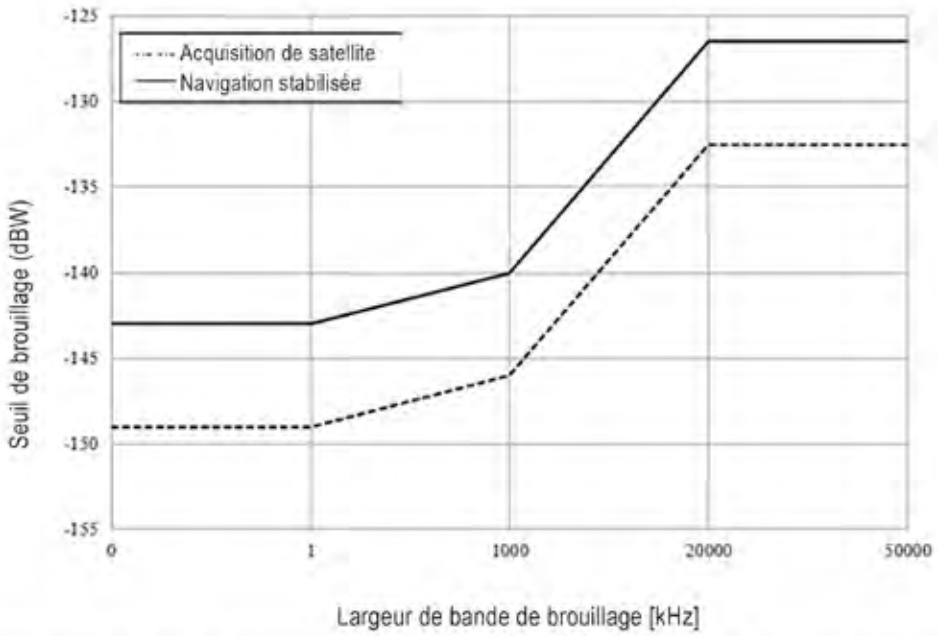


Figure B-40. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L3

Tableau B-165. Récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5a et SBAS DFMC : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée

Largeur de bande du brouillage	Seuil de brouillage des récepteurs
0 Hz < $Bw_i \leq$ 1kHz	–145,0 dBW
1 kHz < $Bw_i \leq$ 10 kHz	Croissant linéairement de –145,0 à –137,5 dBW
10 kHz < $Bw_i \leq$ 100 kHz	Croissant linéairement de –137,5 à –133,9 dBW
100 kHz < $Bw_i \leq$ 1 MHz	Croissant linéairement de –133,9 à –133,0 dBW
1 MHz < $Bw_i \leq$ 10 MHz	Croissant linéairement de –133,0 à –131,7 dBW*
10 MHz < $Bw_i \leq$ 40 MHz	Croissant linéairement de –131,7 à –127,0 dBW*

* Le seuil de brouillage ne doit pas dépasser –134,0 dBW/MHz dans la gamme de fréquences 1 176,45 ±10 MHz.

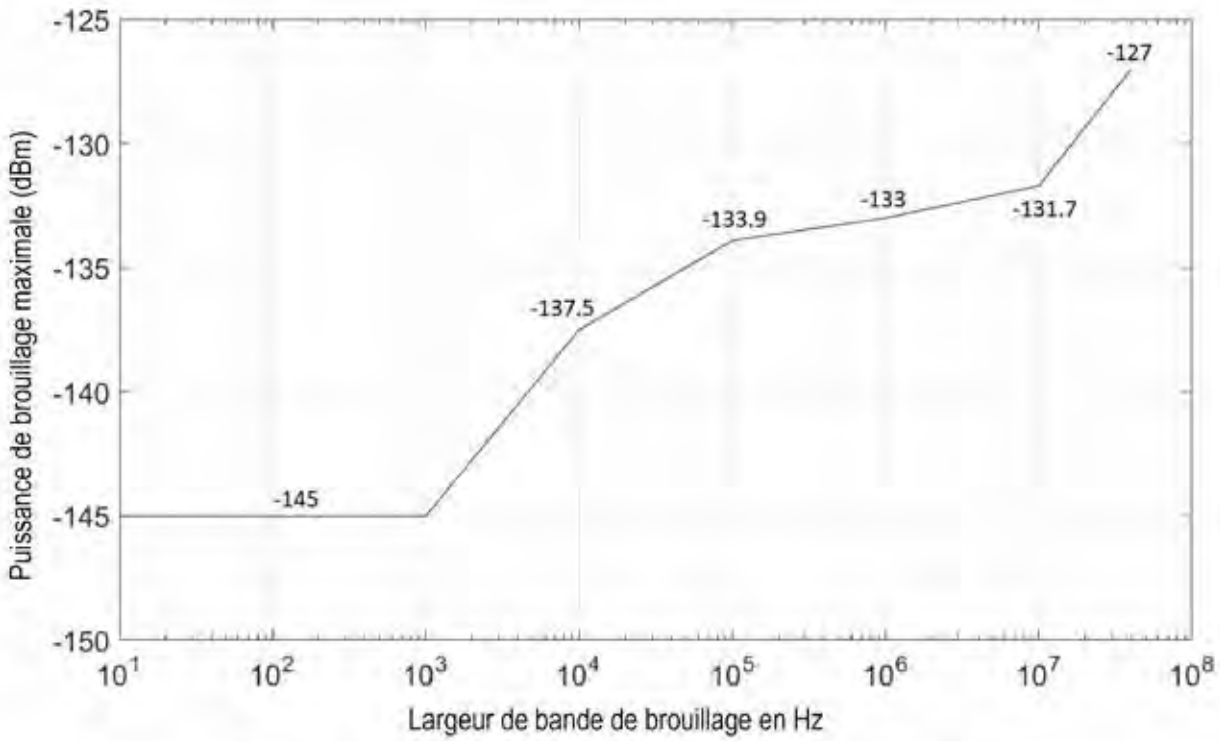


Figure B-41. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5A et SBAS DFMC

Tableau B-166. Récepteurs BDS B1I en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée

Largeur de bande du brouillage	Seuil de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée
0 Hz < Bw_i ≤ 700 Hz	–150,5 dBW
700 Hz < Bw_i ≤ 10 kHz	Croissant linéairement de 150,5 à –143,5 dBW
10 kHz < Bw_i ≤ 100 kHz	Croissant linéairement de 143,5 à –140,5 dBW
100 kHz < Bw_i ≤ 1 MHz	–140,5 dBW
1 MHz < Bw_i ≤ 4,096 MHz	Croissant linéairement de –140,5 dBW à –134,4 dBW
4,096 MHz < Bw_i ≤ 30 MHz	Croissant linéairement de –134,4 dBW à –126,0 dBW
10 MHz < Bw_i	–126,0 dBW

* Le seuil de brouillage ne doit pas dépasser –140,50 dBW/MHz dans la gamme de fréquences 1 561,098 ± 2,046 MHz.

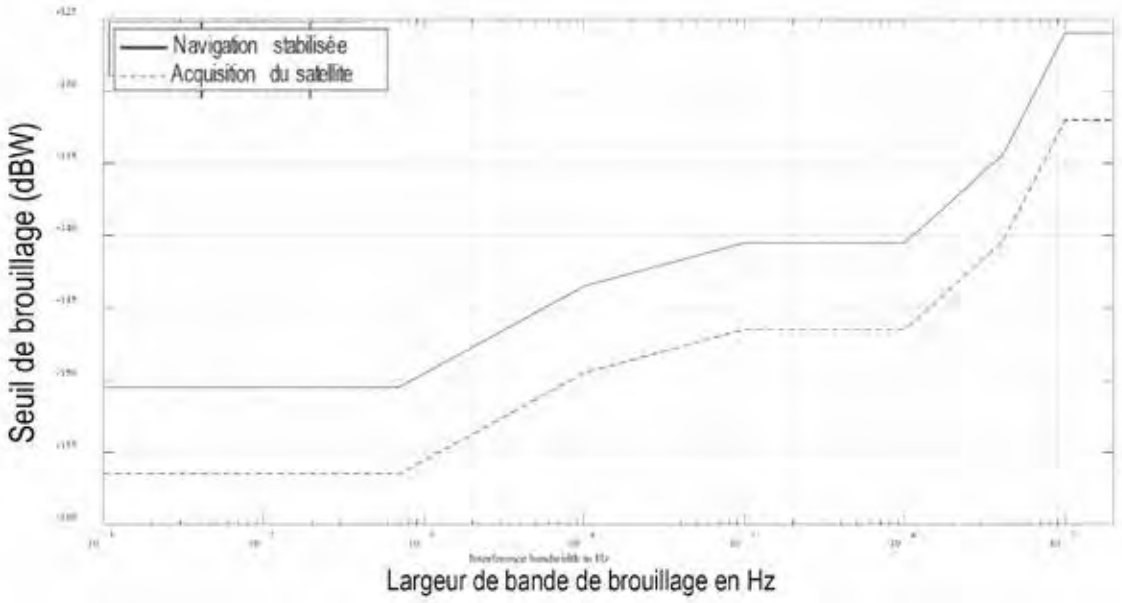


Figure B-42A. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs BDS B1I

Tableau B-167. Récepteurs BDS B1C en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée

Largeur de bande du brouillage	Seuil de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée
0 Hz < Bw_i ≤ 700 Hz	–150,5 dBW
700 Hz < Bw_i ≤ 10 kHz	Croissant linéairement de –150,5 à –143,5 dBW
10 kHz < Bw_i ≤ 100 kHz	Croissant linéairement de –143,5 à –140,5 dBW
100 kHz < Bw_i ≤ 1 MHz	–140,5 dBW
1 MHz < Bw_i ≤ 20 MHz	Croissant linéairement de –140,5 à –127,5 dBW*
20 MHz < Bw_i ≤ 30 MHz	Croissant linéairement de –127,5 à –121,1 dBW*
30 MHz < Bw_i ≤ 40 MHz	Croissant linéairement de –121,1 à –119,5 dBW*
40 MHz < Bw_i	–119,5 dBW*

* Le seuil de brouillage ne doit pas dépasser –140,5 dBW/MHz dans la gamme de fréquences 1 575,42 ±10 MHz.

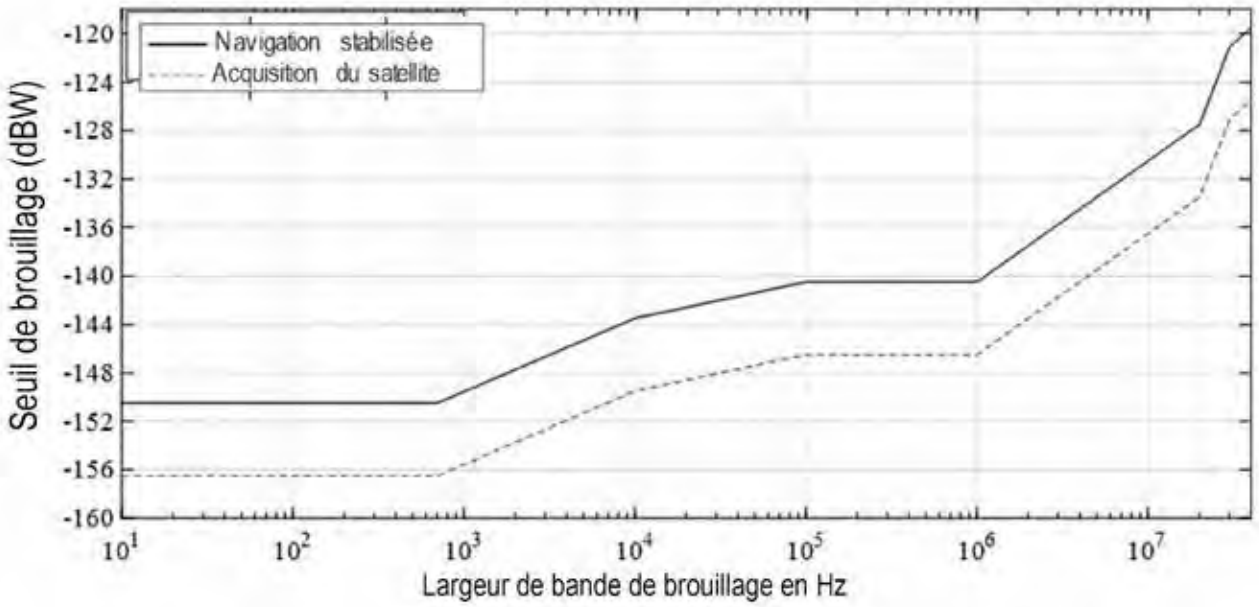


Figure B-42B. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs BDS B1C

Tableau B-168. Récepteurs BDS B2a en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée

Largeur de bande du brouillage	Seuil de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée
0 Hz < Bw_i ≤ 1kHz	–145,0 dBW
1 kHz < Bw_i ≤ 10 kHz	Croissant linéairement de –145,0 à –137,5 dBW
10 kHz < Bw_i ≤ 100 kHz	Croissant linéairement de –137,5 à –133,9 dBW
100 kHz < Bw_i ≤ 1 MHz	Croissant linéairement de –133,9 à –133,0 dBW
1 MHz < Bw_i ≤ 10 MHz	Croissant linéairement de –133,0 à –131,7 dBW*
10 MHz < Bw_i ≤ 40 MHz	Croissant linéairement de –131,7 à –127,0 dBW*

* Le seuil de brouillage ne doit pas dépasser —134,0 dBW/MHz dans la gamme de fréquences 1 176,45 ±10 MHz.

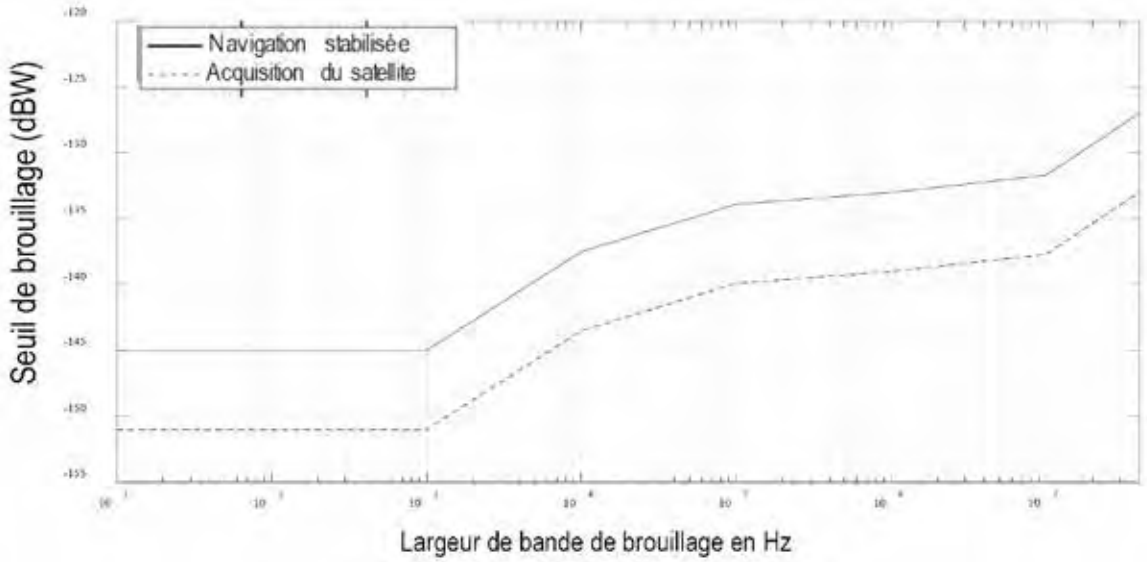


Figure B-42C. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs BDS B2a

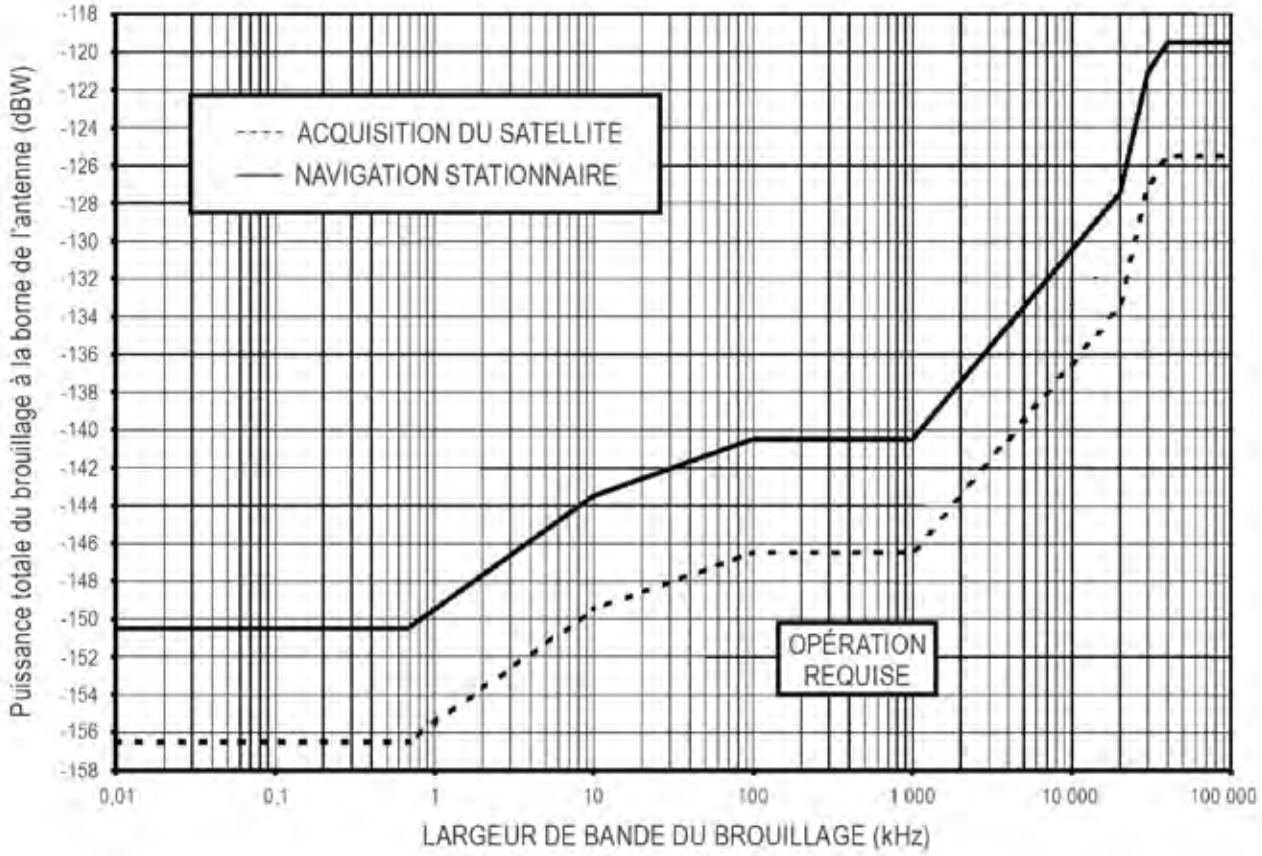


Figure B-37. Seuil de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs GPS L1 et SBAS L1

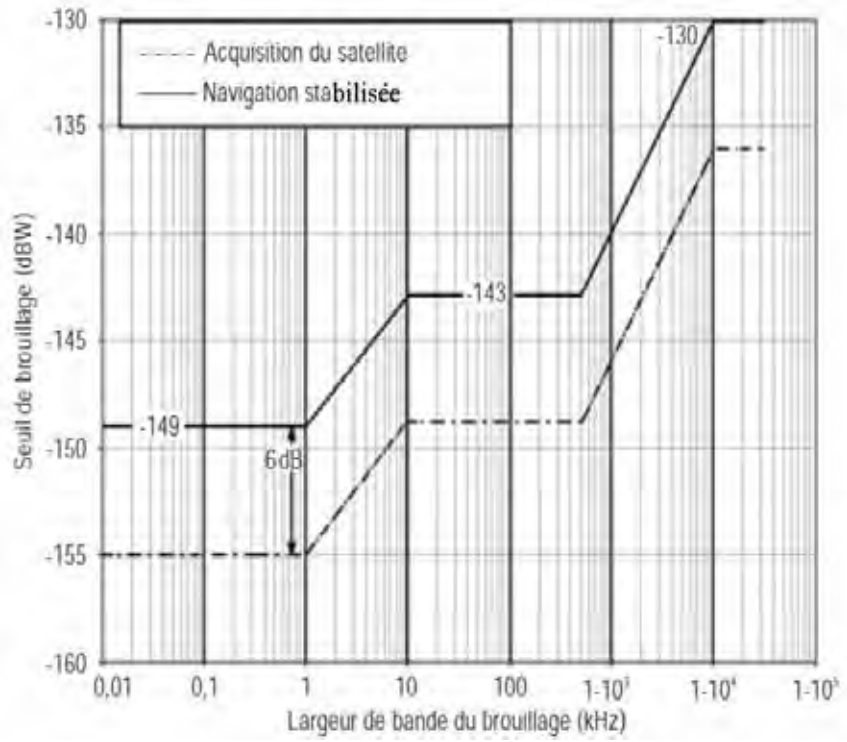


Figure B-38. Seuil de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1

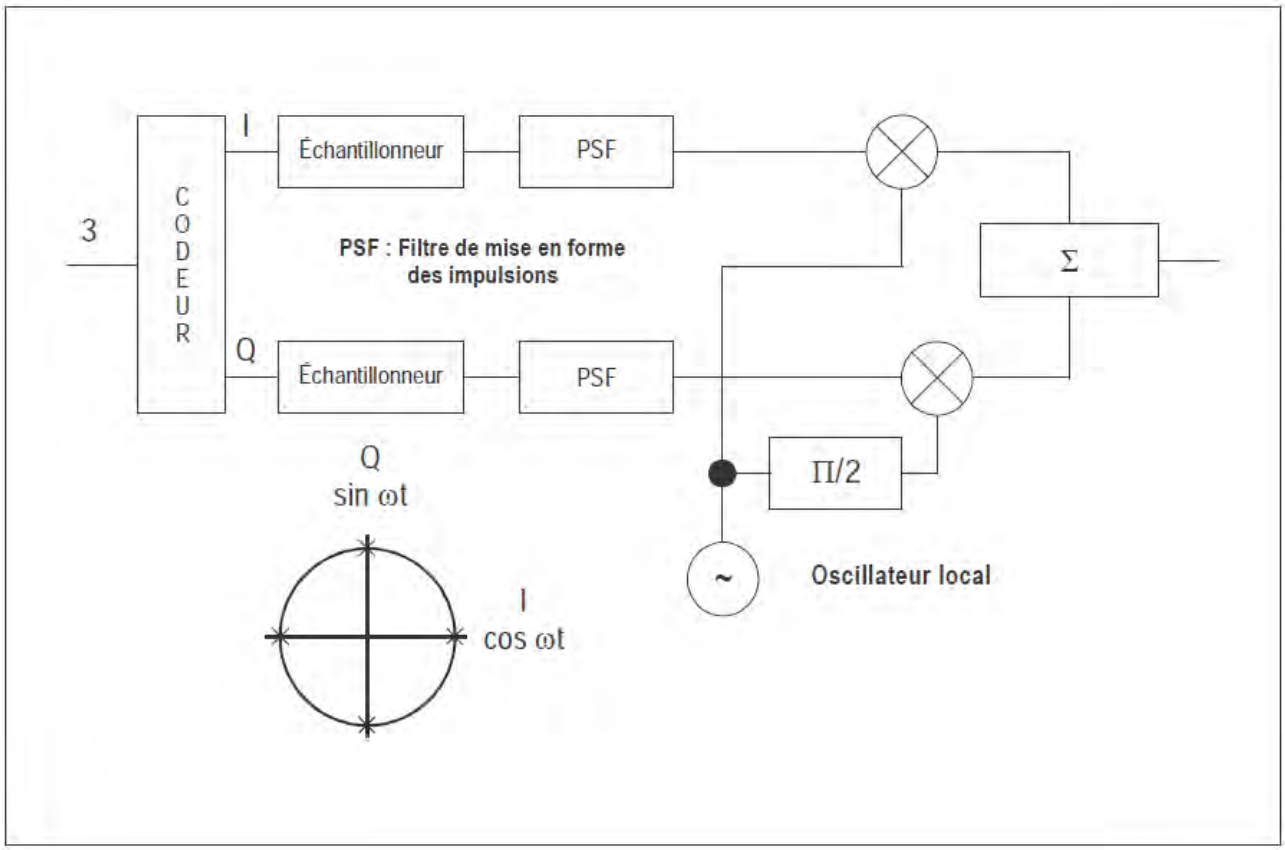


Figure B-29. Exemple de modulation de données

Tableau B-171. Seuils du brouillage par impulsions

	GPS L1, Galileo L1, et SBAS L1	GLONASS AMRF	GLONASS AMRC	BDS	BDS B1I
Gamme de fréquences (pour les signaux dans la bande et proches de la bande)	1575,45 MHz ± 20 MHz	1 592,9525 MHz à 1 609,36 MHz	de 1 191,775 MHz à 1 212,275 MHz/ de 1 592,9525 MHz à 1 609,36 MHz	1 575,42 MHz ± 20 MHz	1 561,98 MHz ± 2,046 MHz
Seuil de brouillage (à la puissance de crête des impulsions) pour un brouillage dans la bande et proche de la bande	-20 dBW	-20 dBW	–20 dBW / –20 dBW	–20 dBW	–20 dBW
Seuil du brouillage (à la puissance de crête des impulsions) pour des gammes de fréquences dans la bande et proches de la bande (brouillage hors bande)	0 dBW(*)	0 dBW	0 dBW / 0 dBW	–0 dBW	0 dBW
Largeur des impulsions	≤ 125 µs	£ 250 µs	≤ 250 µ / ≤ 250 µ	≤ 125 µs	≤ 125 µs
Facteur de durée des impulsions	≤ 1%	£ 1%	≤ 2% / ≤ 1 %	≤ 1 %	≤ 1 %
Largeur de bande du signal brouilleur (brouillage dans la bande et proche de la bande)	≥1 MHz	[3] 500kHz	≥ 1 MHz / ≥ 500 kHz	≥ 1 MHz	≥ 1 MHz

Note 1.— Le signal brouilleur est un bruit blanc gaussien additif centré sur la fréquence porteuse ; la largeur de bande et les caractéristiques des impulsions sont spécifiées dans le tableau.

Note 2.— Brouillage dans la bande, dans les bandes voisines et hors bande par rapport à la fréquence centrale du signal brouilleur.

Note 3. — Le brouillage hors bande est un brouillage dont la fréquence centrale se situe de chaque côté de la fréquence centrale de la gamme de fréquences dans la bande et proches de la bande, à une distance d'au moins 250 % de la largeur de bande de cette gamme de fréquences.

Note 4. — La largeur de bande du signal spécifie la largeur de bande minimale du signal à caractère de bruit dont la puissance est aussi grande que le seuil de brouillage qui est impulsé avec la largeur et le facteur de durée des impulsions spécifiés.

Note 5.— (*) S'agissant du canal L1 d'un récepteur L1/L5, cette valeur est liée aux brouillages par impulsions non aéronautiques avec fréquence porteuse comprise dans la bande 1 215 MHz – 2 000 MHz. Ce tableau ne décrit pas les brouillages par impulsions non aéronautiques présents dans l'environnement à prendre en considération pour le canal L5 d'un récepteur L1/L5 (voir le supplément D, § 4.4.5, pour de plus amples orientations).

3.8 Antenne GNSS de bord pour la réception des signaux satellitaires

3.8.1 *Couverture d'antenne.* Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que l'antenne GNSS satisfait aux critères de performance relatifs à la réception de signaux des satellites GNSS de 0 à 360° en azimut et de 0 à 90° en site par rapport au plan horizontal d'un aéronef volant en palier.

3.8.2 *Gain d'antenne.* Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que pour un angle de site au-dessus de l'horizon donné, le gain d'antenne minimal n'est pas inférieur à celui qui est indiqué au Tableau

B-172, et le gain d'antenne maximal ne doit pas dépasser +4 dBic pour les angles de site supérieurs à 5 degrés. Dans le cas des antennes à double fréquence, pour les angles de site au-dessus de l'horizon donnés et les deux fréquences, les gains d'élément d'antenne passive minimaux doivent être conformes aux indications du Tableau B-173, et le gain d'élément d'antenne passive maximal doit être limité à +4 dBic pour les angles de site supérieurs à 75 degrés.

3.8.3 *Polarisation.* Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que l'antenne GNSS est à polarisation circulaire droite (sens des aiguilles d'une montre par rapport à la direction de propagation).

3.8.3.1 Le taux d'ellipticité de l'antenne, mesuré à l'axe de pointage, ne doit pas dépasser 3,0 dB. Dans le cas des antennes à double fréquence, le taux d'ellipticité mesuré dans une zone s'étendant de l'axe de pointage vers le bas jusqu'à 40 degrés par rapport à l'axe de pointage à tous les angles d'azimut doit être inférieur ou égal à 3 dB dans la bande de fréquences d'utilisation.

Tableau B-172. Gain d'antenne minimal — Antennes à fréquence unique pour GPS (L1), GLONASS (LIOF), BDS (B1C), BDS (B1I) et/ou SBAS L1

Angle de site (en degrés)	Gain minimal dBic
0	-7
5	-5,5
10	-4
15 à 90	-2,5

Tableau B-173. Gain d'antenne minimal — Antennes double fréquence pour GPS (L1/L5),GLONASS (L1OC/L3OC), Galileo (E1/E5a), BDS (B1C/B2a) et/ou SBAS (L1/L5)

Angle de site (en degrés)	Gain minimal dBic
0	-7
5	-4,5
10	-3,0
15	-1,5
30	0,5
≥ 75	1,5

3.9 Contrôle de redondance cyclique

3.9.1 Chaque code CRC doit être le reste R(x) de la division modulo 2 de deux polynômes binaires :

$$\left\{\frac{\left[x^k M(x)\right]}{G(x)}\right\}_{\text{mod } 2} = Q(x) + \frac{R(x)}{G(x)}$$

où :

x = nombre de bits composant le code CRC
M(x) = champ données, composé des éléments que doit protéger le code CRC représenté sous forme de polynôme
G(x) = polynôme générateur du code CRC considéré
Q(x) = quotient de la division
Le reste de la division, R(x), contient le code CRC :

$$R(x) = \sum_{i=1}^{k} r_i x^{k-i} = r_1 x^{k-1} + r_2 x^{k-2} + \cdots + r_k x^0$$

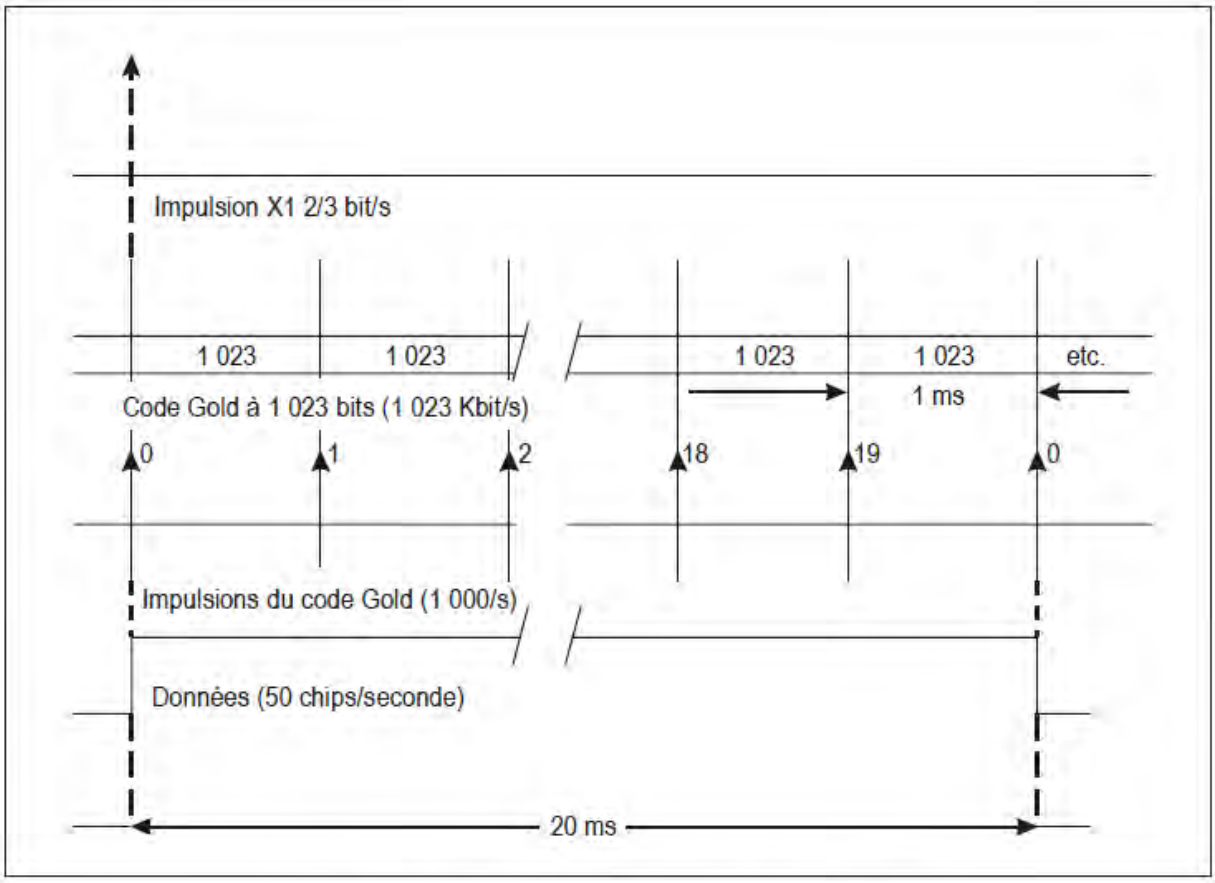


Figure B-1. Synchronisation du code C/A

SOUS-TRAME 1	TLM	HOW	Numéro de semaine GPS, précision et état de fonctionnement du véhicule spatial
SOUS-TRAME 2	TLM	HOW	Paramètres d'éphémérides
SOUS-TRAME 3	TLM	HOW	Paramètres d'éphémérides
SOUS-TRAME 4 (25 pages)	TLM	HOW	Almanach, état de fonctionnement pour les satellites 25-32, messages spéciaux, configuration des satellites, indicateurs, données ionosphériques et UTC
SOUS-TRAME 5 (25 pages)	TLM	HOW	Almanach, état de fonctionnement pour les satellites 1-24, temps de référence de l'almanach et numéro de semaine GPS de référence de l'almanach

Figure B-2. Structure de la trame

Préambule								Réservé																Parité					
1	0	0	0	1	0	1	1	MSB															LSB						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

Figure B-3. Mot TLM

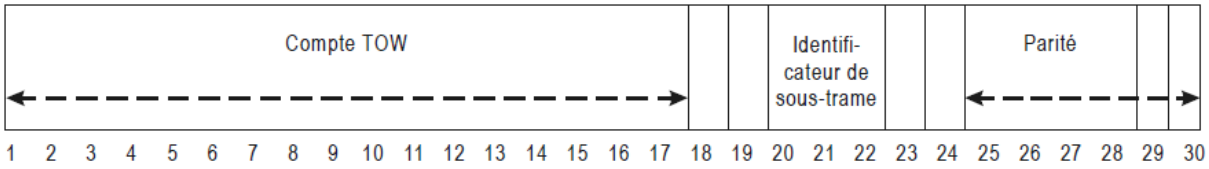


Figure B-4. Format du mot HOW

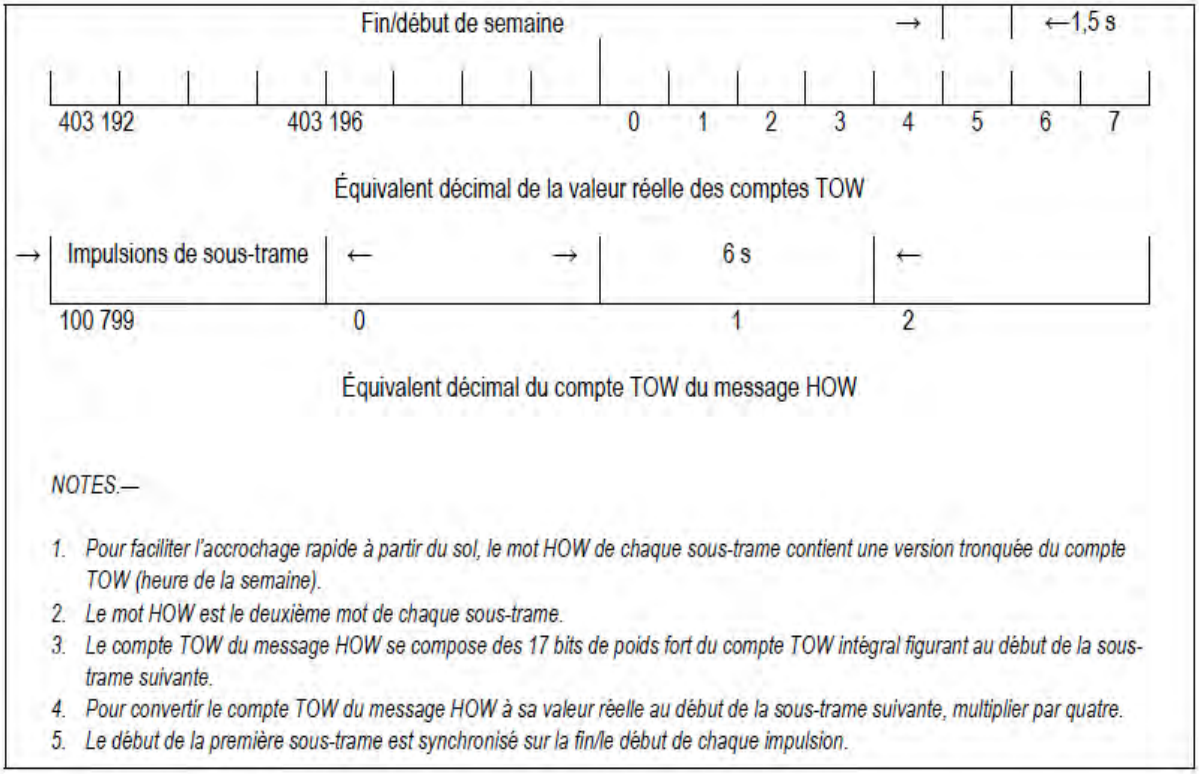
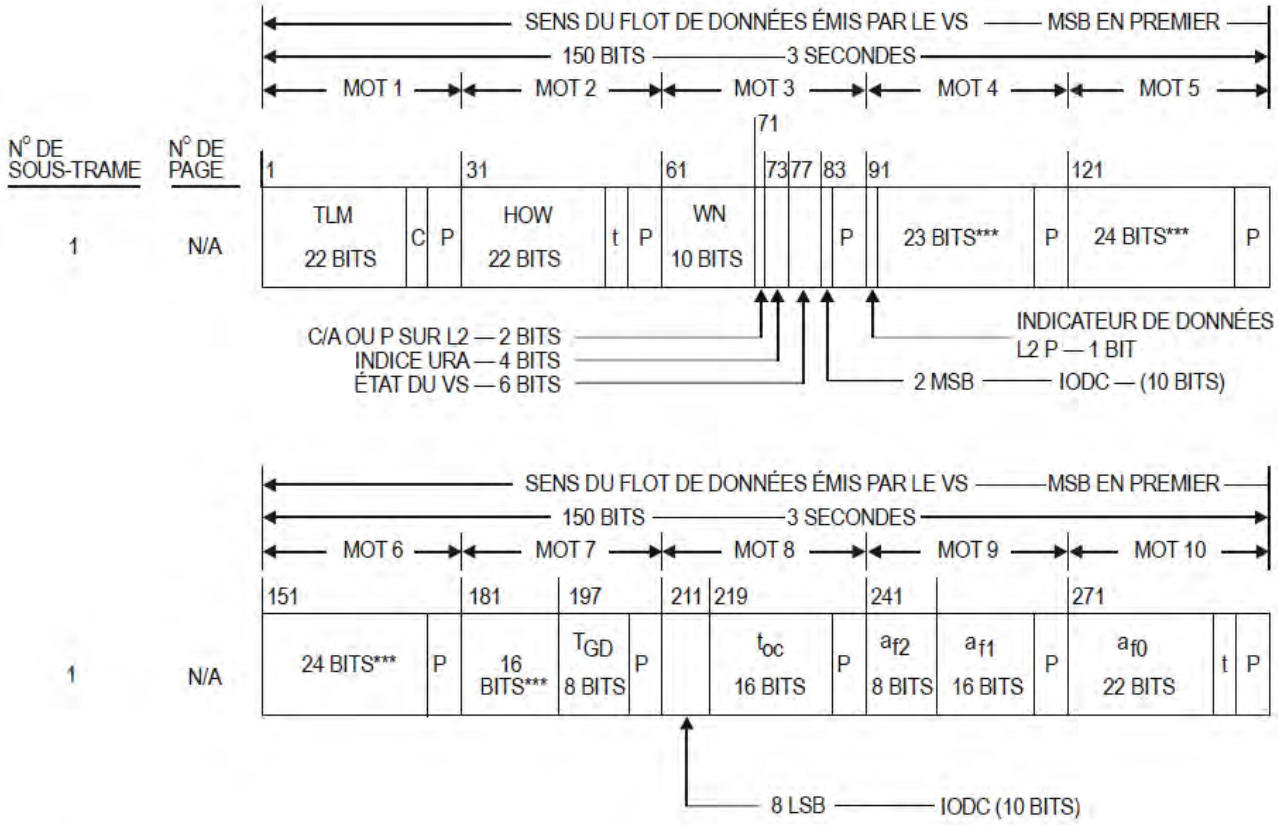
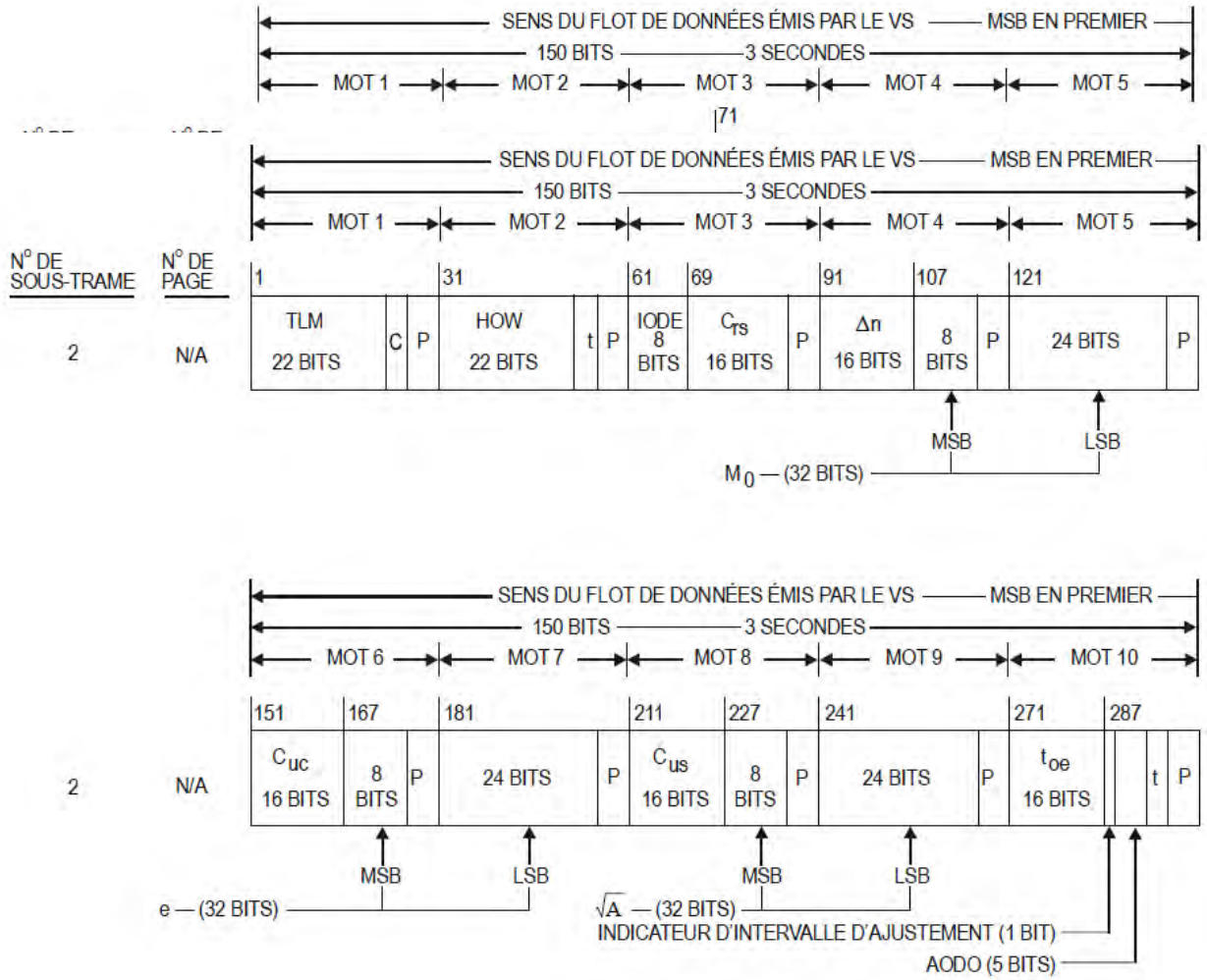


Figure B-5. Schéma temporel du HOW



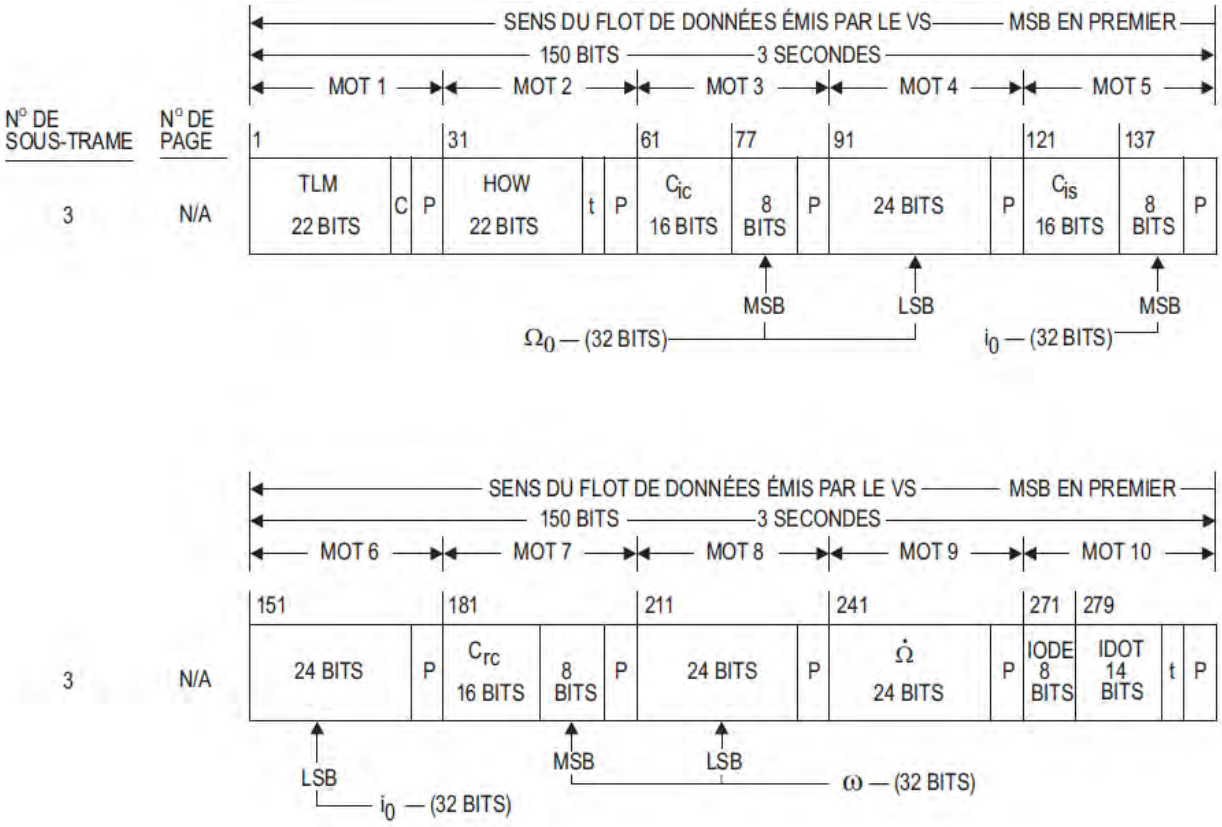
*** RÉSERVÉ(S)
P = 6 BITS DE PARITÉ
t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ
C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

Figure B-6. Format des données (page 1 de 11)



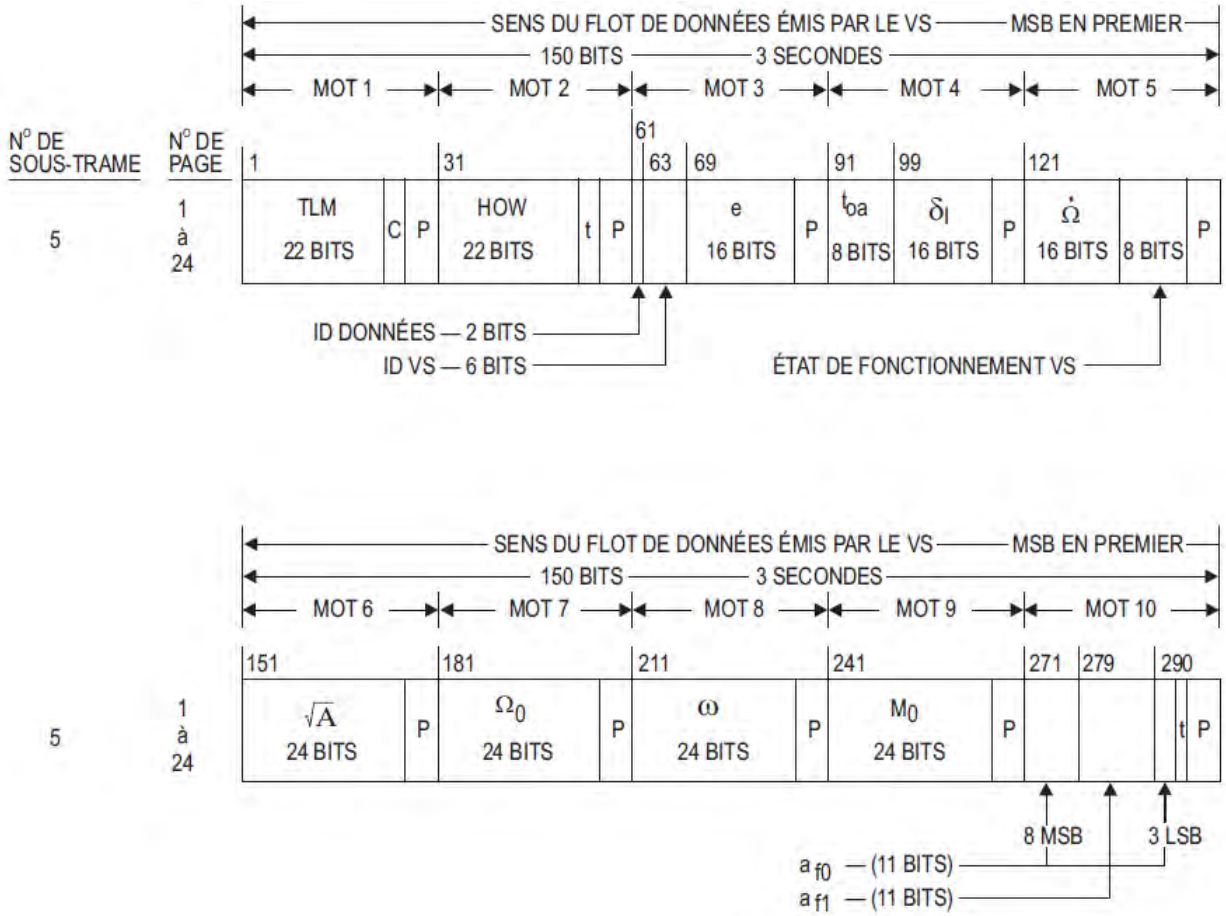
P = 6 BITS DE PARITÉ
t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ
C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

Figure B-6. Format des données (page 2 de 11)



P = 6 BITS DE PARITÉ
t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ
C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

Figure B-6. Format des données (page 3 de 11)



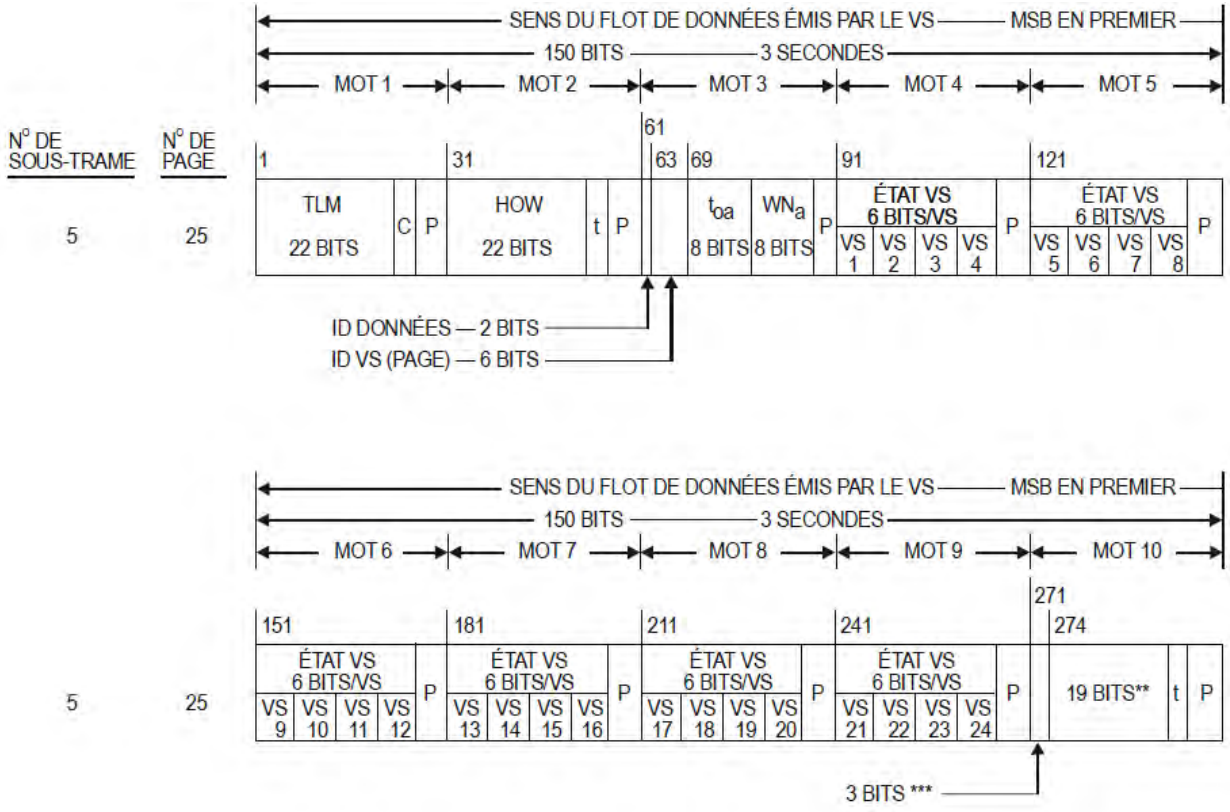
P = 6 BITS DE PARITÉ

t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ

C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

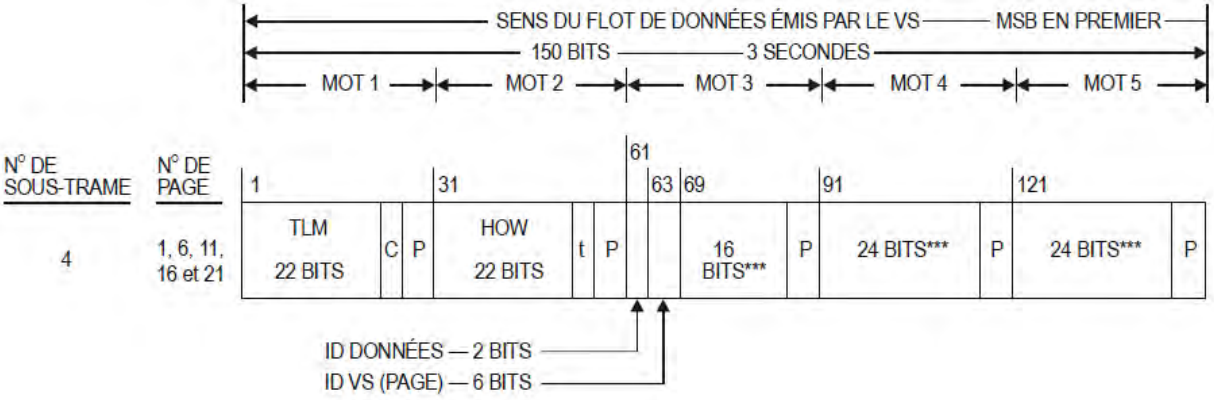
Note.— Les pages 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 et 10 de la sous-trame 4 ont le même format que les pages 1 à 24 de la sous-trame 5.

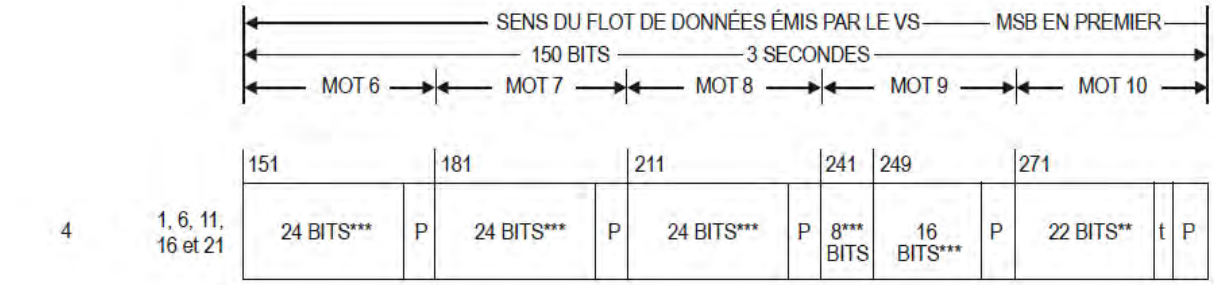
Figure B-6. Format des données (page 4 de 11)



** RÉSERVÉ(S) POUR LE SYSTÈME
*** RÉSERVÉ(S)
P = 6 BITS DE PARITÉ
t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ
C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

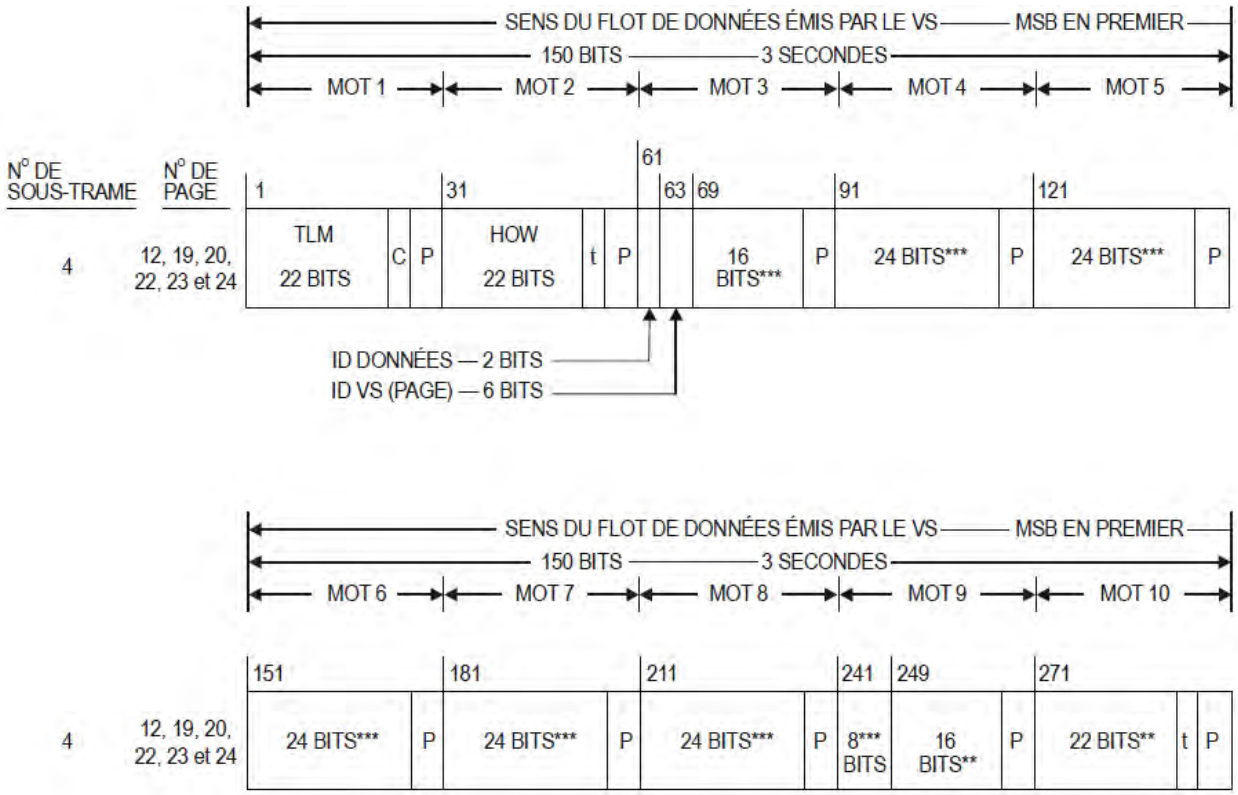
Figure B-6. Format des données (page 5 de 11)





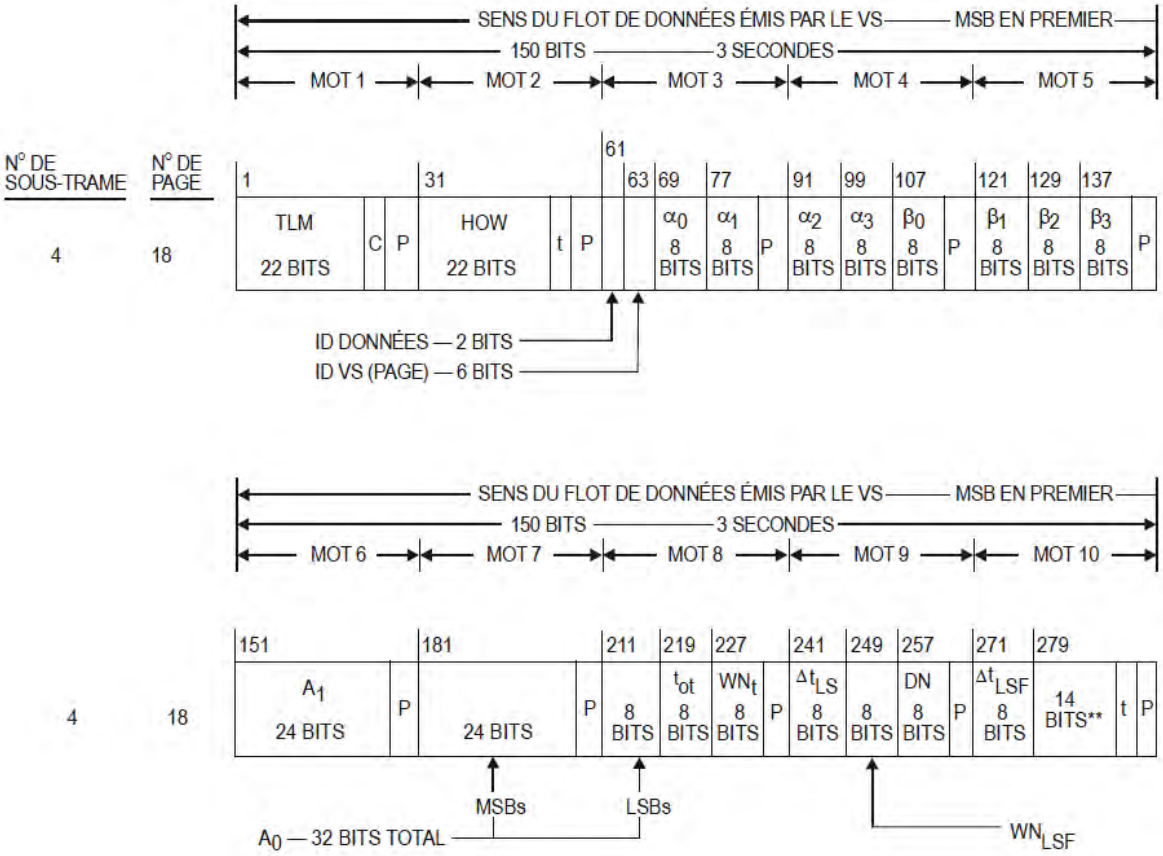
** RÉSERVÉ(S) POUR LE SYSTÈME
*** RÉSERVÉ(S)
P = 6 BITS DE PARITÉ
t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ
C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

Figure B-6. Format des données (page 6 de 11)



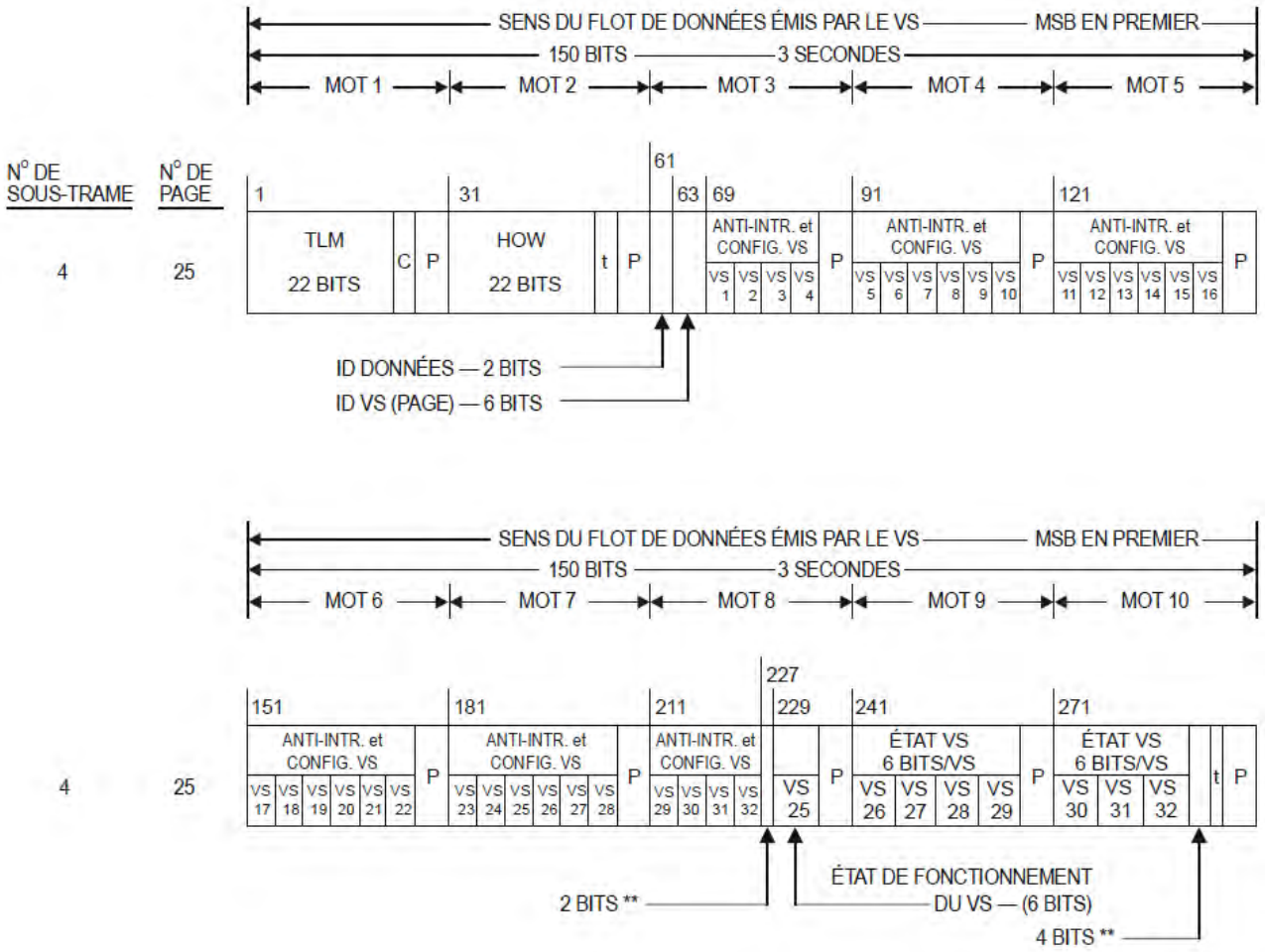
** RÉSERVÉ(S) POUR LE SYSTÈME
*** RÉSERVÉ(S)
P = 6 BITS DE PARITÉ
t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ
C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

Figure B-6. Format des données (page 7 de 11)



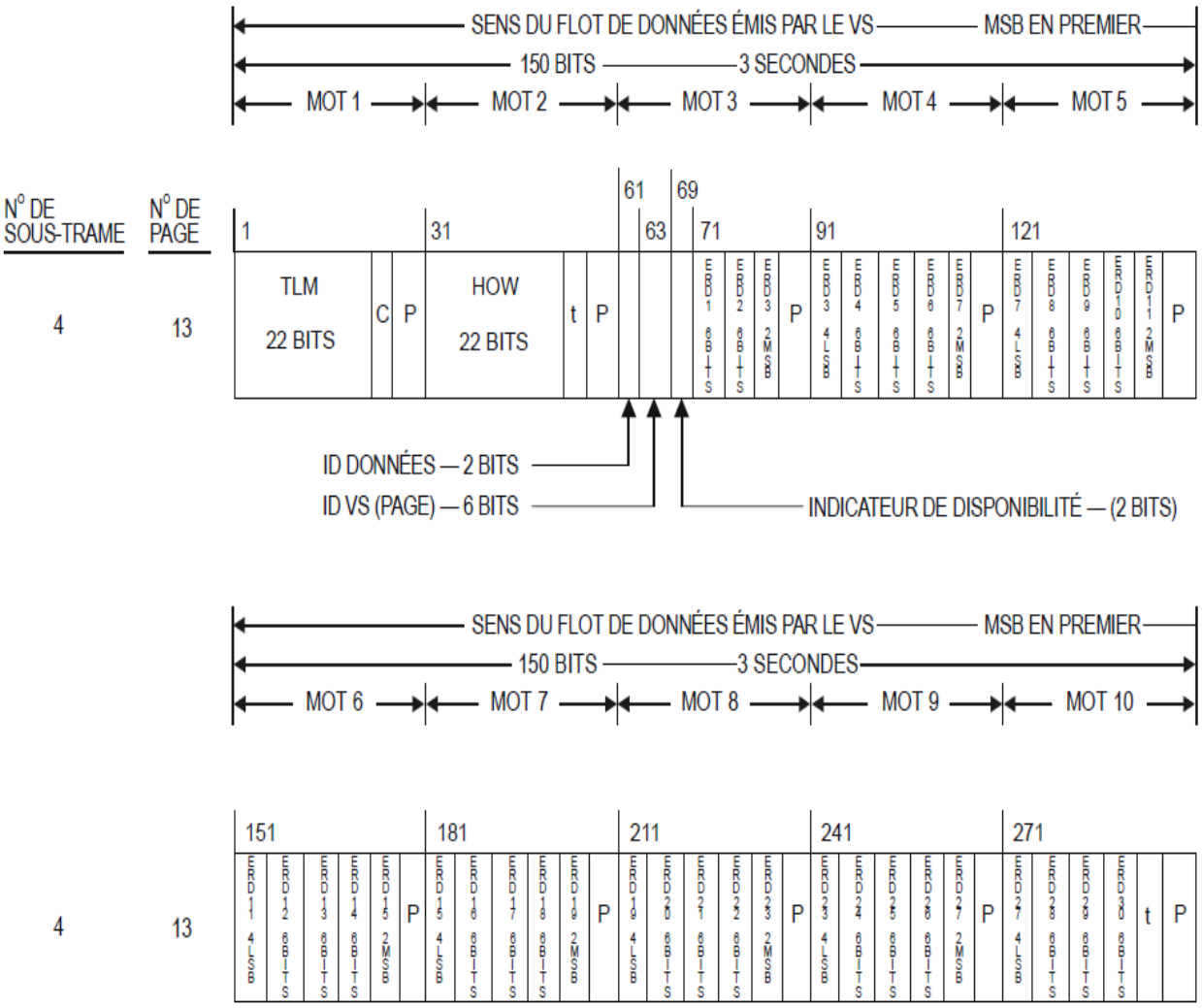
** RÉSERVÉ(S) POUR LE SYSTÈME
P = 6 BITS DE PARITÉ
t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ
C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

Figure B-6. Format des données (page 8 de 11)



** RÉSERVÉ(S) POUR LE SYSTÈME
P = 6 BITS DE PARITÉ
t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ
C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

Figure B-6. Format des données (page 9 de 11)

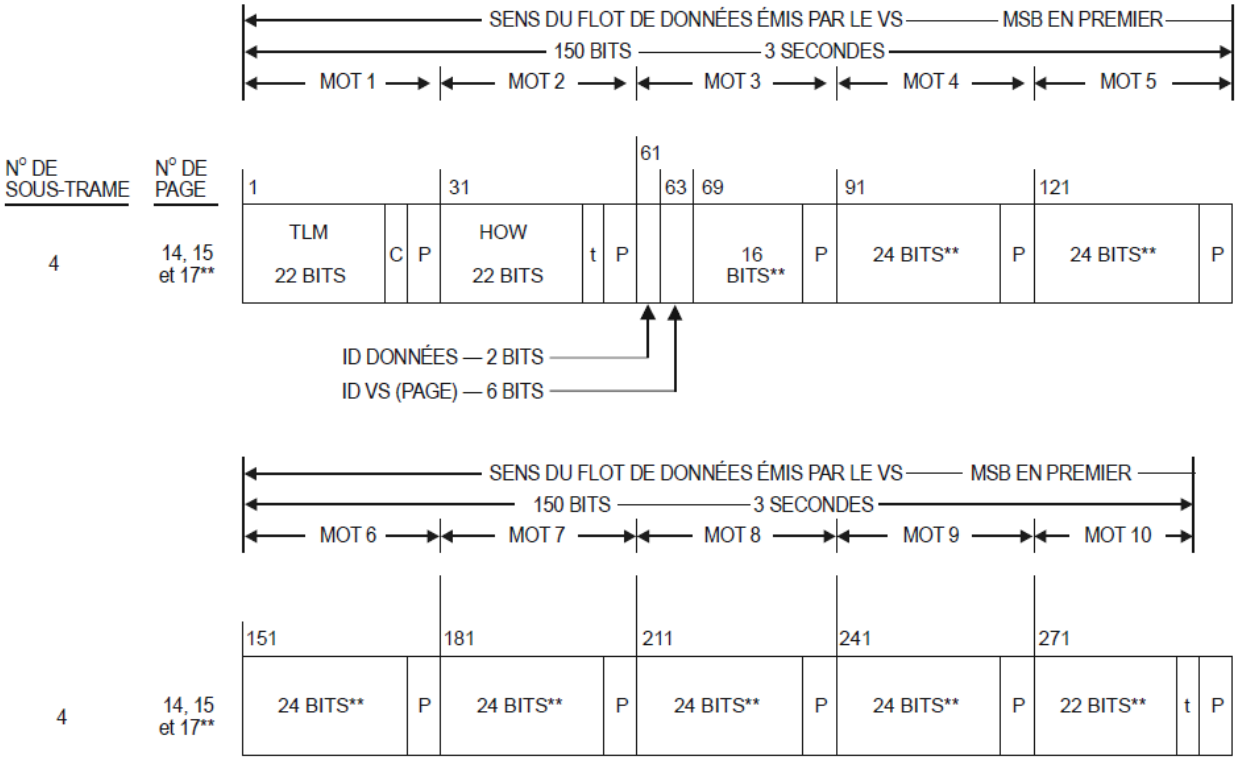


P = 6 BITS DE PARITÉ

t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ

C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

Figure B-6. Format des données (page 10 de 11)



** CES SEGMENTS DES MOTS 3 À 10 DES PAGES 14 ET 15 SONT RÉSERVÉS POUR LE SYSTÈME
SUR LA PAGE 17, CES MÊMES SEGMENTS SONT RÉSERVÉS AUX MESSAGES SPÉCIAUX

P = 6 BITS DE PARITÉ

t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ

C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

Figure B-6. Format des données (page 11 de 11)

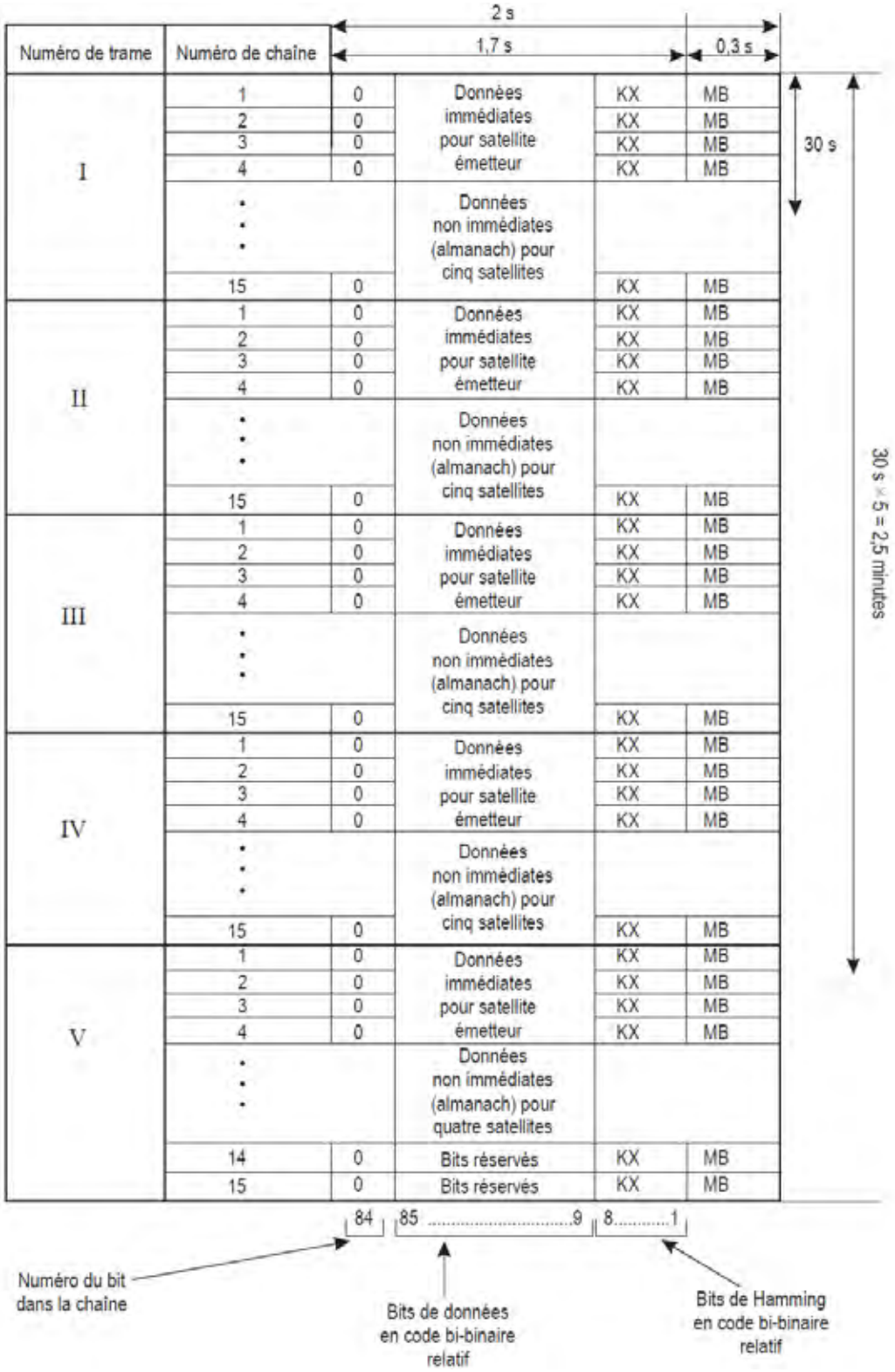


Figure B-7 : Structure de la supertrame

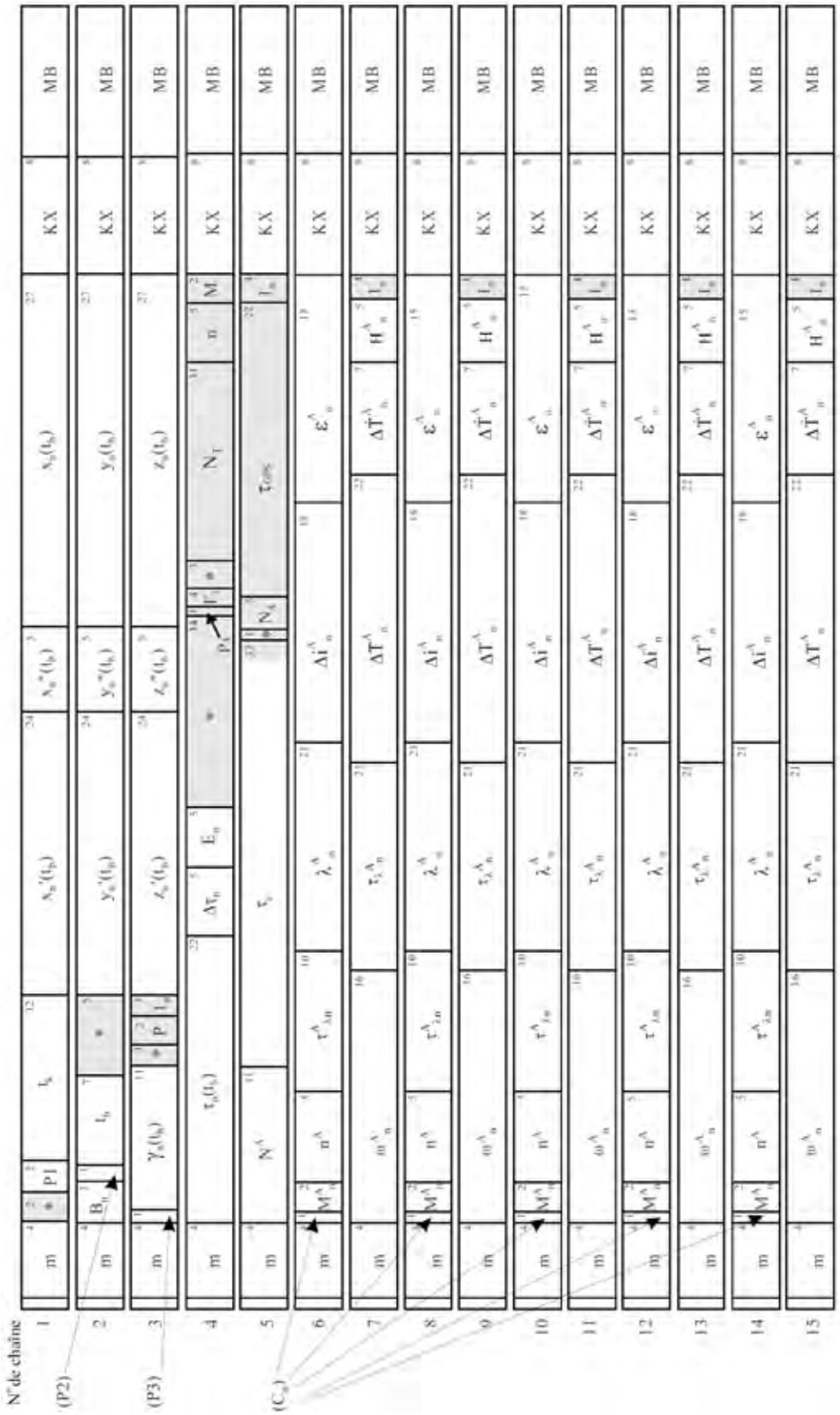


Figure B-8. Structure des trames 1 à 4

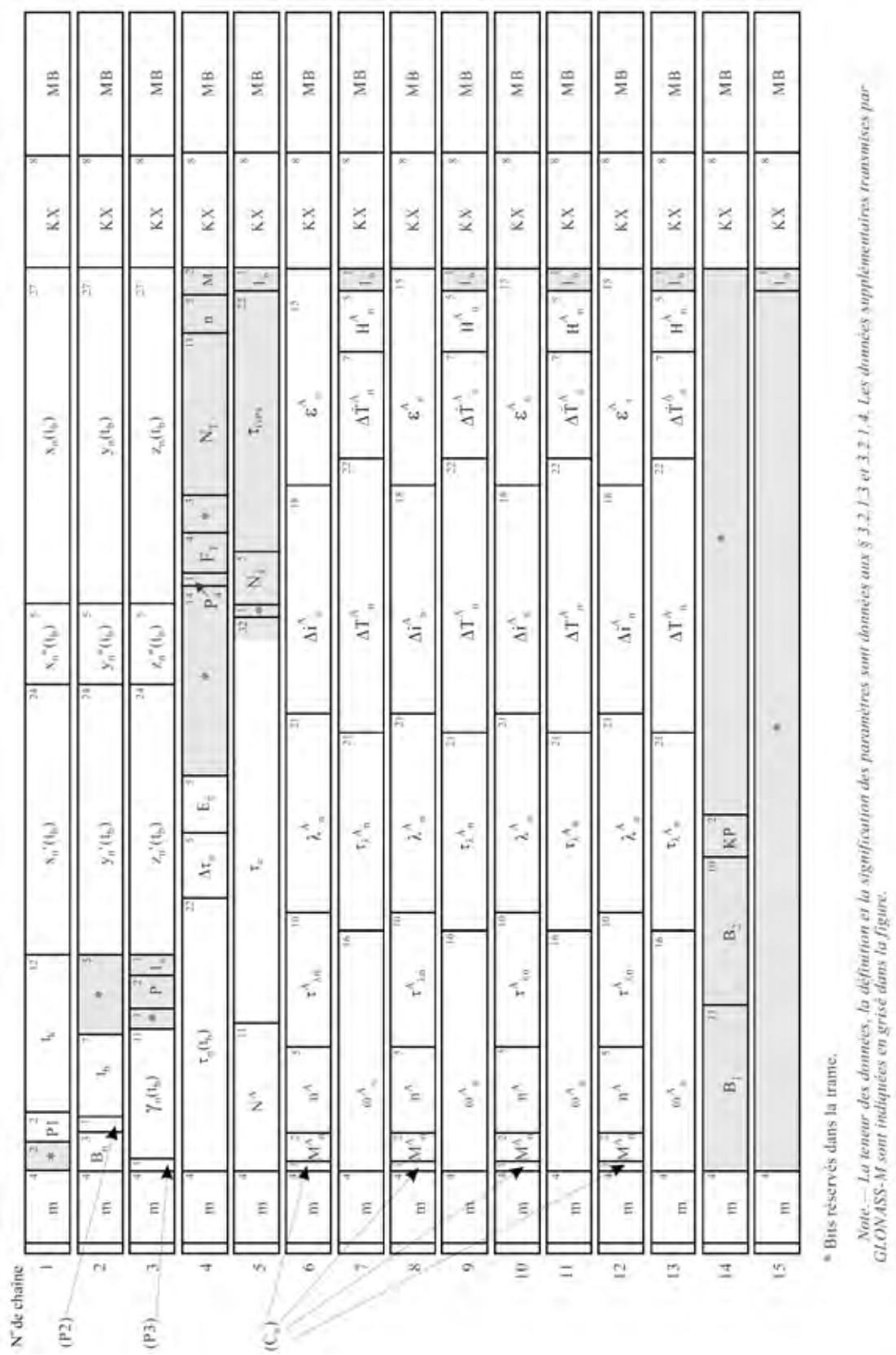


Figure B-9. Structure de la trame 5

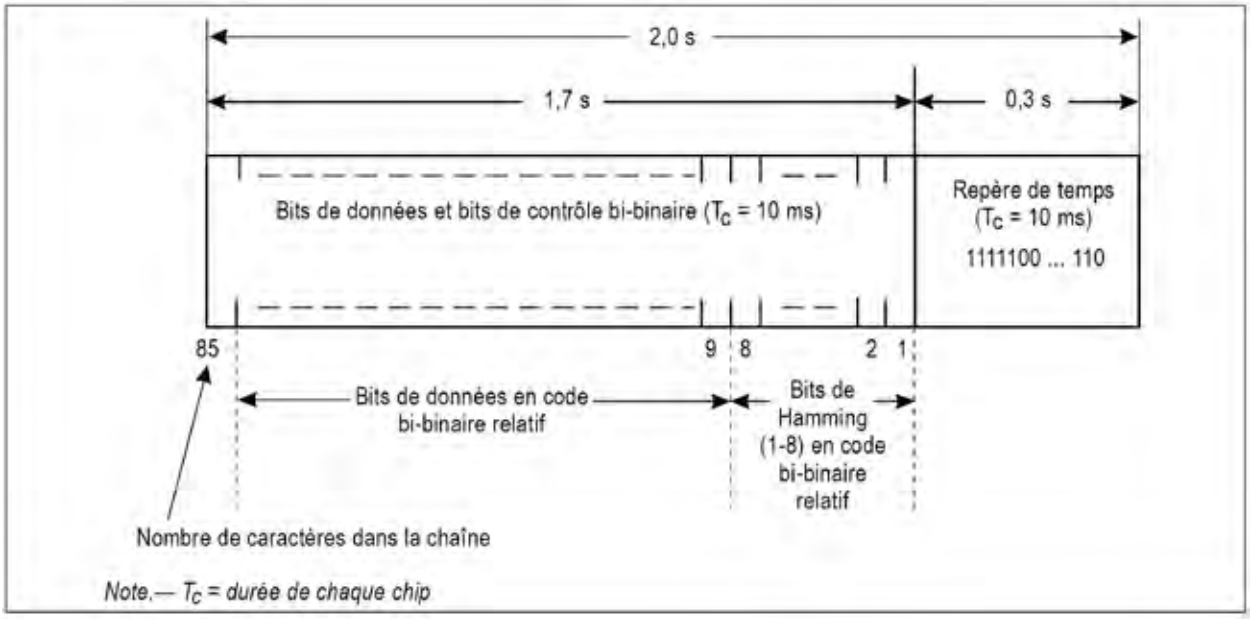


Figure B-10. Structure des chaînes de données

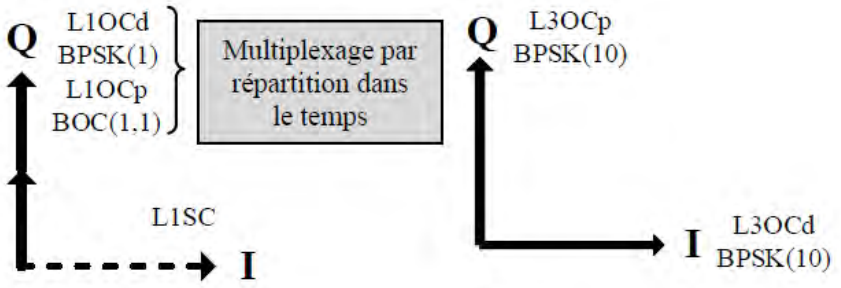


Figure B-11A. : Structure des signaux L1OC et L3OC

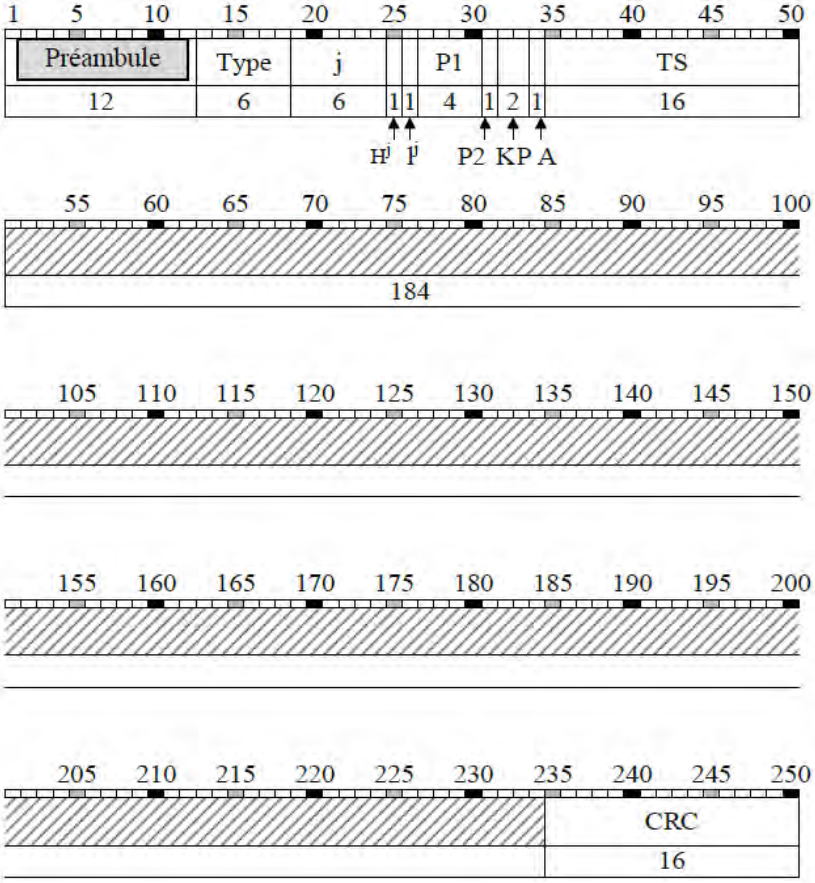


Figure B-11B. Structure générale des chaînes de données du signal L1OCd

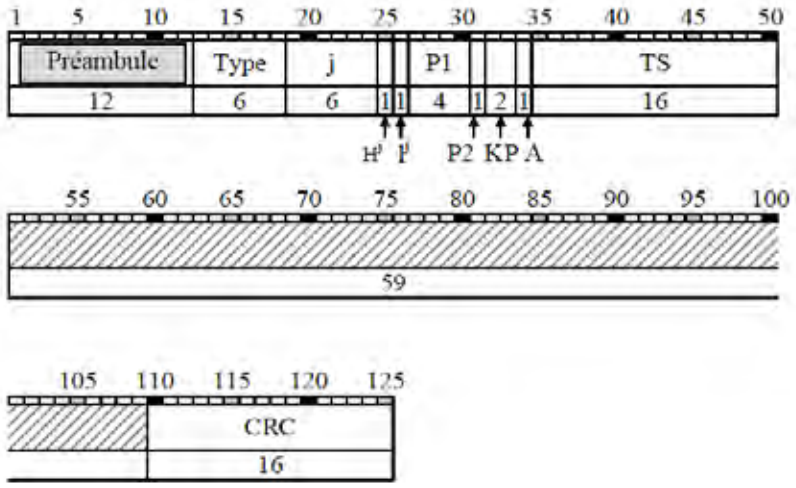


Figure B-11C. Chaîne de données anormale de type 1 du signal L1OCd

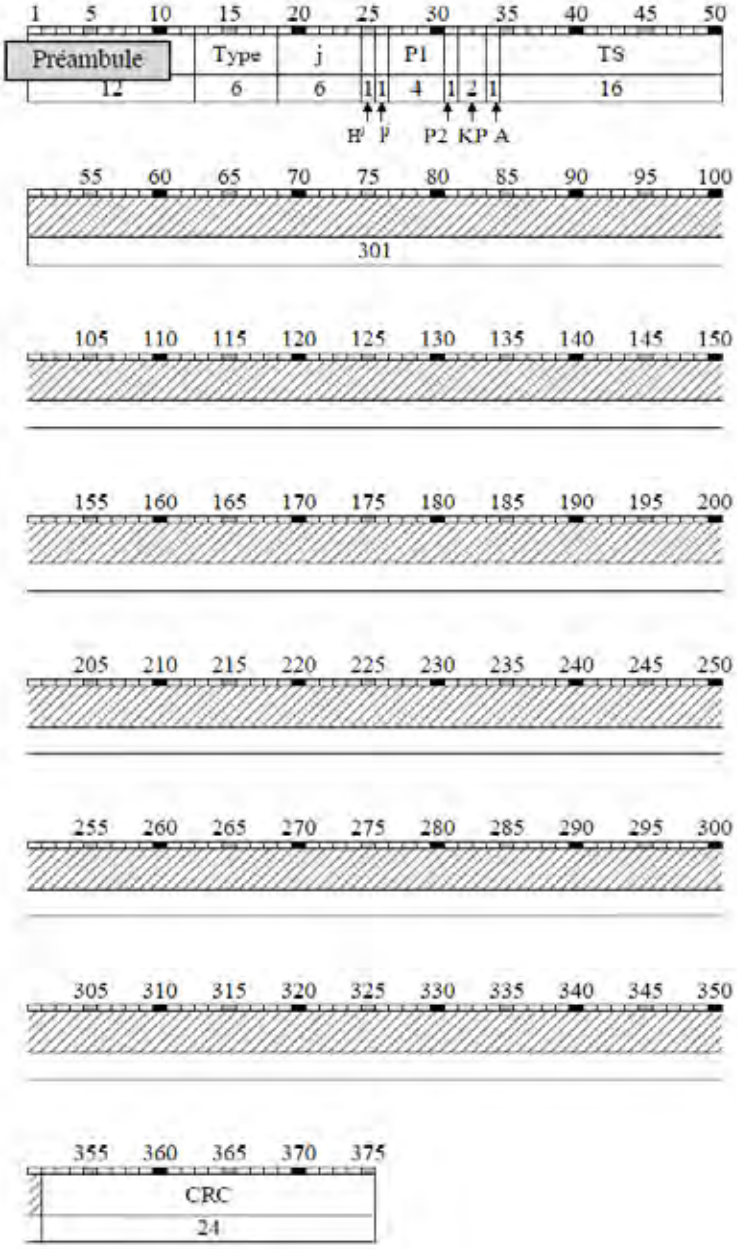


Figure B-11D. Chaîne de données anormale de type 2 du signal L1OCd

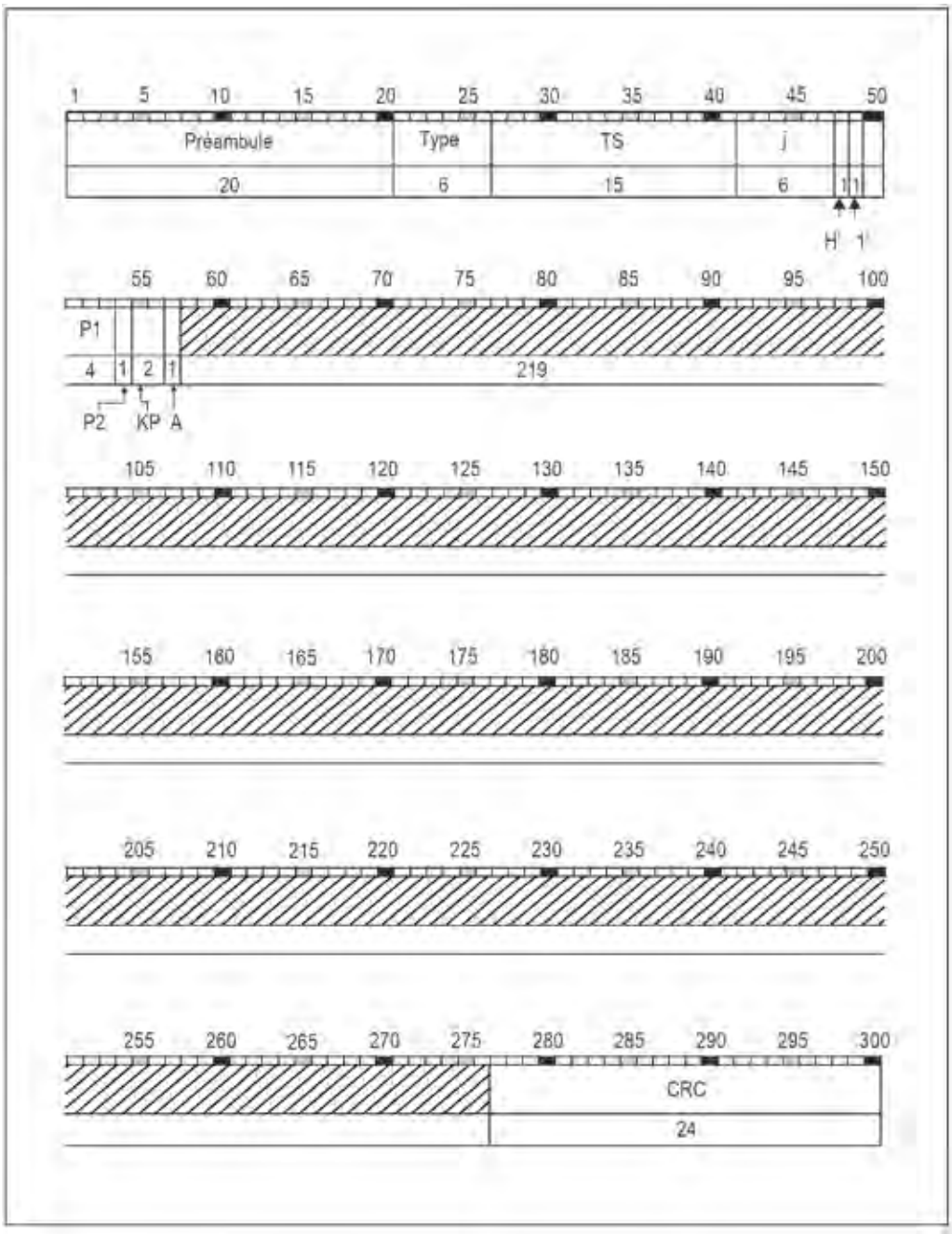


Figure B-12A. Structure générale des chaînes de données du signal L3OCd

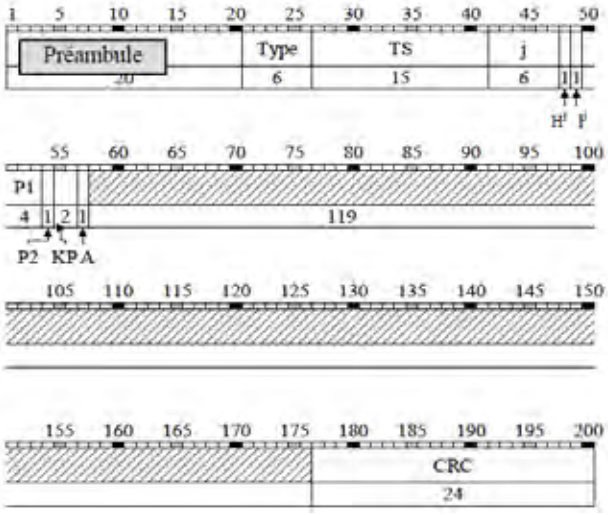


Figure B-12B. Chaîne de données anormale de type 1 du signal L3OCd

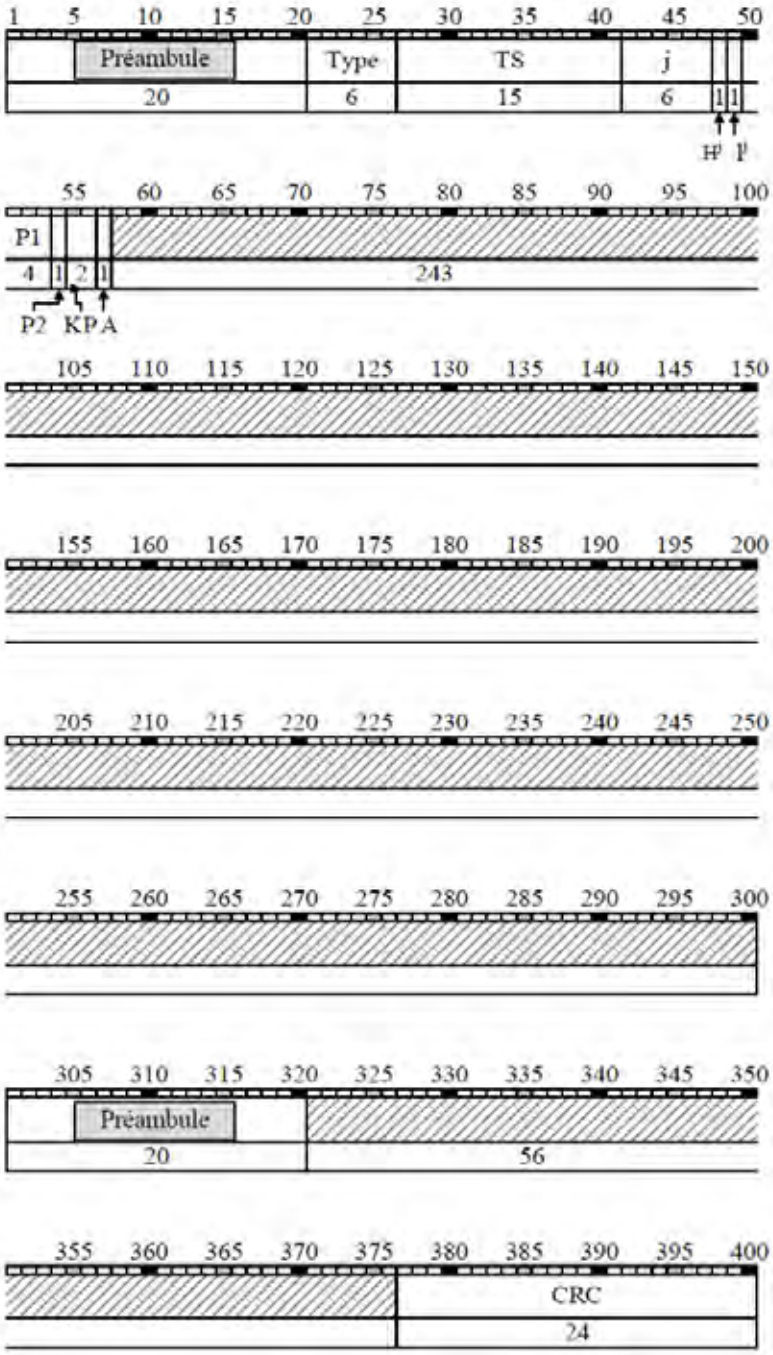


Figure B-12C. Chaîne de données anormale de type 2 du signal L3OCd

---

======= FIN =======