



**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](mailto:anacim@anacim.sn)

**REGLEMENT AERONAUTIQUE DU SENEGAL N° 10**

**(RAS 10)**

**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**

**Volume I**

**Aides radio à la Navigation**

**APPENDICES**



**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](mailto:anacim@anacim.sn)

**REGLEMENT AERONAUTIQUE DU SENEGAL N° 10**

**(RAS 10)**

**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**

**Volume I**

**Aides radio à la Navigation**

**APPENDICES**



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

## HISTORIQUE DES AMENDEMENTS

<i>Amendement</i>	<i>Origine (s)</i>	<i>Objet</i>	<i>Dates :</i> — 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.			
Rédaction initiale du RAS 10			
Première édition RAS 10	CARAS OACI	Introduction des amendements 88 et 89 de l'OACI à l'Annexe 10.  Révision totale du texte et insertion des règles aéronautiques (RA) sur le GNSS.	- 09/03/2016 - 09/03/2016 - 25/04/2016
Suppression des règles aéronautiques (RA) sur le DME/P.			
Introduction de l'amendement 90 de l'OACI à l'Annexe 10, Volume I :			
Amendement 1	CARAS OACI	a) système mondial de navigation par satellite (GNSS) ; b) système d'atterrissage aux instruments (ILS) ; et c) rationalisation des systèmes de navigation conventionnels.	- 14/02/2017 - 14/02/2017 - 01/03/2017
Mise en forme juridique des spécifications			
Introduction de l'amendement 91 de l'OACI à l'Annexe 10, Volume I ;, du GLONASS et du GBAS			
Amendement 2	CARAS OACI	- § 2.1.4.2, amendement des Notes 1 et 2 - système d'atterrissage aux instruments (ILS) - système mondial de navigation par satellite (GNSS) - insertion des canaux VOR de dixièmes de mégahertz pairs dans le Tableau A - Supplément B	- 17/08/2018 - 17/08/2018 - 08/11/2018

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

<i>Amendement</i>	<i>Origine (s)</i>	<i>Objet</i>	<i>Dates :</i> — <i>adoption</i> — <i>entrée en vigueur</i> — <i>application</i>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supplément C</li> <li>- Supplément D</li> </ul>	
Amendement 3	ANACIM	Introduction des dispositions applicables au Sénégal de l'amendement 92 de l'OACI à l'Annexe 10, Volume I.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 23/09/2020</li> <li>- 01/10/2020</li> <li>- 05/11/2020</li> </ul>
Amendement 4	ANACIM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction au Chapitre 2, § 2.2 de spécifications fixant la périodicité des essais au sol et en vol des aides à la navigation aérienne ;</li> <li>- Alignement du § 3.1.3.6.1 du RAS 10, Volume I, sur le paragraphe correspondant de l'Annexe 10, Volume I ;</li> <li>- Alignement du § 3.1.3.7.2 du RAS 10, Volume I, sur le paragraphe correspondant de l'Annexe 10, Volume I.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 06/04/2021</li> <li>- 16/04/2021</li> <li>- 04/11/2021</li> </ul>
Amendement 5	OACI	Introduction de l'amendement 93 de l'OACI à l'Annexe 10, Volume I relatif au GNSS DFMC et au GBAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 04/10/2023</li> <li>- 13/10/2023</li> </ul>
	ANACIM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Introduction du SBAS</li> <li>- Publication Edition 2 du Volume I</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 02/11/2023</li> </ul>

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p style="text-align: center;"><b>RAS 10</b></p> <p style="text-align: center;"><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Volume I</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<table> <tr> <td>Références</td> <td>Page 1 de 1</td> </tr> <tr> <td>Edition:</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Date</td> <td>Octobre 2023</td> </tr> </table>	Références	Page 1 de 1	Edition:	2	Date	Octobre 2023
Références	Page 1 de 1							
Edition:	2							
Date	Octobre 2023							

### LISTE DES REFERENCES

1. Règlement aéronautique du Sénégal n°10 (RAS 10), Volume I, première édition, janvier 2016 (Amendement 4) ;
2. Annexe 10, Volume I, huitième édition, juillet 2023, (Amendement 93).

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

## TABLE DES MATIERES

	<i>Page</i>
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-106
3.6 Système de renforcement au sol (GBAS).....	APP B-106
3.6.1 GENERALITES .....	APP B-106
3.6.2 CARACTERISTIQUES RADIOELECTRIQUES .....	APP B-106
3.6.3 STRUCTURE DES DONNEES .....	APP B-108
3.6.4 TENEUR DES DONNEES .....	APP B-115
3.6.5 DEFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNEES ....	APP B-135
3.6.6 <i>TABLEAUX DE MESSAGES</i> .....	APP B-149
3.6.7 ELEMENTS NON EMBARQUES .....	APP B-154
3.6.8 ELEMENTS D'AERONEF .....	APP B-175
3.7 Protection contre le brouillage.....	APP B-190
3.7.1 CRITÈRES DE PERFORMANCE .....	APP B-190
3.7.2 BROUILLAGE PAR ONDES ENTRETENUES .....	APP B-191

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

- 3.7.3 BRUIT A LARGEUR DE BANDE LIMITEE DE TYPE BROUILLAGE ..... APP B-203
- 3.8 Antenne GNSS de bord pour la réception des signaux satellitaires .....APP B-216
- 3.9 Contrôle de redondance cyclique .....APP B-219



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

RAS 10

TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES

Volume I

Aides radio à la navigation

Appendice A

Page APP A-1 de 1

Edition

2

Date

Octobre 2023

## **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<sub>max</sub>.** 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b>  <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>	Appendice B      Page APP B-2 de 242
	<b>Volume I</b>	Edition                                  2
	<b>Aides radio à la navigation</b>	Date                                      Octobre 2023

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  $G_1$  et  $G_{2j}$ . La séquence  $G_{2j}$  doit être formée en retardant la séquence  $G_2$  d'un nombre entier de chips. Les séquences  $G_1$  et  $G_2$  doivent être générées à l'aide de registres à décalage à 10 étages mettant en œuvre les polynômes suivants :

- a)  $G_1 : X^{10} + X^3 + 1$  ;
- b)  $G_2 : X^{10} + X^9 + X^8 + X^6 + X^3 + X^2 + 1$ .

Le vecteur d'initialisation des séquences  $G_1$  et  $G_2$  doit être « 1111111111 » (3FF).. Les registres  $G_1$  et  $G_2$  doivent être cadencés à 1,023 MHz. La synchronisation du code C/A doit se faire conformément à la Figure B-1<sup>1</sup>.

*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-frames 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-frames 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-frames 4 et 5 pour les satellites émettant les codes PRN 33 à 63.

3.1.1.1.2.1 *Structure des sous-frames.* Chaque sous-trame ou page de sous-trame doit débiter 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-frames 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-frames 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-frames 4 et 5 peut débiter avec n'importe

---

<sup>1</sup> Toutes les figures se trouvent à la fin du présent appendice.

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p><b>Volume I</b></p> <p><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B Page APP B-3 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	---	--

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-frames 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 télémétrie (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,*

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p>Volume I</p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-4 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

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'utilisateur (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.*

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b>	Appendice B	Page APP B-5 de 242
	<b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>	Edition	2
	<b>Volume I</b>	Date	Octobre 2023
	<b>Aides radio à la navigation</b>		

**Tableau B-1. Paramètres de la sous-trame 1**

<i>Paramètre</i>	<i>Nombre de bits**</i>	<i>Echelle (LSB)</i>	<i>Plage effective***</i>	<i>Unités</i>
N° de semaine	10	1		semaines
Précision du satellite	4			
Etat de fonctionnement du satellite	6	1		discrètes
T <sub>GD</sub>	8*	2 <sup>-31</sup>		secondes
IODC	10			
T <sub>OC</sub>	16	2 <sup>4</sup>	604 784	secondes
a <sub>2</sub>	8*	2 <sup>-55</sup>		s/s <sup>2</sup>
a <sub>1</sub>	16*	2 <sup>-43</sup>		s/s
a <sub>0</sub>	22*	2 <sup>-31</sup>		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'utilisateur**

<i>Indice URA</i>	<i>URA (mètres)</i>	<i>URA nominale</i>	<i>IAURA correspondante</i>
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	Aucune prédiction de précision n'est disponible — les utilisateurs du SPS sont informés qu'ils utilisent le satellite à leurs propres risques	Sans objet.

(ou aucune prédiction de précision n'est disponible – les utilisateurs du SPS sont informés qu'ils utilisent le satellite à leurs propres risques)



**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-frames 4 et 5.

*Note.— Les données de la sous-trame 1 peuvent différer de celles des sous-frames 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**

<i>MSB</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>LSB</i>	<i>Indication</i>
0	0	0	0	0	0	TOUS LES SIGNAUX SONT CORRECTS
1	1	1	0	0	0	LE SATELLITE EST TEMPORAIREMENT HORS SERVICE — Ne pas utiliser ce satellite durant ce passage
1	1	1	0	1	1	LE SATELLITE VA ÊTRE TEMPORAIREMENT HORS SERVICE — Utiliser les données avec circonspection
1	1	1	1	0	0	UN OU PLUSIEURS SIGNAUX SONT DÉFORMÉS*, MAIS LES PARAMÈTRES PERTINENTS DE L'URA SONT VALIDES
1	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 7 jours précédents.

*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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>	Appendice B      Page APP B-7 de 242
	<b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Edition                                  2 Date                                      Octobre 2023

*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 être différente de celle transmise avant la modification (*Note 2*).

**Tableau B-4. Champs de données réservés de la sous-trame 1**

<i>Mot</i>	<i>Bit</i>
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
$\Delta n$	Différence entre le déplacement moyen et la valeur calculée
$e$	Excentricité
$\sqrt{A}$	Racine carrée du demi-grand axe
OMEGA <sub>0</sub>	Longitude du nœud ascendant du plan orbital (sur impulsion de changement de semaine)
$i_0$	Inclinaison au temps de référence
$\omega$	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 longitude
$C_{rc}$	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 <sup>-5</sup>		mètres
$\Delta n$	16*	2 <sup>-43</sup>		demi-cercles/s
$M_0$	32*	2 <sup>-31</sup>		demi-cercles
$C_{uc}$	16*	2 <sup>-29</sup>		radians
$e$	32	2 <sup>-33</sup>	0,33	(sans dimension)
$C_{us}$	16*	2 <sup>-29</sup>		radians
$\sqrt{A}$	32	2 <sup>-19</sup>	2 530 à 8 192	mètres <sup>1/2</sup>
$t_{oe}$	16	2 <sup>4</sup>	604 784	secondes
$C_{ic}$	16*	2 <sup>-29</sup>		radians
OMEGA <sub>0</sub>	32*	2 <sup>-31</sup>		demi-cercles
$C_{is}$	16*	2 <sup>-29</sup>		radians
$i_0$	32*	2 <sup>-31</sup>		demi-cercles
$C_{\pi}$	16*	2 <sup>-5</sup>		mètres
$\omega$	32*	2 <sup>-31</sup>		demi-cercles
OMEGADOT	24*	2 <sup>-43</sup>	-6.33 × 10 <sup>-7</sup> à 0	demi-cercles/s
iDOT	14*	2 <sup>-43</sup>		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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b>  <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>  <b>Volume I</b>  <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-9 de 242 Edition    2 Date    Octobre 2023

*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<sub>i</sub>(t) et Q5<sub>i</sub>(t) sont constituées chacune de l'addition modulo 2 de deux séquences de bits étendues, cadencées à 10,23 MHz, XA(t) et XBI<sub>i</sub>(nI<sub>i</sub>, t) ou XA(t) et XBQ<sub>i</sub>(nQ<sub>i</sub>, t), où nI<sub>i</sub> et nQ<sub>i</sub> sont les états initiaux de XBI<sub>i</sub> et XBQ<sub>i</sub> 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<sub>i</sub> et XBQ<sub>i</sub> ont une longueur de 8 191 et des états initiaux conformes aux spécifications de l'IS-GPS-705F, Tableaux 3-1a et 1b. Les codes XBI<sub>i</sub> et XBQ<sub>i</sub> 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 XBI<sub>i</sub> et XBQ<sub>i</sub> sont les suivants :

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

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<b>RAS 10</b>	Appendice B	Page APP B-11 de 242
	<b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>		
	<b>Volume I</b>	Edition	2
	<b>Aides radio à la navigation</b>	Date	Octobre 2023

b)  $XB_{Li}$  et  $XB_{Qi}$  :  $X^{13} + X^{12} + X^8 + X^7 + X^6 + X^4 + X^3 + X + 1$ .

*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  $XB_{Li}$  et  $XB_{Qi}$  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'utilisateur ( $URA_{ED}$ ) 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 :

$$N = 14 + \text{indice } URA_{NED1}$$

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'utilisateur dépendante de l'angle de site  $URA_{ED}$**

<i>Indice <math>URA_{ED}</math></i>	<i><math>URA_{ED}</math> (m)</i>
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'utilisateur non dépendante de l'angle de site  $UR_{NED0}$**

<i>Indice <math>UR_{NED0}</math></i>	<i><math>UR_{NED0}</math> (m)</i>
15	$6\,144,00 < UR_{NED0}$ (prédiction de précision non disponible)
14	$3\,072,00 < UR_{NED0} \leq 6\,144,00$
13	$1\,536,00 < UR_{NED0} \leq 3\,072,00$
12	$768,00 < UR_{NED0} \leq 1\,536,00$
11	$384,00 < UR_{NED0} \leq 768,00$
10	$192,00 < UR_{NED0} \leq 384,00$
9	$96,00 < UR_{NED0} \leq 192,00$
8	$48,00 < UR_{NED0} \leq 96,00$
7	$24,00 < UR_{NED0} \leq 48,00$
6	$13,65 < UR_{NED0} \leq 24,00$
5	$9,65 < UR_{NED0} \leq 13,65$
4	$6,85 < UR_{NED0} \leq 9,65$
3	$4,85 < UR_{NED0} \leq 6,85$
2	$3,40 < UR_{NED0} \leq 4,85$
1	$2,40 < UR_{NED0} \leq 3,40$
0	$1,70 < UR_{NED0} \leq 2,40$
-1	$1,20 < UR_{NED0} \leq 1,70$
-2	$0,85 < UR_{NED0} \leq 1,20$
-3	$0,60 < UR_{NED0} \leq 0,85$
-4	$0,43 < UR_{NED0} \leq 0,60$
-5	$0,30 < UR_{NED0} \leq 0,43$
-6	$0,21 < UR_{NED0} \leq 0,30$
-7	$0,15 < UR_{NED0} \leq 0,21$
-8	$0,11 < UR_{NED0} \leq 0,15$
-9	$0,08 < UR_{NED0} \leq 0,11$
-10	$0,06 < UR_{NED0} \leq 0,08$
-11	$0,04 < UR_{NED0} \leq 0,06$
-12	$0,03 < UR_{NED0} \leq 0,04$
-13	$0,02 < UR_{NED0} \leq 0,03$
-14	$0,01 < UR_{NED0} \leq 0,02$
-15	$UR_{NED0} \leq 0,01$
-16	Prédiction de précision non disponible



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-16 de 242 Edition                  2 Date                      Octobre 2023

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 :

$$\begin{aligned} t &= \text{temps du système GPS (corrige pour tenir compte des changements de semaine)} ; \\ t_{SV} &= \text{temps du satellite à la transmission du message} ; \\ (\Delta t_{SV})_{L1} &= \text{déphasage du code PRN du satellite} ; \\ (\Delta t_{SV})_{L1} &= a_{f0} + a_{f1}(t - t_{OC}) + a_{f2}(t - t_{OC})^2 + \Delta t_r - T_{GD} \end{aligned}$$

où :

$a_{f0}$ ,  $a_{f1}$ ,  $a_{f2}$  et  $t_{OC}$ , sont contenus dans la sous-trame 1  
 $\Delta t_r$  = correction relativiste (en secondes)

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

où :

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

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

où :

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

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

*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.

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

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

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p><b>RAS 10</b></p> <p><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p><b>Volume I</b></p> <p><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B      Page APP B-17 de 242</p> <p>Edition                                      2</p> <p>Date    Octobre 2023</p>
--	--	--

où :

$$AMP = \left\{ \begin{array}{l} \sum_{n=0}^3 \alpha_n \phi_m^n, \quad AMP \geq 0 \\ \text{si } AMP < 0, \quad AMP = 0 \end{array} \right\} \text{ (secondes)}$$

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

$$PER = \left\{ \begin{array}{l} \sum_{n=0}^3 \beta_n \phi_m^n, \quad PER \geq 72\,000 \\ \text{si } PER < 72\,000, \quad PER = 72\,000 \end{array} \right\} \text{ (secondes)}$$

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

$\alpha_n$  et  $\beta_n$  sont les mots d'information transmis par le satellite ( $n = 0, 1, 2$  ou  $3$ )

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

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

$$\bar{\phi}_i = \phi_u + \Psi \cos A \quad \text{(demi - cercles)}$$

$$\phi_i = \left\{ \begin{array}{ll} \phi_i = \bar{\phi}_i & \text{si } |\bar{\phi}_i| \leq 0,416 \\ \phi_i = +0,416 & \text{si } \bar{\phi}_i > 0,416 \\ \phi_i = -0,416 & \text{si } \bar{\phi}_i < -0,416 \end{array} \right\} \text{ (demi - cercles)}$$

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

$t = 4,32 \times 10^4 \lambda_i + \text{temps GPS (secondes)}$  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

$\alpha_n$  = 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





**Tableau B-13. Eléments des systèmes de coordonnées**

$A = (\sqrt{A})^2$	Demi-grand axe
$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{A^3}}$	Déplacement moyen calculé
$t_k = t - t_{oe}$	Temps écoulé depuis l'impulsion de référence des éphémérides*
$n = n_0 - \Delta n$	Déplacement moyen corrigé
$M_k = M_0 + nt_k$	Anomalie moyenne
$M_k = E_k - e \sin E_k$	Formule de Kepler donnant l'anomalie excentrique (peut être résolue par itération)
$V_k = \text{tg}^{-1} \left\{ \frac{\sin V_k}{\cos V_k} \right\} = \text{tg}^{-1} \left\{ \frac{\sqrt{1 - e^2} \sin E_k / (1 - e \cos E_k)}{(\cos E_k - e) / (1 - e \cos E_k)} \right\}$	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
<b>Perturbations de deuxième harmonique</b>	
$\delta u_k = C_{us} \sin 2\phi_k + C_{uc} \cos 2\phi_k$	Correction en latitude
$\delta r_k = C_{rc} \sin 2\phi_k + C_{rs} \cos 2\phi_k$	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
$\left. \begin{aligned} x'_k &= r_k \cos u_k \\ y'_k &= r_k \sin u_k \end{aligned} \right\}$	Positions dans le plan orbital
$\Omega_k = \Omega_0 + (\Omega - \Omega_e)t_k - \dot{\Omega}_e t_{oe}$	Longitude corrigée du noeud ascendant
$\left. \begin{aligned} x_k &= x'_k \cos \Omega_k - y'_k \cos i_k \sin \Omega_k \\ y_k &= x'_k \sin \Omega_k - y'_k \cos i_k \cos \Omega_k \\ z_k &= y'_k \sin i_k \end{aligned} \right\}$	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 <sub>k</sub> est l'écart total entre le temps t et l'instant de l'impulsion t <sub>oe</sub> , avec prise en compte des changements de semaine (si t <sub>k</sub> est supérieur à 302 400 secondes, lui soustraire 604 800 secondes ; si t <sub>k</sub> 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 ( $p_1, p_2, \dots, p_{24}$ ) est générée à partir de la séquence de bits d'information ( $m_1, m_2, \dots, m_{276}$ ) 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.* La section 3.1.1.2.1.2 s'applique.

*Note.— Des conditions supplémentaires s'appliquent à la correction d'horloge du satellite pour les utilisateurs de la fréquence unique L5 et pour les utilisateurs de la double fréquence L1/L5, comme il est indiqué au § 3.1.1.2.2.5.*

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  $t_{oe}, \Delta A, A, \Delta n_0, \Delta \dot{n}_0, M_{0-n}, e_n, \omega_n, \Omega_{0-n}, \Delta \Omega, i_{0-n}, I_{0-n}, C_{is-n}, C_{ic-n}, C_{rs-n}, C_{rc-n}, C_{us-n},$  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'utilisateur 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<sub>ED</sub> obtenue à partir du message de type 10, Tableau B-10, et de l'équation :

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

où :

$E$  est l'angle de site du satellite en degrés ( $E \geq 0$ ).

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<sub>NED0</sub> et l'équation :

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



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

$$IAUR_{NED} = UR_{NED0} + UR_{NED1} \times (t - t_{op} + 604\,800 \times (WN - WN_{op})) \\ + UR_{NED2} \times (t - t_{op} + 604\,800 \times (WN - WN_{op}) - 93\,600)^2$$

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

où :

t = temps du système GPS

WN,  $WN_{op}$ ,  $t_{op}$ ,  $UR_{NED0}$ ,  $UR_{NED1}$ ,  $UR_{NED2}$  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 ionosphériques.* Pour L5, la correction des effets ionosphériques de la fréquence unique définie au § 3.1.1.2.1.4 est multipliée par  $\gamma_{15}$ , ( $T_{iono,L5} = \gamma_{15} T_{iono,L1}$ ), 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 :

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

où :

PR = pseudodistance corrigée pour tenir compte des effets ionosphériques,

PR<sub>i</sub> = pseudodistance mesurée sur le canal indiqué par l'indice,

ISC<sub>i</sub> = 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,



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**RAS 10**

**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**

**Volume I**

**Aides radio à la navigation**

Appendice B

Page APP B-22 de 242

Edition

2

Date

Octobre 2023

$c$  = 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
<b>Perturbations de la deuxième harmonique</b>	
$\delta u_k = C_{us-n} \sin 2\phi_k + C_{uc-n} \cos 2\phi_k$	Argument de correction de la latitude
$\delta r_k = C_{rc-n} \sin 2\phi_k + C_{rs-n} \cos 2\phi_k$	Correction du rayon
$\delta i_k = C_{is-n} \sin 2\phi_k + C_{ic-n} \cos 2\phi_k$	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
$\left. \begin{aligned} x'_k &= r_k \cos u_k \\ y'_k &= r_k \sin u_k \end{aligned} \right\}$	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
$\left. \begin{aligned} x_k &= x'_k \cos \Omega_k - y'_k \cos i_k \sin \Omega_k \\ y_k &= x'_k \sin \Omega_k + y'_k \cos i_k \cos \Omega_k \\ z_k &= y'_k \sin i_k \end{aligned} \right\}$	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  $t_k$  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

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p>Volume I</p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B     Page APP B-24 de 242</p> <p>Edition     2</p> <p>Date     Octobre 2023</p>
--	--	---

3.1.1.2.2.7.2 La pseudodistance sans le retard ionosphérique pour l'utilisateur de la double fréquence (L1 C/A et L5 Q5) est calculée comme suit :

$$PR = \frac{(PR_{L5Q5} - \gamma_{15}PR_{L1C/A}) + c(ISC_{L5Q5} - \gamma_{15}ISC_{L1C/A})}{1 - \gamma_{15}} - cT_{GD}$$

où :

PR, PR<sub>i</sub>, ISC<sub>i</sub>, T<sub>GD</sub>, c et  $\gamma_{15}$  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 Réserve

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. 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 un satellite donné, le récepteur SPS doit utiliser les données d'horloge et les éphémérides avec des termes IODC et IODE correspondants.

#### 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.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**RAS 10**  
**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**  
**Volume I**  
**Aides radio à la navigation**

Appendice B Page APP B-25 de 242  
Edition 2  
Date Octobre 2023

### 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.

$$f_{01} = 1\,602 \text{ MHz}$$

$$\Delta f_1 = 0,5625 \text{ MHz}$$

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  $\pm 2 \times 10^{-11}$  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  $\pm$  0,511 MHz, conformément aux expressions ci-dessous :*

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

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

Quel que soit k, le rapport des fréquences porteuses L1 et L2 aura pour valeur :

$$\frac{f_{k2}}{f_{k1}} = \frac{7}{9}$$

3.1.2.1.1.2 Bruit de phase de la porteuse. La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée doit être telle que toute boucle à verrouillage de phase dont la largeur de bande passante de bruit

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<p style="text-align: center;">RAS 10</p> <p style="text-align: center;"><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Volume I</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Aides radio à la navigation</b></p>	Appendice B Page APP B-26 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	--

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 7<sup>ème</sup> étage d'un registre à décalage de neuf étages. Le vecteur d'initialisation de cette séquence doit être 11111111 (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	$H_n^A$ (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 ( $t_b = 1, 3, 5, \dots$ ), et la valeur 0, à un intervalle de 60 minutes ( $t_b = 2, 6, 10, \dots$ ) ;
- $P3$  = 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 » ;
- $\Delta T_n$  = différence temporelle entre les signaux de navigation transmis par le satellite considéré dans les sous-bandes L2 et L1 :

$$\Delta T_n = t_{f2} - t_{f1}$$

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 <sup>2</sup>
$E_n$	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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-31 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	--

**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 ;
- $M_n^A$  = indice de la modification du satellite  $n^A$  ; 00 indique un satellite GLONASS, 01 un satellite GLONASS-M ;
- $\tau_c$  = terme de conversion du temps GLONASS en temps UTC-SU. Le terme  $\tau_c$  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  $\tau_c$  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 ;
- $H_n^A$  = numéro de canal de la fréquence porteuse du satellite  $n^A$  (voir Tableau B-15) ;



$\lambda_n^A$	= longitude du premier nœud ascendant (au cours du jour NA) de l'orbite du satellite $n^A$ , en coordonnées PZ-90 ;
$t_{\lambda_n}^A$	= heure de passage au premier nœud ascendant du satellite $n^A$ , au jour numéro $N^A$ ;
$\Delta i_n^A$	= terme de correction de la valeur moyenne de l'inclinaison du satellite $n^A$ à l'instant $t_{\lambda_n}^A$ (la valeur moyenne de l'inclinaison est de 63 degrés) ;
$\Delta T_n^A$	= terme de correction de la valeur moyenne de la période draconique du satellite $n^A$ à l'instant $t_{\lambda_n}^A$ (la valeur moyenne de la période draconique T est de 43 200 s) ;
$\Delta \dot{T}_n^A$	= fréquence de variation de la période draconique du satellite $n^A$ ;
$e_n^A$	= excentricité du satellite $n^A$ à l'instant $t_{\lambda_n}^A$ ;
$\omega_n^A$	= périégée du satellite $n^A$ à l'instant $t_{\lambda_n}^A$ ;
$\tau_n^A$	= valeur approximative du terme de conversion de l'heure du satellite $n^A$ à l'heure GLONASS, à l'instant $t_{\lambda_n}^A$ ;
$C_n^A$	= 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 *Séquençement 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 ;
$I_n$	— 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 $\Delta UT1$ : 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 $\Delta UT1$ : il est égal au changement quotidien de la différence

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p>	Appendice B	Page APP B-33 de 242
	<p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p><b>Volume I</b></p> <p><b>Aides radio à la navigation</b></p>	Edition	2
		Date	Octobre 2023

$\Delta UT1$  (exprimée en secondes pour un jour solaire moyen).

Ces coefficients doivent être utilisés pour la transformation entre UTC-SU et UT1 :

$$\Delta UT1 = UTC-SU - UT1,$$

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 ( $\pm 1$  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 1<sup>er</sup> 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  $N_T$  en format commun (aa/mm/jj).

$N_4$  — numéro correspondant à un intervalle de quatre ans commençant en 1996 ;

$F_T$  — paramètre donnant l'URA prévue du satellite au moment  $t_b$ . Le codage est indiqué au Tableau B-19 ;

$M$  — type de satellite qui transmet le signal de navigation. 00 désigne un satellite GLONASS ; 01



désigne un satellite GLONASS-M ;

- P<sub>4</sub> — 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  $T_c$  retransmis du secteur de contrôle ; paramètre  $T_{GPS}$  retransmis du secteur de contrôle ;

01 — paramètre  $T_c$  retransmis du secteur de contrôle ; paramètre  $T_{GPS}$  calculé à bord du satellite GLONASS-M ;

10 — paramètre  $T_c$  calculé à bord du satellite GLONASS-M ; paramètre  $T_{GPS}$  retransmis du secteur de contrôle ;

11 — paramètre  $T_c$  calculé à bord du satellite GLONASS-M ; paramètre  $T_{GPS}$  calculé à bord du satellite GLONASS-M.

- $T_{GPS}$  — correction du temps GPS par rapport au temps GLONASS :

$$T_{GPS} - T_{GL} = \Delta T + T_{GPS},$$

où :

$\Delta T$  est l'entier et  $T_{GPS}$  est la partie fractionnaire de la différence entre les échelles de temps des systèmes exprimées en secondes.

*Note.— L'entier  $\Delta T$  est déterminé par le récepteur de l'utilisateur à partir du message de navigation du GPS.*

- M<sup>A</sup><sub>n</sub> — type de satellite n<sup>A</sup> : 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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-35 de 242 Edition                      2 Date                              Octobre 2023
--	---	---

Tableau B-20.

**Tableau B-18. Paramètres de données supplémentaires**

<i>Paramètre</i>	<i>Nombre de bits</i>	<i>Facteur d'échelle (LSB)</i>	<i>Plage effective</i>	<i>Unités</i>
n	5	1	0 à 31	(sans dimension)
l <sub>n</sub>	1	1	0 ; 1	(sans dimension)
B1	11	2 <sup>-10</sup>	±0,9	seconde(s)
B2	10	2 <sup>-16</sup>	(-4,5...3,5) × 10 <sup>-3</sup>	s/jour solaire moyen
KP	2	1	0 à 3	(sans dimension)
N <sub>T</sub>	11	1	0 à 1 461	jours
N <sub>4</sub>	5	1	1 à 31	intervalle de 4 ans
F <sub>T</sub>	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 <sub>GPS</sub>	22	2 <sup>-30</sup>	±1,9 × 10 <sup>-3</sup>	s
M <sup>A</sup> <sub>n</sub>	2	1	0 à 3	(sans dimension)

**Tableau B-19. Codage du mot F<sub>T</sub>**

<i>Valeur de F<sub>T</sub></i>	<i>Précision de pseudodistance, 1 sigma (m)</i>
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**

<i>Mot</i>	<i>Nombre de bits</i>	<i>Numéro de chaîne dans la supertrame</i>	<i>Numéro du bit dans la chaîne</i>
n	5	4, 19, 34, 49, 64	11 – 15
I <sub>n</sub>	1	5, 7, 9, 11, 13, 15, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 65, 67, 69, 71, 73, 75 3, 18, 33, 48, 63	9  65
B1	11	74 (dans la supertrame)	70 – 80
B2	10	74 (dans la supertrame)	60 – 69
KP	2	74 (dans la supertrame)	58 – 59
N <sub>T</sub>	11	4, 19, 34, 49, 64	16 – 26
N <sub>4</sub>	5	5, 20, 35, 50, 65	32 – 36
F <sub>T</sub>	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
I <sub>GPS</sub>	22	5, 20, 35, 50, 65	10 – 31
M <sup>A</sup> <sub>n</sub>	2	6, 8, 10, 12, 14	78 – 79

**Tableau B-21. Répartition des données d'almanach dans la supertrame**

<i>Numéro de trame dans la supertrame</i>	<i>Satellites pour lesquels l'almanach est transmis dans la trame indiquée à gauche</i>
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

<i>Paramètre</i>	<i>Nombre de bits</i>	<i>Facteur d'échelle (LSB)</i>	<i>Plage effective</i>	<i>Unités</i>
$M_n^A$	2	1	0 à 3	(sans dimension)
$\tau_c$	28	$2^{-27}$	$\pm 1$	secondes (s)
$N^A$	11	1	1 à 1 461	jours
$n^A$	5	1	1 à 24	(sans dimension)
$H_n^A$	5	1	0 à 31	(sans dimension)
$\lambda_n^A$	21	$2^{-20}$	$\pm 1$	demi-cercles
$t\lambda_n^A$	21	$2^{-5}$	0 à 44 100	s
$\Delta i_n^A$	18	$2^{-20}$	$\pm 0,067$	demi-cercles
$\Delta T_n^A$	22	$2^{-9}$	$\pm 3,6 \times 10^3$	s/révolution
$\Delta \dot{T}_n^A$	7	$2^{-14}$	$\pm 2^{-8}$	s/révolution <sup>2</sup>
$\varepsilon_n^A$	15	$2^{-20}$	0 à 0,03	(sans dimension)
$\omega_n^A$	16	$2^{-15}$	$\pm 1$	demi-cercles
$t\tau_n^A$	10	$2^{-18}$	$\pm 1,9 \times 10^{-3}$	s
$C_n^A$	1	1	0 à 1	(sans dimension)

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b>  <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>  <b>Volume I</b>  <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B	Page APP B-38 de 242
		Edition	2
		Date	Octobre 2023

**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
$M_n^A$	2	6, 8, 10, 12, 14	78 – 79
$\tau_c$	28	5	42 – 69
$N^A$	11	5	70 – 80
$n^A$	5	6, 8, 10, 12, 14	73 – 77
$H_n^A$	5	7, 9, 11, 13, 15	10 – 14
$\lambda_n^A$	21	6, 8, 10, 12, 14	42 – 62
$t_{\lambda_n}^A$	21	7, 9, 11, 13, 15	44 – 64
$\Delta i_n^A$	18	6, 8, 10, 12, 14	24 – 41
$\Delta T_n^A$	22	7, 9, 11, 13, 15	22 – 43
$\Delta \dot{T}_n^A$	7	7, 9, 11, 13, 15	15 – 21
$\varepsilon_n^A$	15	6, 8, 10, 12, 14	9 – 23
$\omega_n^A$	16	7, 9, 11, 13, 15	65 – 80
$t_{\tau_n}^A$	10	6, 8, 10, 12, 14	63 – 72
$C_n^A$	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 5<sup>e</sup> 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  $\pi/2$ -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,

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p>Volume I</p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-39 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	---

respectivement. Le signal L3OCd devance le signal L3OCp par  $\pi/2$ -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*



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-41 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	--

**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 »)
$I^j$	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		

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-42 de 242 Edition                      2 Date                            Octobre 2023
--	---	---

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 184<sup>e</sup> 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 301<sup>e</sup> 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-43 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023

**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		

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-44 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	--

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 est 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 219<sup>e</sup> bit du champ de données). A la sortie du codeur, un bloc codé de 300 bits est généré par l'ajout de 24 bits de contrôle.

3.1.2.1.6.5.6 *Code CRC des chaînes anormales de type 1 du signal L3OCd.* Le code CRC (200,176) 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.*

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-46 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	--

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 ( $\sigma$ ) liées aux éphémérides et aux paramètres d'horloge du satellite transmetteur. Le Tableau B-28 donne les valeurs des champs  $F_E$  et  $F_T$  et des erreurs correspondantes.

**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
$\sigma$ , 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
$\sigma$ , 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					
$\sigma$ , 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 ( $b_{85}, b_{84}, \dots, b_{10}, b_9$ ) et les huit autres étant les bits de contrôle du code de Hamming de longueur 4 ( $\beta_8, \beta_7, \dots, \beta_2, \beta_1$ ).

3.1.2.2.1.2 Les sommes de contrôle ( $c_1, c_2, \dots, c_7$ ) permettent de corriger les erreurs sur un bit, la somme  $c_z$  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 ( $c_1, \dots, c_7$  et  $c_z$ ) sont égales à 0, ou si l'une d'elles ( $c_1, \dots, c_7$ ) seulement est égale à 1 et  $c_z$  à 1.
- b) Si au moins deux sommes de contrôle ( $c_1, \dots, c_7$ ) sont égales à 1 et  $c_z$  à 1, le caractère  $b_{\text{cor}}$  est converti en son inverse comme suit :



$$i_{cor} = C_7 C_6 C_5 C_4 C_3 C_2 C_1 + 8 - K, \text{ pourvu que } i_{cor} \leq 85,$$

avec  $C_7 C_6 C_5 C_4 C_3 C_2 C_1$  un nombre binaire généré à partir des sommes de contrôle ( $c_1, \dots, c_7$ ),  $c_1$  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 ( $c_1, \dots, c_7$ ) est égale à 1 et  $c_\Sigma$  à 0, ou si toutes les sommes de contrôle ( $c_1, \dots, c_7$ ) sont égales à 0 mais que  $c_\Sigma$  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**

$b_{85}, b_{84}, \dots, b_{10}, b_9$  sont les bits de données (de la position 9 à la position 85) ;

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_8$  sont les bits de contrôle du code de Hamming (positions 1 à 8 de la chaîne) ;

$c_1, c_2, \dots, c_7, c_\Sigma$  sont les sommes de contrôle, générées comme suit :

$$c_1 = \beta_1 \oplus [\sum_i b_i]_{\text{mod } 2}$$
$$i = 9, 10, 12, 13, 15, 17, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 47, 49, 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84.$$

$$c_2 = \beta_2 \oplus [\sum_j b_j]_{\text{mod } 2}$$
$$j = 9, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 25, 26, 29, 30, 33, 34, 36, 37, 40, 41, 44, 45, 48, 49, 52, 53, 56, 57, 60, 61, 64, 65, 67, 68, 71, 72, 75, 76, 79, 80, 83, 84.$$

$$c_3 = \beta_3 \oplus [\sum_k b_k]_{\text{mod } 2}$$
$$k = 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 31, 32, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56, 57, 62, 63, 64, 65, 69, 70, 71, 72, 77, 78, 79, 80, 85.$$

$$c_4 = \beta_4 \oplus [\sum_l b_l]_{\text{mod } 2}$$
$$l = 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80.$$

$$c_5 = \beta_5 \oplus [\sum_m b_m]_{\text{mod } 2}$$
$$m = 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 81, 82, 83, 84, 85.$$

$$c_6 = \beta_6 \oplus [\sum_n b_n]_{\text{mod } 2}$$
$$n = 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65.$$

$$c_7 = \beta_7 \oplus [\sum_p b_p]_{\text{mod } 2}$$
$$p = 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85.$$

$$c_\Sigma = [\sum_q \beta_q]_{\text{mod } 2} \oplus [\sum_r b_r]_{\text{mod } 2}$$
$$q = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$$
$$r = 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85.$$



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p>Volume I</p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-49 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	---

$\tau_c(t_b), \dot{\tau}_c(t_b)$  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 ( $|T_i| = |t_i - t_b| \leq 15$  minutes) est effectué par intégration numérique des équations différentielles qui décrivent le mouvement des satellites. Dans ces équations, les termes de droite comprennent les accélérations, déterminées à l'aide de la constante de gravitation  $\mu$ , du deuxième harmonique zonal du géopotential  $J_2^0$  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 :



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

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

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

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

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

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

où :

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} ;$$

$\mu$  = constante de gravitation universelle de la Terre (398 600,4418 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>/s<sup>2</sup>) ;

$a_e$  = demi-grand axe (6 378 136 m) ;

$J_0^2$  = deuxième harmonique zonal du géopotential (1 082 625,75 x 10<sup>-9</sup>) ;

$\omega$  = vitesse de rotation de la Terre (7,2921151467 x 10<sup>-5</sup> 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  $\pm 15$  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 chaînes de types 10, 11 et 12 des signaux AMRC. Les paramètres du modèle

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-51 de 242 Edition                  2 Date                      Octobre 2023
--	---	---

dynamique à long terme pour les polynômes du quatrième degré, les accélérations  $a_x$ ,  $a_y$  et  $a_z$ , sont transmis dans les chaînes de types 31 et 32 des signaux AMRC.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### 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 IONOSPHERIQUES

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 :  $\Delta V_{ion} = 0,40364 \times \frac{I_e}{f^2}$







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,  $T_{GPS}$ , ne doit pas dépasser 30 ns (1 sigma).

*Note.— La précision de  $T_{GPS}$  (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  $\pm 1$  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*





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.*

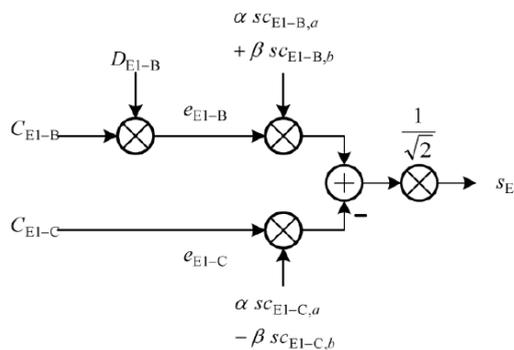


Figure B-13. Schéma de modulation CBOC pour le signal E1

### 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

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	RAS 10	Appendice B	Page APP B-57 de 242
	<b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>	Edition	2
	<b>Volume I</b>	Date	Octobre 2023
	<b>Aides radio à la navigation</b>		

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.*

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-58 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023</p>

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.

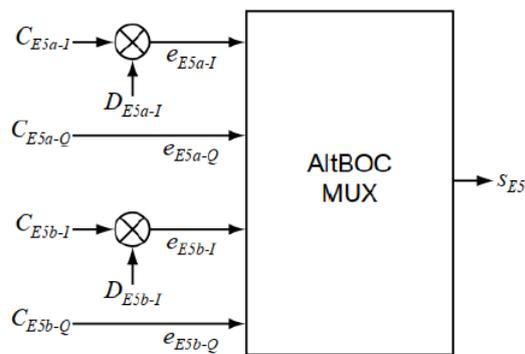
3.1.3.1.1.3.12 *Génération de la composante pilote E5b-Q.* La composante pilote E5b est générée à partir du code de mesure de distance (CE5b-Q).

*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 ( $15 \times 1,023$  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'utilisateur 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.



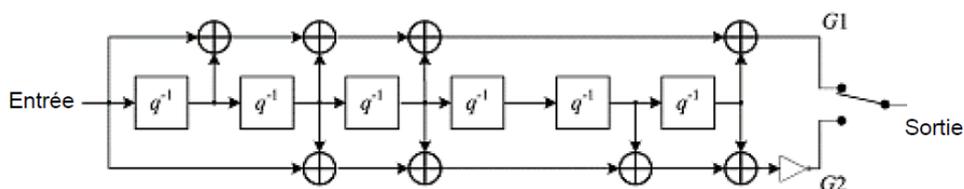


d'entrelacement décrite au § 3.1.3.1.2.1.6.

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<sub>1</sub> est le premier symbole et S<sub>488</sub>, 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 <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	...	C <sub>60</sub>	C <sub>61</sub>
R <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>9</sub>	S <sub>17</sub>	...	S <sub>473</sub>	S <sub>481</sub>
R <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>10</sub>	S <sub>18</sub>	...	S <sub>474</sub>	S <sub>482</sub>
R <sub>3</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>11</sub>	S <sub>19</sub>	...	S <sub>475</sub>	S <sub>483</sub>
...	...	...	...	...	...	...
R <sub>7</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>15</sub>	S <sub>23</sub>	...	S <sub>479</sub>	S <sub>487</sub>
R <sub>8</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>16</sub>	S <sub>24</sub>	...	S <sub>480</sub>	S <sub>488</sub>

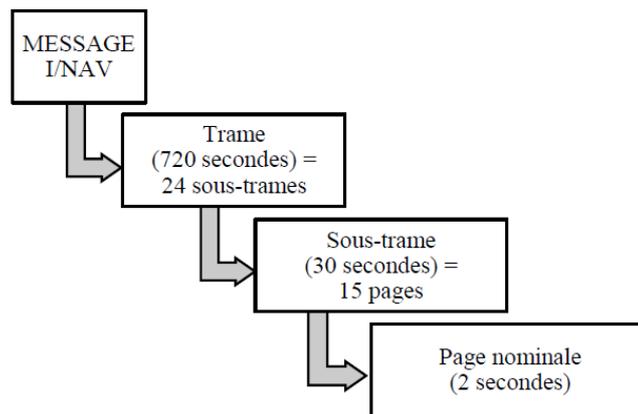
3.1.3.1.2.2 *Caractéristiques du message (I/NAV) transmis sur E1-B*

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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B	Page APP B-62 de 242
			Edition
		Date	Octobre 2023

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)
	114	6
		Total (bits)
		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/impair=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/impair=0	Type de page=0	Mot de données (1/2)						Queue	Total (bits)
1	1	112						6	120

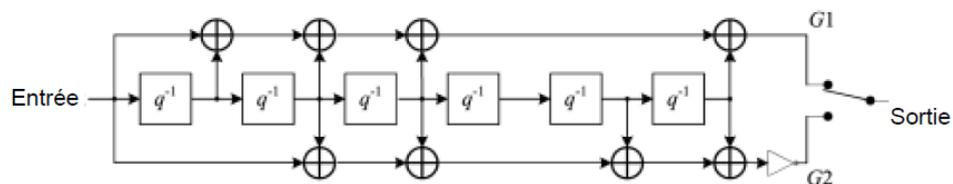
*Note 1.— Le champ paire/impair (1 bit) indique la partie de la page (0=paire/1=impair) qui est diffusée.*

*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 <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	...	C <sub>29</sub>	C <sub>30</sub>
R <sub>1</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>9</sub>	S <sub>17</sub>	...	S <sub>225</sub>	S <sub>233</sub>
R <sub>2</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>10</sub>	S <sub>18</sub>	...	S <sub>226</sub>	S <sub>234</sub>
R <sub>3</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>11</sub>	S <sub>19</sub>	...	S <sub>227</sub>	S <sub>235</sub>
...	...	...	...	...	...	...
R <sub>7</sub>	S <sub>7</sub>	S <sub>15</sub>	S <sub>23</sub>	...	S <sub>231</sub>	S <sub>239</sub>
R <sub>8</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>16</sub>	S <sub>24</sub>	...	S <sub>232</sub>	S <sub>240</sub>

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.— 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.*

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-frames impaires comprennent le type de page 5 et les sous-frames paires, le type de page 6. Cela permet la transmission des almanachs pour trois satellites dans deux sous-frames 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-frames) 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 impair	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-frames (c'est-à-dire que les sous-frames 1 et 2 ont le même paramètre k, les sous-frames 3 et 4 ont le même paramètre suivant, etc.). La trame complète du message I/NAV (24 sous-frames) 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.*

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-65 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023

**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

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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-66 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	--

**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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b>  <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>  <b>Volume I</b>  <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-67 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	--

**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 »).*

**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

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p><b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B Page APP B-68 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023</p>
--	---	---

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 :

$$M(X) = \sum_{i=1}^{214} m_i X^{214-i} = m_1 X^{213} + m_2 X^{212} + \dots + m_{213} X + m_{214}$$

$M(X)$  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 :

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

$M(X)$  est formé des champs pair (e)/impair (o), des champs de type de page, des champs de mot de







commence six heures avant le temps d'ajustement de seconde intercalaire, et se termine six heures après, le  $t_{UTC}$  est calculé comme suit :

$$t_{UTC} = (t_E - \Delta t_{UTC}) \text{ [Modulo 86400]}$$

$$\text{où : } \Delta t_{UTC} = \Delta t_{LSF} + A_0 + A_1(t_E - t_{ot} + 604800(WN - WN_{ot}))$$

- $A_0, A_1, \Delta t_{LS}, t_{ot}, WN_{ot}, WN_{LSF}, DN$  et  $\Delta t_{LSF}$  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:

$$\Omega = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \omega_E)t_k - \omega_E t_{0e}$$

$$x' = r \cos u$$

$$y' = r \sin u$$

$$i = i_0 + \delta i + \frac{di}{dt} t_k$$

$$r = A(1 - e \cos E) + \delta r$$

$$u = \Phi + \delta u$$

$$A = (A^{1/2})^2$$

$$\delta r = C_{rs} \sin 2\Phi + C_{rc} \cos 2\Phi$$

$$\delta u = C_{us} \sin 2\Phi + C_{uc} \cos 2\Phi$$

$$\delta i = C_{is} \sin 2\Phi + C_{ic} \cos 2\Phi$$

$$\Phi = v + \omega$$

$$v = \tan^{-1} \left\{ \frac{\sin v}{\cos v} \right\}$$

$$= \tan^{-1} \left\{ \frac{\sqrt{1 - e^2} \sin E / (1 - e \cos E)}{(\cos E - e) / (1 - e \cos E)} \right\}$$

$$t_k = t - s \Delta f t_{0e}$$

$$M = E - e \sin(E)$$

$$M = M_0 + n t_k$$

$$n = n_0 + \Delta n$$

longitude corrigée du nœud ascendant  
position dans le plan orbital  
position dans le plan orbital  
inclinaison corrigée

rayon corrigé  
latitude corrigée  
demi-grand axe  
rayon corrigé  
correction en latitude  
inclinaison corrigée  
latitude  
anomalie vraie

$t$  est le temps système Galileo et  $t_k$  est l'écart total réel entre le temps  $t$  et l'instant de l'impulsion  $t_{0e}$  ( $t_{0e}$  pour les almanachs) avec prise en compte des changements de semaine  
formule de Kepler donnant l'anomalie excentrique  $E$   
anomalie moyenne  
déplacement moyen corrigé



$n_0 = \sqrt{\mu/A^3}$ $M_0, \Delta n, e, A^{1/2}, \Omega_0, i_0, \omega, \dot{\Omega}, di/dt, C_{uc}, C_{us}, C_{rc}, C_{rs}, C_{ic}, C_{is}, t_{0e}$ $\pi = 3.1415926535898$ $\mu = 3.986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$ $\omega_E = 7.2921151467 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$ $c = 299792458 \text{ m/s}$	<p>déplacement moyen calculé (rad/s)</p> <p>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</p> <p>rapport de la circonférence d'un cercle à son diamètre</p> <p>constante gravitationnelle géocentrique</p> <p>vitesse angulaire moyenne de la Terre</p> <p>vitesse de la lumière dans un vide</p>
---	---

### 3.1.3.2.5 Correction des effets ionosphériques

*Note.— Les récepteurs qui fonctionnent 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.

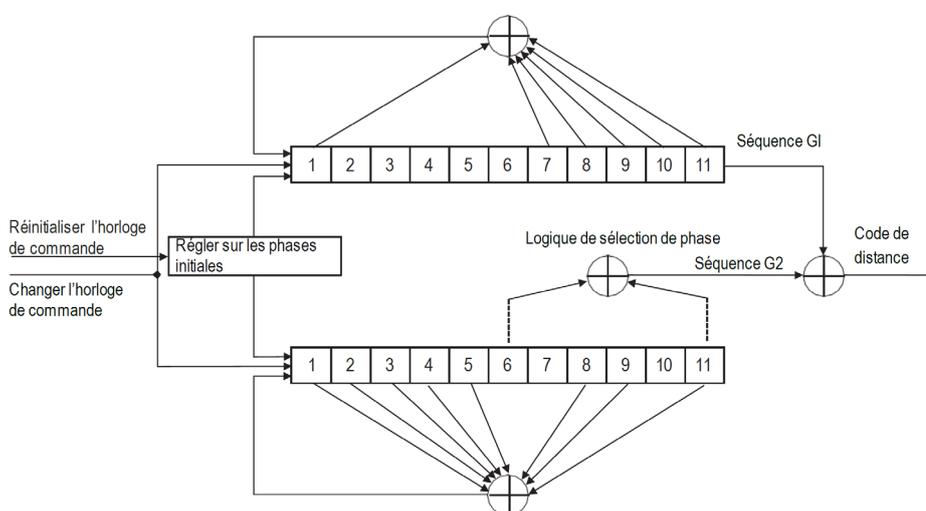
*Note.— Des éléments indicatifs sur le  $t_{0e}$  figurent dans le Supplément D, § 4.1.3.11.*



### 3.1.4.1.1.2 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 B1I (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<sub>B1C\_data</sub>).* La séquence du code de mesure de distance de la composante de données du signal B1C est un code primaire

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p>Volume I</p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-75 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	---

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  $s_{CB1C\_data}$  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  $C_{B1C\_pilot}$  modulé par la sous-porteuse  $s_{CB1C\_pilot}$  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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-76 de 242 Edition    2 Date    Octobre 2023
--	---	---

*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.

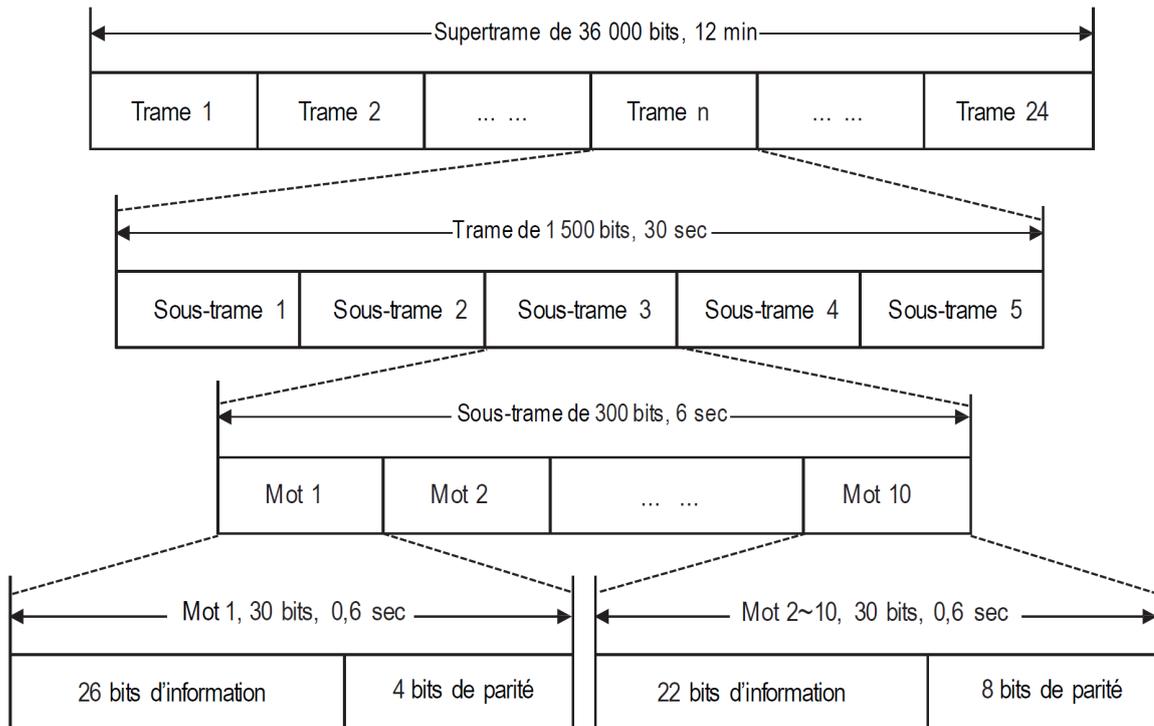
*Note.— Des renseignements supplémentaires relatifs au code NH figurent dans le document BDS OS B1I ICD, section 5.2.1.*

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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b>	Appendice B    Page APP B-77 de 242
	<b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>	Edition    2
	<b>Volume I</b>	Date    Octobre 2023
	<b>Aides radio à la navigation</b>	

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 contiennent 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 B11 ICD, section 5.1.3.*

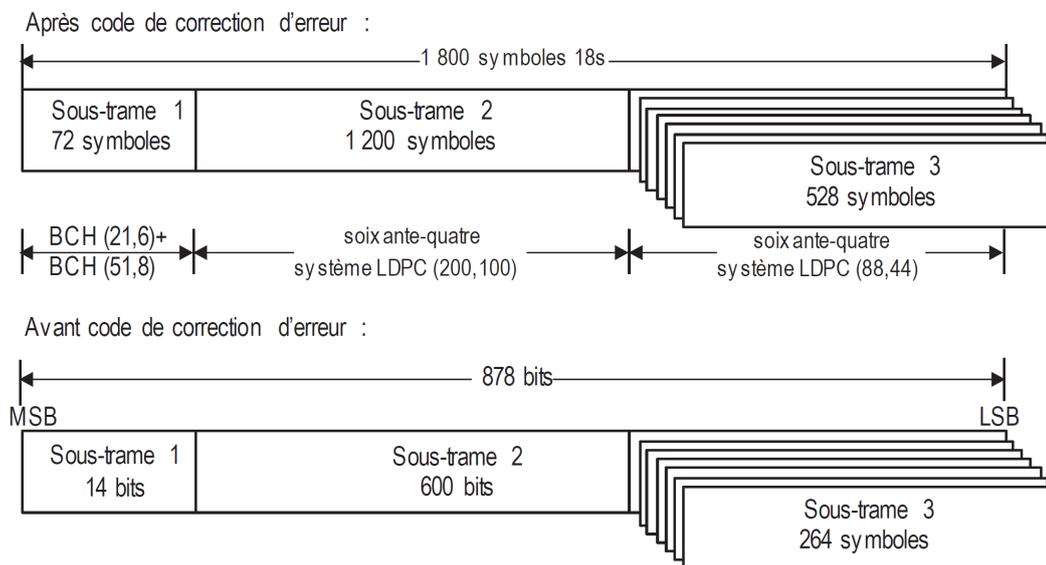
3.1.4.1.2.1.6 *Préambule.* Les bits 1 à 11 de chaque sous-trame comprennent un préambule composé de la séquence de bits « 11100010010 ».

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-





**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.*

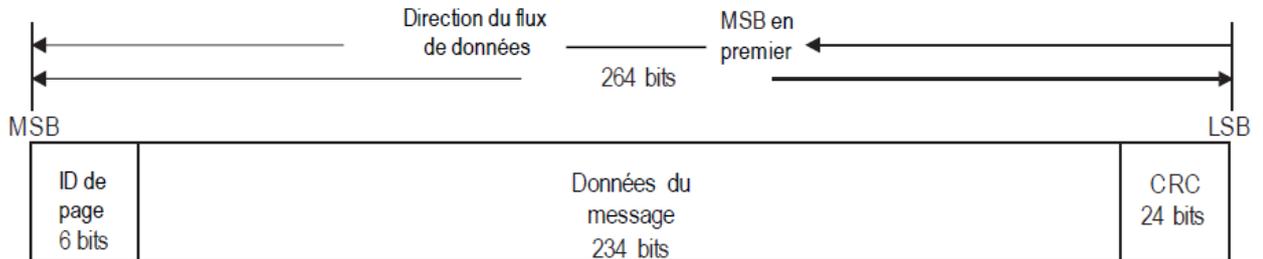
3.1.4.1.2.2.3 *Sous-trame 2.* La sous-trame 2 contient 600 bits avant le code de contrôle de parité à faible densité (LDPC). Les 576 bits de poids fort (MSB) de la sous-trame 2 sont pris en compte dans le calcul du CRC, et les 24 bits de poids faible (LSB) sont les bits de CRC correspondants. Après le 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.*

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-80 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	--



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

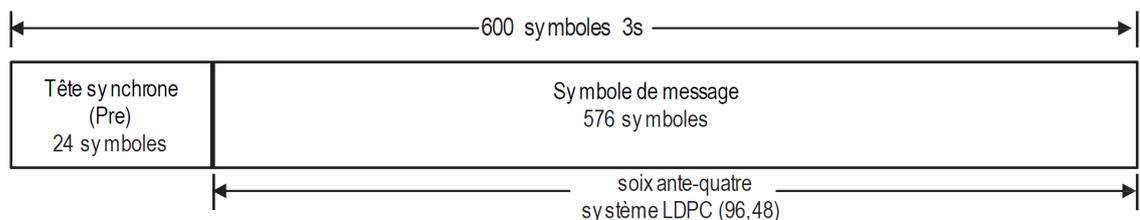
3.1.4.1.2.2.5 *Entrelacement*. Après codage, la sous-trame 2 et la sous-trame 3 sont combinées et entrelacées à l'aide d'un entrelaceur par bloc.

*Note*.— Des renseignements supplémentaires relatifs à l'entrelacement figurent dans le document BDS OS B1C ICD, section 6.2.2.4.

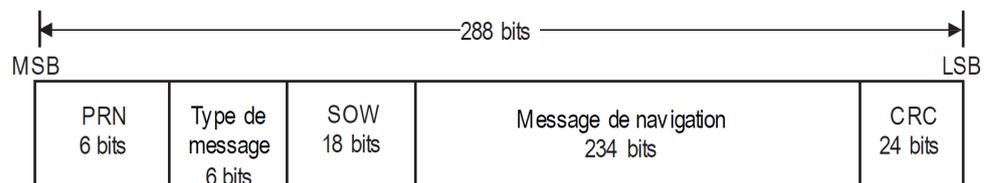
#### 3.1.4.1.2.3 Caractéristiques du message B2a

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.

Après codage de correction d'erreur :



Avant codage de correction d'erreur :



**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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b>  <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>  <b>Volume I</b>  <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-81 de 242 Edition                                      2 Date    Octobre 2023
--	---	---

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.*

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-82 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023

**Tableau B-42. Contenu du message de navigation B1I D1**

<i>Numéro de sous-trame</i>	<i>Numéro de page</i>	<i>Teneur des données</i>
1	<i>Sans objet</i>	Numéro de semaine (WN), indice de précision de distance pour l'utilisateur (URAI), indicateur autonome de l'état du satellite (SatH1), paramètres de modèles ionosphériques ( $\alpha_n, \beta_n, n=0-3$ ), 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	<i>Sans objet</i>	Paramètres d'éphémérides (1/2) ( $\sqrt{A}, e, \Delta n, M_0, C_{uc}, C_{us}, C_{rc}, C_{rs}$ )
3	<i>Sans objet</i>	Paramètres d'éphémérides (2/2) ( $t_{oa}, \omega, \Omega_0, \dot{\Omega}, i_0, IDOT, C_{ic}, C_{is}$ )
4	1 à 24	Numéro de page, paramètres d'almanach ( $t_{oa}, \sqrt{A}, e, \omega, M_0, \Omega_0, \dot{\Omega}, \delta_i, a_0, a_1, AmEpID$ )
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 ( $A_{0UTC}, A_{1UTC}, \Delta t_{LS}, \Delta t_{LSF}, WN_{LSF}, DN$ )
5	11 à 23	Numéro de page, paramètres d'almanach ( $t_{oa}, \sqrt{A}, e, \omega, M_0, \Omega_0, \dot{\Omega}, \delta_i, a_0, a_1, AmID$ )
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'utilisateur (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'utilisateur (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, $1\sigma$ )
0000	0	$0,00 < URA \leq 2,40$
0001	1	$2,40 < URA \leq 3,40$
0010	2	$3,40 < URA \leq 4,85$
0011	3	$4,85 < URA \leq 6,85$
0100	4	$6,85 < URA \leq 9,65$
0101	5	$9,65 < URA \leq 13,65$
0110	6	$13,65 < URA \leq 24,00$
0111	7	$24,00 < URA \leq 48,00$
1000	8	$48,00 < URA \leq 96,00$
1001	9	$96,00 < URA \leq 192,00$
1010	10	$192,00 < URA \leq 384,00$
1011	11	$384,00 < URA \leq 768,00$
1100	12	$768,00 < URA \leq 1\,536,00$
1101	13	$1\,536,00 < URA \leq 3\,072,00$
1110	14	$3\,072,00 < URA \leq 6\,144,00$
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-frames.



3.1.4.1.3.1.7 *Identification d'almanschs 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'almansch 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'almansch 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'almansch des SV ID 31 à 63 est présenté dans le Tableau B-44.

**Tableau B-44. Régime de diffusion des paramètres de l'almansch des PRN 31 à 63**

AmEpID	AmID	Pnum	PRN	
11	01	11 – 23	31 – 43	
	10	11 – 23	44 – 56	
	11	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* $(t_{oe}, \text{SatType}, \Delta A, \dot{A}, \Delta n_0, \Delta \dot{n}_0, M_0, e, \omega)$
	Éphémérides II* $(\Omega_0, i_0, \dot{\Omega}, \dot{i}_0, C_{is}, C_{ic}, C_{rs}, C_{rc}, C_{us}, C_{uc})$
	Paramètres de correction d'horloge* $(t_{oc}, a_0, a_1, a_2)$
	TGDB <sub>2ap</sub> , ISC <sub>B1Cd</sub> , TGDB <sub>1Cp</sub> , 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)***, SISAloe, SISAloc*, paramètres du modèle de correction des retards ionosphériques*, paramètres de décalage temporel BDT-UTC*]
	Type de page 2 (PageID, HS, DIF, SIF, AIF, SISMAI***, SISAloe*, WNa, $t_{oa}$ , almanach réduit*)
	Type de page 3 [PageID, HS, DIF, SIF, AIF, SISMAI***, SISAloe, paramètres d'orientation de la Terre (EOP), paramètres de décalage temporel BDT-GNSS (BGTO)]
	Type de page 4 (PageID, HS, DIF, SIF, AIF, SISMAI***, SISAloc*, 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.	

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-86 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023

**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 <sub>GDB2ap</sub> , ISC <sub>B2ad</sub> , paramètres du modèle de correction des retards ionosphériques*, T <sub>GDB1Cp</sub>
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), SISAloc*, 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), SISAloe, SISAloc*, 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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B	Page APP B-88 de 242
			Edition
		Date	Octobre 2023

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

 <b>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</b>	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-90 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
---	---	--

**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)  $SISA_{oe}$ , 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)  $SISA_{ocb}$ , 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)  $SISA_{oc1}$ , dont la valeur entière est comprise entre 0 et 7, indique la précision de la dérive de l'horloge du satellite ;

d)  $SISA_{oc2}$ , 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	$3\,072,00 < SISA_{oe} \leq 6\,144,00$
13	$1\,536,00 < SISA_{oe} \leq 3\,072,00$
12	$768,00 < SISA_{oe} \leq 1\,536,00$
11	$384,00 < SISA_{oe} \leq 768,00$
10	$192,00 < SISA_{oe} \leq 384,00$
9	$96,00 < SISA_{oe} \leq 192,00$
8	$48,00 < SISA_{oe} \leq 96,00$
7	$24,00 < SISA_{oe} \leq 48,00$
6	$13,65 < SISA_{oe} \leq 24,00$
5	$9,65 < SISA_{oe} \leq 13,65$
4	$6,85 < SISA_{oe} \leq 9,65$
3	$4,85 < SISA_{oe} \leq 6,85$
2	$3,40 < SISA_{oe} \leq 4,85$
1	$2,40 < SISA_{oe} \leq 3,40$
0	$1,70 < SISA_{oe} \leq 2,40$
-1	$1,20 < SISA_{oe} \leq 1,70$
-2	$0,85 < SISA_{oe} \leq 1,20$
-3	$0,60 < SISA_{oe} \leq 0,85$
-4	$0,43 < SISA_{oe} \leq 0,60$
-5	$0,30 < SISA_{oe} \leq 0,43$
-6	$0,21 < SISA_{oe} \leq 0,30$
-7	$0,15 < SISA_{oe} \leq 0,21$
-8	$0,11 < SISA_{oe} \leq 0,15$
-9	$0,08 < SISA_{oe} \leq 0,11$
-10	$0,06 < SISA_{oe} \leq 0,08$
-11	$0,04 < SISA_{oe} \leq 0,06$
-12	$0,03 < SISA_{oe} \leq 0,04$
-13	$0,02 < SISA_{oe} \leq 0,03$
-14	$0,01 < SISA_{oe} \leq 0,02$
-15	$SISA_{oe} \leq 0,01$
-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	$3\,072,00 < SISA_{ocb} \leq 6\,144,00$
13	$1\,536,00 < SISA_{ocb} \leq 3\,072,00$
12	$768,00 < SISA_{ocb} \leq 1\,536,00$
11	$384,00 < SISA_{ocb} \leq 768,00$
10	$192,00 < SISA_{ocb} \leq 384,00$
9	$96,00 < SISA_{ocb} \leq 192,00$
8	$48,00 < SISA_{ocb} \leq 96,00$
7	$24,00 < SISA_{ocb} \leq 48,00$
6	$13,65 < SISA_{ocb} \leq 24,00$
5	$9,65 < SISA_{ocb} \leq 13,65$
4	$6,85 < SISA_{ocb} \leq 9,65$
3	$4,85 < SISA_{ocb} \leq 6,85$
2	$3,40 < SISA_{ocb} \leq 4,85$
1	$2,40 < SISA_{ocb} \leq 3,40$
0	$1,70 < SISA_{ocb} \leq 2,40$
-1	$1,20 < SISA_{ocb} \leq 1,70$
-2	$0,85 < SISA_{ocb} \leq 1,20$
-3	$0,60 < SISA_{ocb} \leq 0,85$
-4	$0,43 < SISA_{ocb} \leq 0,60$
-5	$0,30 < SISA_{ocb} \leq 0,43$
-6	$0,21 < SISA_{ocb} \leq 0,30$
-7	$0,15 < SISA_{ocb} \leq 0,21$
-8	$0,11 < SISA_{ocb} \leq 0,15$
-9	$0,08 < SISA_{ocb} \leq 0,11$
-10	$0,06 < SISA_{ocb} \leq 0,08$
-11	$0,04 < SISA_{ocb} \leq 0,06$
-12	$0,03 < SISA_{ocb} \leq 0,04$
-13	$0,02 < SISA_{ocb} \leq 0,03$
-14	$0,01 < SISA_{ocb} \leq 0,02$
-15	$SISA_{ocb} \leq 0,01$
-16	Aucune prédiction de la précision n'est disponible — utilisation à vos risques et périls



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>  <b>Volume I</b>  <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-95 de 242 Edition                                  2 Date    Octobre 2023
--	---	---

11 du message B-CNAV2 ;

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

$\mu = 3,986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$ , est la valeur de la constante gravitationnelle de la Terre ;

$c = 299792458 \times 10^8 \text{ m/s}$ , est la vitesse de la lumière.

3.1.4.2.2 *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
$\mu = 3,986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$	Valeur de la constante gravitationnelle de la Terre dans le BDCS
$\dot{\Omega}_e = 7.2921150 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$	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)
$t_k = t - t_{oc}^*$	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)
$\begin{cases} \sin v_k = \frac{\sqrt{1-e^2} \sin E_k}{1-e \cos E_k} \\ \cos v_k = \frac{\cos E_k - e}{1-e \cos E_k} \end{cases}$	Anomalie réelle calculée
$\phi_k = v_k + \omega$	Latitude calculée
$\delta u_k = C_{us} \sin(2\phi_k) + C_{uc} \cos(2\phi_k)$	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
$i_k = i_0 + \text{IDOT} \cdot t_k + \delta i_k$	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 ;
$\begin{cases} X_k = x_k \cos \Omega_k - y_k \sin \Omega_k \\ Y_k = x_k \sin \Omega_k + y_k \cos \Omega_k \\ Z_k = y_k \sin i_k \end{cases}$	Coordonnées du satellite en MEO/IGSO dans le BDCS
<p>* Dans les équations, « t » est le BDT au moment de l'émission du signal. « t<sub>k</sub> » est l'écart total entre le temps t et le temps de référence des éphémérides t<sub>oe</sub>, compte tenu des changements de semaine (si t<sub>k</sub> est supérieur à 302 400 secondes, lui soustraire 604 800 secondes ; si t<sub>k</sub> est inférieur à 302 400 secondes, lui ajouter 604 800 secondes).</p>	

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<sub>oe</sub>, SatType, ΔA, Ā, Δn<sub>0</sub>, Δñ<sub>0</sub>, M<sub>0</sub>, e, ω, Ω<sub>0</sub>, i<sub>0</sub>, Ḡ, i<sub>0</sub>, C<sub>is</sub>, C<sub>ic</sub>, C<sub>rs</sub>, C<sub>rc</sub>, C<sub>us</sub>, C<sub>uc</sub>) utilisés dans la solution de position des satellites B1C et B2a sont des paramètres transmis par les sous-frames 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.*



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-98 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	--

Étapes de calcul	Description
<p>** Dans l'équation, t est le BDT au moment de l'émission, corrigé pour le temps de propagation. De plus, t<sub>k</sub> est l'écart total entre le temps t et l'instant de l'impulsion t<sub>oe</sub>, compte tenu des changements de semaine (si t<sub>k</sub> est supérieur à 302 400 secondes, lui soustraire 604 800 secondes ; si t<sub>k</sub> est inférieur à -302 400 secondes, lui ajouter 604 800 secondes).</p>	

#### 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 <sub>E</sub> est le nombre de secondes de la semaine (SOW) du BDT calculé par l'utilisateur.
$\psi = \frac{\pi}{2} - E - \arcsin\left(\frac{R}{R+h} \cdot \cos E\right)$	<p>ψ est l'angle au centre de la Terre en radians entre la position de l'utilisateur 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).</p>
$\phi_M = \arcsin(\sin\phi_u \cdot \cos\psi + \cos\phi_u \cdot \sin\psi \cdot \cos A)$	<p>φ<sub>M</sub> 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'utilisateur.</p>
$\lambda_M = \lambda_u + \arcsin\left(\frac{\sin\psi \cdot \sin A}{\cos\phi_M}\right)$	λ <sub>M</sub> est la longitude géomagnétique en radians de la projection à la surface de la Terre de l'IPP.
$t = (t_E + \lambda_M \times 43200 / \pi) [\text{modulo } 86400]$	t est l'heure locale (intervalle 0 – 86 400 secondes) pour la projection à la surface de la Terre de l'IPP.
$A_2 = \begin{cases} \sum_{n=0}^3 \alpha_n \left  \frac{\phi_M}{\pi} \right ^n, & A_2 \geq 0 \\ 0, & A_2 < 0 \end{cases}$	<p>A<sub>2</sub> est l'amplitude de la courbe sinusoïdale de Klobuchar en journée calculée à partir de α<sub>n</sub>.            α<sub>n</sub> : coefficients transmis dans la sous-trame 3 du message de navigation D1.</p>
$A_4 = \begin{cases} 172800, & A_4 \geq 172800 \\ \sum_{n=0}^3 \beta_n \left  \frac{\phi_M}{\pi} \right ^n, & 172800 > A_4 \geq 72000 \\ 72000, & A_4 < 72000 \end{cases}$	<p>A<sub>4</sub> est la période de la courbe sinusoïdale en secondes ;            β<sub>n</sub> sont les coefficients transmis dans la sous-trame 3 du message de navigation D1.</p>



Étapes de calcul	Description
$I'_z(t) = \begin{cases} 5 \times 10^{-9} + A_2 \cos\left[\frac{2\pi(t - 50400)}{A_4}\right], &  t - 50400  < A_4/4 \\ 5 \times 10^{-9} & ,  t - 50400  \geq A_4/4 \end{cases}$	$I'_z(t)$ est la correction du retard ionosphérique dans le sens vertical.
$I_{B11}(t) = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{R}{R+h} \cdot \cos E\right)^2}} \cdot I'_z(t)$	$I_{B11}(t)$ est le retard ionosphérique le long de la trajectoire de propagation du satellite B11.

*Note.— Des renseignements supplémentaires relatifs aux paramètres de correction de retard ionosphérique du satellite B11 et aux algorithmes d'utilisateur figurent dans le document BDS OS B11 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-100 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	---

**Tableau B-59. Calcul du retard ionosphérique utilisant une fréquence unique pour les satellites B1C et B2a**

<i>Étapes de calcul</i>	<i>Description</i>
$\psi = \frac{\pi}{2} - E - \arcsin\left(\frac{Re}{Re + H_{ion}} \cdot \cos E\right)$	<p><math>\psi</math> est l'angle au centre de la Terre entre la position de l'utilisateur et l'IPP.  <math>E</math> est l'angle de site entre l'utilisateur et le satellite (en radians).  <math>H_{ion}</math> est l'altitude de la couche ionosphérique à une couche (400 km).  <math>Re</math> est le rayon moyen de la Terre (6 378 km).</p>
$\begin{cases} \varphi_g = \arcsin(\sin \varphi_u \cdot \cos \psi + \cos \varphi_u \cdot \sin \psi \cdot \cos A) \\ \lambda_g = \lambda_u + \arctan\left(\frac{\sin \psi \cdot \sin A \cdot \cos \varphi_u}{\cos \psi - \sin \varphi_u \cdot \sin \varphi_g}\right) \end{cases}$	<p><math>\varphi_g</math> est la latitude géographique de la projection à la surface de la Terre de l'IPP.  <math>\lambda_g</math> est la longitude géographique de la projection à la surface de la Terre de l'IPP.  <math>\varphi_u</math> est la latitude géographique de l'utilisateur.  <math>\lambda_u</math> est la longitude géographique de l'utilisateur.  <math>A</math> est l'angle d'azimut entre l'utilisateur et le satellite (en radians).</p>
$\begin{cases} \varphi_m = \arcsin(\sin \varphi_M \cdot \sin \varphi_g + \cos \varphi_M \cdot \cos \varphi_g \cdot \cos(\lambda_g - \lambda_M)) \\ \lambda_m = \arctan\left(\frac{\cos \varphi_g \cdot \sin(\lambda_g - \lambda_M) \cdot \cos \varphi_M}{\sin \varphi_M \cdot \sin \varphi_m - \sin \varphi_g}\right) \end{cases}$	<p><math>\varphi_m</math> est la latitude géomagnétique de la projection à la surface de la Terre de l'IPP dans le cadre de référence géocentrique.  <math>\lambda_m</math> est la longitude géomagnétique de la projection à la surface de la Terre de l'IPP dans le cadre de référence géocentrique.  <math>\lambda_M</math> est la longitude géographique du pôle Nord magnétique : <math>\lambda_M = \frac{-72.58^\circ}{180^\circ} \cdot \pi \text{ rad.}</math>  <math>\varphi_M</math> est la latitude géographique du pôle Nord magnétique : <math>\varphi_M = \frac{-80.27^\circ}{180^\circ} \cdot \pi \text{ rad.}</math></p>
$S_{ion} = \pi \cdot (1 - 2 \cdot (t - \text{int}(t)))$	<p><math>S_{ion}</math> est la longitude géographique moyenne du Soleil (en radians).  <math>t</math> est le temps (en jours) de l'époque de calcul exprimé par la date julienne modifiée (MJD).  <math>\text{int}(\cdot)</math> est arrondi au chiffre inférieur.</p>
$\begin{cases} \varphi' = \varphi_m \\ \lambda' = \lambda_m - \arctan\left(\frac{\sin(S_{ion} - \lambda_M)}{\sin \varphi_M \cdot \cos(S_{ion} - \lambda_M)}\right) \end{cases}$	<p><math>\varphi'</math> est la latitude géomagnétique de l'IPP dans le cadre de référence fixe solaire.  <math>\lambda'</math> est la longitude géomagnétique de l'IPP dans le cadre de référence fixe solaire.</p>
$\begin{cases} P_{n,n}(\sin \varphi') = (2n - 1)!! (1 - (\sin \varphi')^2)^{n/2}, n = m \\ P_{n,m}(\sin \varphi') = \sin \varphi' \cdot (2m + 1) \cdot P_{m,m}(\sin \varphi'), n = m + 1 \\ P_{n,m}(\sin \varphi') = \frac{(2n - 1) \cdot \sin \varphi' \cdot P_{n-1,m}(\sin \varphi') - (n + m - 1) \cdot P_{n-2,m}(\sin \varphi')}{n - m}, \text{else} \end{cases}$	<p><math>P_{n,m}</math> est la fonction de Legendre classique non normalisée.  <math>(2n-1)!! = (2n-1) \cdot (2n-3) \cdot \dots</math>  <math>P_{0,0}(\sin \varphi') = 1</math></p>



<i>Étapes de calcul</i>	<i>Description</i>
$\begin{cases} N_{n,m} = \sqrt{\frac{(n-m)! \cdot (2n+1) \cdot (2-\delta_{0,m})}{(n+m)!}} \\ \delta_{0,m} = \begin{cases} 1, m = 0 \\ 0, m > 0 \end{cases} \end{cases}$	$N_{n,m}$ est la fonction de normalisation.
$\tilde{P}_{nm} = N_{n,m} \cdot P_{n,m}$	$\tilde{P}_{nm}$ est la fonction de Legendre normalisée de degré n et d'ordre m.
$A_i = \begin{cases} \tilde{P}_{ n_i , m_i }(\sin\varphi') \cdot \cos(m_i \cdot \lambda') & m_i \geq 0 \\ \tilde{P}_{ n_i , m_i }(\sin\varphi') \cdot \sin(-m_i \cdot \lambda') & m_i < 0 \end{cases}$	Les valeurs $n_i$ et $m_i$ figurent dans le tableau B-60.
$\begin{cases} \beta_j = a_{0,j} + \sum_{k=1}^{12} (a_{k,j} \cdot \cos(\omega_k \cdot t_p) + b_{k,j} \cdot \sin(\omega_k \cdot t_p)) \\ \omega_k = \frac{2\pi}{T_k} \end{cases}$	$a_{k,j}$ et $b_{k,j}$ sont les coefficients non destinés à la diffusion du modèle mondial de correction de retard ionosphérique du système BeiDou (BDGIM). $T_k$ est la période de prévision correspondant aux coefficients non destinés à la diffusion. $t_p$ est l'heure impaire du jour (01:00:00, 03:00:00, 05:00:00..., ou 23:00:00 en date julienne modifiée) la plus proche de la période de calcul.
$\begin{cases} A_0 = \sum_{j=1}^{17} \beta_j \cdot \beta_j \\ \beta_j = \begin{cases} \tilde{P}_{ n_j , m_j }(\sin\varphi') \cdot \cos(m_j \cdot \lambda') & m_j \geq 0 \\ \tilde{P}_{ n_j , m_j }(\sin\varphi') \cdot \sin(-m_j \cdot \lambda') & m_j < 0 \end{cases} \end{cases}$	$A_0$ 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
$M_F = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{Re}{Re + H_{ion}} \cdot \cos(E)\right)^2}}$	$M_F$ est la fonction de cartographie ionosphérique de l'IPP.
$T_{ion} = M_F \cdot \frac{40,28 \times 10^{16}}{f^2} \cdot VTEC$	$T_{ion}$ est la correction de retard ionosphérique.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-102 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	---

**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 ( $PR_{B1Cp-B2ap}$ ) est calculée comme suit :

$$PR_{B1Cp-B2ap} = \frac{PR_{B2ap} - k_{12} \cdot PR_{B1cp}}{1 - k_{12}} - \frac{C \cdot (T_{GDB2ap} - k_{12} \cdot T_{GDB1cp})}{1 - k_{12}}$$

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

$$PR_{B1Cp-B2ad} = \frac{PR_{B2ad} - k_{12} \cdot PR_{B1cp}}{1 - k_{12}} - \frac{C \cdot (T_{GDB2ap} + ISC_{B2ad} - k_{12} \cdot T_{GDB1cp})}{1 - k_{12}}$$

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

$$PR_{B1Cd-B2ap} = \frac{PR_{B2ap} - k_{12} \cdot PR_{B1Cd}}{1 - k_{12}} - \frac{C \cdot (T_{GDB2ap} - k_{12} \cdot T_{GDB1cp} - k_{12} \cdot ISC_{B1Cd})}{1 - k_{12}}$$

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

$$PR_{B1Cd-B2ad} = \frac{PR_{B2ad} - k_{12} \cdot PR_{B1Cd}}{1 - k_{12}} - \frac{C \cdot (T_{GDB2ap} + ISC_{B2ad} - k_{12} \cdot T_{GDB1cp} - k_{12} \cdot ISC_{B1Cd})}{1 - k_{12}}$$

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

$PR_{B1cp}$  est la pseudodistance mesurée de la composante pilote B1C (corrigée après application de la correction d'horloge mais non corrigée par  $T_{GDB1cp}$ ) ;

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p><b>RAS 10</b></p> <p><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p><b>Volume I</b></p> <p><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B Page APP B-103 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

$PR_{B1Cd}$  est la pseudodistance mesurée de la composante de données B1C (corrigée après application de la correction d'horloge mais non corrigée par  $T_{GDB1Cp}$  et  $ISC_{B1Cd}$ ) ;

$PR_{B2ap}$  est la pseudodistance mesurée de la composante pilote B2a après application de la correction d'horloge mais non corrigée par  $T_{GDB2ap}$ ) ;

$PR_{B2ad}$  est la pseudodistance mesurée de la composante de données B2a (corrigée après application de la correction d'horloge mais non corrigée par  $T_{GDB2ap}$  et  $ISC_{B2ad}$ ) ;

$T_{GDB1Cp}$  est le temps de propagation de groupe différentiel de la composante pilote B1C ;

$T_{GDB2ap}$  est le temps de propagation de groupe différentiel de la composante pilote B2a ;

$ISC_{B1Cd}$  est le temps de propagation de groupe différentiel de la composante de données B1C et de la composante pilote B1C ;

$ISC_{B2ad}$  est le temps de propagation de groupe différentiel de la composante de données B2a et de la composante pilote B2a ;

$c = 2,99792458 \times 10^8$  m/s est la vitesse de la lumière.

*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 :

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

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 :

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

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



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p>Volume I</p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-105 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

#### 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-106 de 242 Edition                      2 Date                              Octobre 2023
--	---	--

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.*

### **3.5      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  $\pm 0,0002$  % 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 ( $\Delta\phi_k$ ) sont indiqués au Tableau B-123].

*Note.— Pour le k<sup>ème</sup> symbole ( $\phi_k$ ) la phase de la porteuse est donnée par l'équation :  $\phi_k = \phi_{k1} + \Delta\phi_k$ . 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  $\Delta\phi_k$  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 :

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

où :

$h$  = réponse impulsionnelle du filtre en cosinus carré surélevé

$\phi_k$  = 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  $\alpha = 0,6$ . La réponse en temps  $h(t)$  et la réponse en fréquence  $H(f)$  des filtres en bande de base doivent être :

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

$$H(f) = \begin{cases} 1 & \text{pour } 0 \leq f < \frac{1-\alpha}{2T} \\ \frac{1 - \sin(\frac{\pi}{2\alpha}(2fT - 1))}{2} & \text{pour } \frac{1-\alpha}{2T} \leq f \leq \frac{1+\alpha}{2T} \\ 0 & \text{pour } f > \frac{1+\alpha}{2T} \end{cases}$$

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  $\pm 0,005$  %, soit un débit nominal de 31 500 bit/s.

**Tableau B-123. Codage des données**

Bits de message			Déphasage correspondant au symbole
$l_{3k-2}$	$l_{3k-1}$	$l_{3k}$	$\Delta\Phi_k$
0	0	0	$0\pi/4$
0	0	1	$1\pi/4$
0	1	1	$2\pi/4$
0	1	0	$3\pi/4$
1	1	0	$4\pi/4$
1	1	1	$5\pi/4$
1	0	1	$6\pi/4$
1	0	0	$7\pi/4$

Note.—  $l_j$  est le  $j^{\text{ème}}$  bit de la rafale à transmettre,  $l_1$  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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b>	Appendice B	Page APP B-109 de 242
	<b>Aides radio à la navigation</b>	Edition	2
		Date	Octobre 2023

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 débiter 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b>	Appendice B      Page APP B-110 de 242
	<b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>	
	<b>Volume I</b>	Date                              Octobre 2023
	<b>Aides radio à la navigation</b>	

**Tableau B-124. Décomposition des rafales dans le temps**

Événement	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**

Élément	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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10	Appendice B Page APP B-111 de 242
	<b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>	
	<b>Volume I</b>	Date Octobre 2023
	<b>Aides radio à la navigation</b>	

*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 :

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

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:

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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B     Page APP B-112 de 242 Edition                     2 Date                             Octobre 2023
--	---	---

où  $\alpha$  est une racine de  $p(x)$  utilisée pour la construction du corps de Galois de taille  $2^8$ , GF(256), et  $\alpha^i$  est la  $i^{\text{ème}}$  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 :

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

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 ;

$a_{248-\text{longueur}}, \dots, a_1, a_0$  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  $g(x)$  :

$$b(x) = \sum_{i=0}^5 b_i x^i = b_5 x^5 + b_4 x^4 + b_3 x^3 + b_2 x^2 + b_1 x^1 + b_0 = [x^6 m(x)] \text{ mod } g(x)$$

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.*

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<b>RAS 10</b>  <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>  <b>Volume I</b>  <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-113 de 242 Edition                                  2 Date    Octobre 2023
--	---	--

**Tableau B-126. Format des blocs-messages GBAS**

Élément	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,

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p>Volume I</p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-114 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

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  $b_1$  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 :

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

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.

 <p data-bbox="220 235 497 309">Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p data-bbox="735 145 815 168">RAS 10</p> <p data-bbox="549 185 1002 208">TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p data-bbox="719 226 836 248">Volume I</p> <p data-bbox="603 288 948 315">Aides radio à la navigation</p>	<p data-bbox="1023 185 1161 208">Appendice B</p> <p data-bbox="1211 185 1479 208">Page APP B-115 de 242</p> <p data-bbox="1023 226 1099 248">Edition</p> <p data-bbox="1465 226 1479 248">2</p> <p data-bbox="1023 266 1074 288">Date</p> <p data-bbox="1335 266 1479 288">Octobre 2023</p>
--	---	---

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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b>	Appendice B	Page APP B-116 de 242
	<b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>	Edition	2
	<b>Volume I</b>	Date	Octobre 2023
	<b>Aides radio à la navigation</b>		

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.*

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b>	Appendice B	Page APP B-117 de 242
	<b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Edition	2
		Date	Octobre 2023

*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 :

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

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  $r_9, r_{10}, r_{11}, \dots, r_{16}, r_1, r_2, r_3, \dots, r_8$ , où  $r_i$  est le  $i^{\text{ème}}$  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

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p>Volume I</p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-119 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

**Tableau B-130. Masque des éphémérides des satellites GLONASS**

<p>Chaîne 1 :</p> <p>0 0000 0000 0000 0000 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111</p> <p>1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000</p> <p>Chaîne 2 :</p> <p>0 0000 0000 0000 0000 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111</p> <p>1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000</p> <p>Chaîne 3 :</p> <p>0 0000 0111 1111 1111 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111</p> <p>1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000</p> <p>Chaîne 4 :</p> <p>0 0000 1111 1111 1111 1111 1111 1100 0000 0000 0000 0000</p> <p>0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000</p>
--

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

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p><b>Volume I</b></p> <p><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B Page APP B-120 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	---	--

*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.

$\sigma_{pr-gnd}$  : 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  $i^{\text{eme}}$  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 inertielle 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

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p><b>Volume I</b></p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B      Page APP B-121 de 242</p> <p>Edition                                  2</p> <p>Date    Octobre 2023</p>
--	---	---

*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.



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>RAS 10</b></p> <p align="center"><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p align="center"><b>Volume I</b></p> <p align="center"><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B      Page APP B-123 de 242</p> <p>Edition                  2</p> <p>Date                          Octobre 2023</p>

*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.*

**$\Delta$ Latitude** : écart de latitude d'une station émettrice GBAS, mesure à 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

**$\Delta$ Longitude** : écart de longitude d'une station émettrice GBAS, mesure à 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.*

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-125 de 242
		Edition                                      2 Date    Octobre 2023

**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
$\Delta$ Latitude	8	$\pm 25,4^\circ$	0,2°
$\Delta$ Longitude	8	$\pm 25,4^\circ$	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 :

**$K_{md\_e\_D, GLONASS}$**  ( $K_{md\_e\_D, GLONASS}$ ) : 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,  $K_{md\_e\_D, GLONASS}$ , peut être différent du paramètre de décorrélation des éphémérides  $K_{md\_e\_D, GLONASS}$  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.*

**$K_{md\_e\_D, GPS}$**  ( $K_{md\_e\_D, GPS}$ ) : 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,  $K_{md\_e\_D, GPS}$ , peut être différent du paramètre de décorrélation des éphémérides  $K_{md\_e\_D, GPS}$  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 – $25,5 \times 10^{-6}$ m/m	$0,1 \times 10^{-6}$ 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	—	—

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p>Volume I</p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-127 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

#### 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 ».

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B	Page APP B-128 de 242
			Edition
		Date	Octobre 2023

**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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b>	Appendice B      Page APP B-129 de 242 Edition                          2 Date                              Octobre 2023
	<b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>  <b>Volume I</b>  <b>Aides radio à la navigation</b>	

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 hélisstations 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-130 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	---

**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  $\Delta$ FPAP** : 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

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p style="text-align: center;"><b>RAS 10</b></p> <p style="text-align: center;"><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Volume I</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B Page APP B-131 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

*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 :

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

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<sub>1</sub> doit correspondre au bit de poids faible du champ type d'opération et m<sub>272</sub>, au bit de poids fort du champ ΔÉcart longitudinal. Le code CRC doit être ordonné de manière à ce que r<sub>1</sub> soit le bit de poids faible et r<sub>32</sub>, le bit de poids fort.

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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>  Volume I  <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-132 de 242 Edition                  2 Date                      Octobre 2023
--	---	--

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.*

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-133 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	---

#### 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.

$\sigma_{pr\_gnd}$  : 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*

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-134 de 242 Edition                          2 Date                                  Octobre 2023

*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.

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p><b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B      Page APP B-135 de 242 Edition                                  2 Date                                      Octobre 2023</p>
--	---	---

*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  $\sigma_{pr\_gnd}$  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 :

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-136 de 242
		Edition 2 Date Octobre 2023

$$P_{CSCn} = \alpha P + (1 - \alpha)(P_{CSCn-1} + \frac{\lambda}{2\pi}(\Phi_n - \Phi_{n-1}))$$

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.

$\lambda$  = longueur d'onde L1

$\Phi_n$  = phase de la porteuse

$\Phi_{n-1}$  = phase précédente de la porteuse

$\alpha$  = 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  $t$  :

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

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  $PRC_{30}$  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  $RRC_{30}$  tiré du message de type 11 défini au § 3.6.4.11.

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p><b>RAS 10</b></p> <p><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p><b>Volume I</b></p> <p><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B Page APP B-137 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

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 :

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

où :

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

$\Delta h$  = hauteur de l'aéronef au-dessus du point de référence GBAS

$EI_i$  = angle de site du  $i^{\text{eme}}$  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 :

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

où :

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

3.6.5.4 *Incertaince ionosphérique résiduelle*. L'incertaince ionosphérique résiduelle d'un satellite donné est :

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

où :

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

$\sigma_{vig}$  = 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).

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p><b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B      Page APP B-138 de 242 Edition      2 Date      Octobre 2023</p>
--	---	---

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

$\tau$  = dépend du GAST actif :

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

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

$$VPL = \text{MAX}\{VPL_{H0}, VPL_{H1}\}$$

$$LPL = \text{MAX}\{LPL_{H0}, LPL_{H1}\}$$

#### 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

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

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

$$\sigma_i^2 = \sigma_{pr\_gnd,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{pr\_air,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2;$$

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p><b>RAS 10</b></p> <p><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p><b>Volume I</b></p> <p><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B      Page APP B-139 de 242</p> <p>Edition                  2</p> <p>Date                      Octobre 2023</p>
--	--	---

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 :

$$G_i = [-\cos E_{li} \cos A_{zi} - \cos E_{li} \sin A_{zi} - \sin E_{li} \ 1] = i^{\text{ème}} \text{ ligne de } G$$

$$W = \begin{bmatrix} \sigma_{w,1}^2 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma_{w,2}^2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \sigma_{w,N}^2 \end{bmatrix}^{-1}$$

$$\text{où } \sigma_{w,i}^2 = \sigma_{pr\_gnd,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{pr\_air,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2 ;$$

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  $\sigma_{pr\_gnd}$  pour la  $i^{\text{ème}}$  source de mesure de distance définie au (§ 3.6.4.2) ;

pour GAST D :  $\sigma_{pr\_gnd,i}$  =  $\sigma_{pr\_gnd\_30}$  pour la  $i^{\text{ème}}$  source de mesure de distance (§ 3.6.4.11).

$\sigma_{tropo,i}$  = incertitude troposphérique résiduelle pour la  $i^{\text{ème}}$  source de mesure de distance (§ 3.6.5.3)

$\sigma_{iono,i}$  = incertitude résiduelle du retard ionosphérique (imputable à la décorrélation spatiale) pour la  $i^{\text{ème}}$  source de mesure de distance (§ 3.6.5.4).

$\sigma_{pr\_air,i} = \sqrt{\sigma_{récepteur}^2(El_i) + \sigma_{trajets multiples}^2(El_i)}$  écart type de la contribution de l'aéronef à l'erreur de pseudodistance corrigée pour la  $i^{\text{ème}}$  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.



$$\sigma_{lat,H1}^2 = \sum_{i=1}^N (s\_lat_i^2 \times \sigma_{H1_i}^2);$$

$$\sigma_{H1_i}^2 = \left(\frac{M_i}{U_i}\right) \sigma_{pr\_gnd,i}^2 + \sigma_{p\_air,i}^2 + \sigma_{tropo,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2$$

$\sigma_{tropo,i}^2$ ,  $\sigma_{p\_air,i}^2$  et  $\sigma_{iono,i}^2$  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  $i^{ème}$  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  $i^{ème}$  source de mesure de distance, à l'exclusion du  $j^{ème}$  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 <sup>(Note)</sup>	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 :

$$HPL = \text{MAX}\{HPL_{H0}, HPL_{H1}, HEB\}$$

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 (HPL<sub>H0</sub>) se calcule comme suit :

$$HPL_{H0} = K_{ffmd,POS} \times d_{major}$$



où :

$$d_{major} = \sqrt{\frac{d_x^2 + d_y^2}{2}} + \sqrt{\left(\frac{d_x^2 + d_y^2}{2}\right)^2 + d_{xy}^2}$$

$$d_x^2 = \sum_{i=1}^N s_{x,i}^2 \sigma_i^2$$

$$d_y^2 = \sum_{i=1}^N s_{y,i}^2 \sigma_i^2$$

$$d_{xy} = \sum_{i=1}^N s_{x,i} s_{y,i} \sigma_i^2$$

$s_{x,i}$  = dérivation partielle de l'erreur de position dans l'axe des x par rapport à l'erreur de pseudodistance sur le i<sup>ème</sup> 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<sup>ème</sup> 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 :

$$HPL_j = |B_{horzj}| + K_{md\_POS} \times d_{major,H1}$$

et

$$B_{horzj} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^N s_{x,i} B_{i,j}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^N s_{y,i} B_{i,j}\right)^2}$$

$B_{i,j}$  = écart entre les corrections de pseudodistance diffusées et les corrections obtenues sans tenir compte de la mesure effectuée par le j<sup>ème</sup> récepteur de référence, pour la i<sup>ème</sup> source de mesure de distance



$K_{md\_POS}$  = multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée, sachant que le sous-système sol est défaillant

$$d_{major,H1} = \sqrt{\frac{d_{H1_x^2} + d_{H1_y^2}}{2}} + \sqrt{\left(\frac{d_{H1_x^2} + d_{H1_y^2}}{2}\right)^2 + d_{H1_{xy}^2}}$$

$$d_{H1_x^2} = \sum_{i=1}^N s_{x,i}^2 \sigma_{H1_i^2}$$

$$d_{H1_y^2} = \sum_{i=1}^N s_{y,i}^2 \sigma_{H1_i^2}$$

$$d_{H1_{xy}^2} = \sum_{i=1}^N s_{x,i} s_{y,i} \sigma_{H1_i^2}$$

*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  $i^{ème}$  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  $i^{ème}$  source de mesure de distance, à l'exclusion du  $j^{ème}$  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*



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>  <b>Volume I</b>  <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-146 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	---

**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)
$H \leq 200$	FASVAL
$200 < H \leq 1\ 340$	$0,02925H$ (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 :

$$VEB = \text{MAX}_j\{VEB_j\} + D_v$$

$$LEB = \text{MAX}_j\{LEB_j\} + D_L$$

Les limites verticale et latérale de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour la  $j^{\text{ème}}$  source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base utilisée dans la solution de position sont données par les équations suivantes :

$$VEB_j = |s_{\text{vert}_j}|_{\text{X}_{\text{air}}} P_{ej} + K_{\text{md}_{ej}} \sqrt{\sum_{i=1}^N s_{\text{vert}_i}^2 \times \sigma_i^2}$$

$$LEB_j = |s_{\text{lat}_j}|_{\text{X}_{\text{air}}} P_{ej} + K_{\text{md}_{ej}} \sqrt{\sum_{i=1}^N s_{\text{lat}_i}^2 \times \sigma_i^2}$$

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)

$s_{\text{vert}_i}$  ou  $j$  = (défini au § 3.6.5.5.1.1)

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-147 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	---

$s_{lat_{i\ ou\ j}}$  = (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

$\sigma_i$  = (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 :

$$HEB = \text{MAX}_j \{HEB_j\}$$

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 :

$$S_{horz,j}^2 = S_{xj}^2 + S_{yj}^2$$

$S_{xj}$  = 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>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p><b>RAS 10</b></p> <p><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p><b>Volume I</b></p> <p><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B Page APP B-148 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

$P_j$  = paramètre de décorrélation des éphémérides diffusé pour la  $j^{\text{ème}}$  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  $j^{\text{ème}}$  source de mesure de distance.

$K_{\text{md\_e\_POS}}$  = multiplicateur de détection manquée des éphémérides diffusé pour le service de localisation GBAS, associé à la constellation satellitaire de la  $j^{\text{ème}}$  source de mesure de distance ( $K_{\text{md\_e\_POS,GPS}}$  ou  $K_{\text{md\_e\_POS,GLONASS}}$ )

$d_{\text{major}}$  = (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 ( $E_{\text{IG}}$ ), est calculée sur la base des paramètres diffusés  $Y_{\text{EIG}}$  et  $M_{\text{EIG}}$ , comme suit :

$$E_{\text{IG}} = Y_{\text{EIG}} + M_{\text{EIG}} \times D_{\text{EIG}}$$

où :

$Y_{\text{EIG}}$  = valeur maximale de  $E_{\text{IG}}$  (mètres) dans le message de type 2 ;

$M_{\text{EIG}}$  = pente de la valeur maximale  $E_{\text{IG}}$  (m/km) dans le message de type 2 ;

$D_{\text{EIG}}$  = 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10	Appendice B	Page APP B-149 de 242
	TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES	Edition	2
	Volume I	Date	Octobre 2023
	Aides radio à la navigation		

### 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**

<i>Teneur des données</i>	<i>Bits utilisés</i>	<i>Plage de valeurs</i>	<i>Résolution</i>
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 $1,275 \times 10^{-3}$ m/m	$5 \times 10^{-6}$ 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	$\pm 327,67$ m	0,01 m
Taux de correction de distance (RRC)	16	$\pm 32,767$ m/s	0,001 m/s
$\sigma_{pr\_gnd}$	8	0 à 5,08 m	0,02 m
B <sub>1</sub>	8	$\pm 6,35$ m	0,05 m
B <sub>2</sub>	8	$\pm 6,35$ m	0,05 m
B <sub>3</sub>	8	$\pm 6,35$ m	0,05 m
B <sub>4</sub>	8	$\pm 6,35$ m	0,05 m



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-151 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	---

**Tableau B-140. Message de type 11 – corrections de pseudodistance (pseudodistances lissées sur 30 secondes)**

<i>Teneur des données</i>	<i>Bits utilisés</i>	<i>Plage de valeurs</i>	<i>Résolution</i>
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 <sub>D</sub> ) <i>Notes 1,3</i>	8	0 à 1,275 x 10 <sup>-3</sup> m/m	5 x 10 <sup>-6</sup> m/m
Pour N blocs de mesures :			
Identificateur de source de mesure	8	1 à 255	1
Correction de pseudodistance (PRC <sub>30</sub> )	16	±327,67 m	0,01 m
Taux de correction de distance (RRC <sub>30</sub> )	16	±32,767 m/s	0,001 m/s
Sigma_PR_gnd_D (σ <sub>pr_gnd_D</sub> ) (Note 2)	8	0 à 5,08 m	0,02 m
Sigma_PR_gnd_30s (σ <sub>pr_gnd_30</sub> ) (Note 2)	8	0 à 5,08 m	0,02 m

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-152 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023

**Tableau B-141. Message de type 2 — Données sur le GBAS**

<i>Teneur des données</i>	<i>Bits utilisés</i>	<i>Plage de valeurs</i>	<i>Résolution</i>
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	—	—
$\sigma_{\text{vert\_iono\_gradient}}$	8	0 à $25,5 \times 10^{-6}$ m/m	$0,1 \times 10^{-6}$ 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 ( $D_{\text{max}}$ )	8	2 à 510 km	2 km
$K_{\text{md\_e\_POS,GPS}}$	8	0 à 12,75	0,05
$K_{\text{md\_e\_GPS}}$	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.*

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p><b>Volume I</b></p> <p><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B Page APP B-153 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	---	--

**Tableau B-142. Message vide de type 3**

<i>Teneur des données</i>	<i>Bits utilisés</i>	<i>Plage de valeurs</i>	<i>Résolution</i>
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**

<i>Teneur des données</i>	<i>Bits utilisés</i>	<i>Plage de valeurs</i>	<i>Résolution</i>
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 <sub>A</sub> )	8	1 à 31	1
Pour N <sub>A</sub> 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 :

$$RMS_{pr\_gnd} \leq \sqrt{\frac{(a_0 + a_1 e^{-\theta_n / \theta_0})^2}{M} + (a_2)^2}$$

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b>	Appendice B	Page APP B-155 de 242
	<b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>	Edition	2
	<b>Volume I</b>	Date	Octobre 2023
	<b>Aides radio à la navigation</b>		

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

$n$  =  $n^{\text{ème}}$  source de mesure de distance

$\theta_n$  = angle de site de la  $n^{\text{ème}}$  source de mesure de distance

$a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ , et  $\theta_0$  = 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	$\theta_n$ (degrés)	$a_0$ (mètres)	$a_1$ (mètres)	$\theta_0$ (degrés)	$a_2$ (mètres)
A	$\geq 5$	0,5	1,65	14,3	0,08
B	$\geq 5$	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	$\theta_n$ (degrés)	$a_0$ (mètres)	$a_1$ (mètres)	$\theta_0$ (degrés)	$a_2$ (mètres)
A	$\geq 5$	1,58	5,18	14,3	0,078
B	$\geq 5$	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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b>	Appendice B Page APP B-156 de 242
	<b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>	Edition 2
	<b>Volume I</b>	Date Octobre 2023
	<b>Aides radio à la navigation</b>	

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:

$$\text{RMS}_{\text{pr\_gnd}} \leq \frac{1,8}{\sqrt{M}} \text{ (mètres)}$$

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.*

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-157 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023</p>
--	---	--

*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  $1 \times 10^{-9}$  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.

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p>Volume I</p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-158 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

*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.

 <b>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</b>	<p style="text-align: center;"><b>RAS 10</b></p> <p style="text-align: center;"><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Volume I</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Aides radio à la navigation</b></p>	Appendice B      Page APP B-159 de 242 Edition                      2 Date                              Octobre 2023
---	--	--

*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  $5 \times 10^{-8}$  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  $\sigma_{vert}$  (utilisé pour le calcul du niveau de protection  $VPL_{H0}$ ) et le  $\sigma_{lat}$  (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  $\sigma_{vert}$  et  $\sigma_{lat}$ , 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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>  <b>Volume I</b>  <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-160 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023

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  $1 \times 10^{-5}$  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 données 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.





 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b>  <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>  <b>Volume I</b>  <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-163 de 242  Edition                          2  Date                                  Octobre 2023
--	---	--

**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.*



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p><b>Volume I</b></p> <p><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B Page APP B-165 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	---	--

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<sub>D</sub> 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 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.*

3.6.7.2.2.1 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  $\sigma_{pr\_gnd}$  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  $\sigma_{pr\_gnd}$  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  $\sigma_{pr\_gnd}$  est codé comme non valide dans le message de type 1, alors le Sigma\_PR\_gnd\_D pour le satellite correspondant



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation	Appendice B      Page APP B-167 de 242 Edition                      2 Date                              Octobre 2023

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 fidèlement 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  $\Delta$ Décalage longitudinal doit être codé pour indiquer correctement l'extrémité aval de la piste.

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p>Volume I</p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-170 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

### 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

 <p data-bbox="220 232 496 309">Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p data-bbox="740 143 815 165">RAS 10</p> <p data-bbox="549 181 1000 208"><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p data-bbox="719 226 831 250"><b>Volume I</b></p> <p data-bbox="608 288 943 315"><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p data-bbox="1023 185 1161 212">Appendice B</p> <p data-bbox="1214 185 1471 212">Page APP B-171 de 242</p> <p data-bbox="1023 226 1098 248">Edition</p> <p data-bbox="1458 226 1471 248">2</p> <p data-bbox="1023 264 1074 286">Date</p> <p data-bbox="1337 264 1471 286">Octobre 2023</p>
--	--	---

créneau qui ne respecte pas les limites définies au § 3.6.2.6 doit être inférieur à  $1 \times 10^{-7}$  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  $2,0 \times 10^{-7}$  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 détecter 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  $\sigma_{pr\_gnd}$  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)
$P_{md\_limit} \leq 1$	$0 \leq  Er  < 0,75$
$P_{md\_limit} \leq 10^{(-2,56 \cdot  Er  + 1,92)}$	$0,75 \leq  Er  < 2,7$
$P_{md\_limit} \leq 10^{-5}$	$2,7 \leq  Er  < \infty$

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  $1 \times 10^{-9}$  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) ;

 <p data-bbox="220 232 499 309">Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p data-bbox="740 143 815 165">RAS 10</p> <p data-bbox="549 181 1002 203">TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p data-bbox="719 226 834 248">Volume I</p> <p data-bbox="608 286 948 309">Aides radio à la navigation</p>	<p data-bbox="1023 185 1479 208">Appendice B Page APP B-173 de 242</p> <p data-bbox="1023 226 1479 248">Edition 2</p> <p data-bbox="1023 264 1479 286">Date Octobre 2023</p>
--	---	--

- 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 ( $P_{\text{a priori}}$ ) 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  $\sigma_{\text{pr\_gnd\_D}}$  (§ 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 ( $|E_r|$ ) 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  $E_{IG}$  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  $1 \times 10^{-9}$  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.*



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	RAS 10 <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-175 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023

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 (Récepteur SBAS).

*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:

$$\text{RMS}_{\text{pr\_air}}(\theta_n) \leq a_0 + a_1 \times e^{-(\theta_n/\theta_0)}$$

où :

n = n<sup>ème</sup> source de distance

$\theta_n$  = angle de site de la n<sup>ème</sup> source de distance

$a_0$  ,  $a_1$  et  $\theta_0$  = 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.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B	Page APP B-176 de 242
			Edition
		Date	Octobre 2023

**Tableau B-150. Spécification de précision des récepteurs GPS embarqués**

Indicateur de précision de l'élément embarqué	$\theta_n$ (degrés)	$a_0$ (mètres)	$a_1$ (mètres)	$\theta_0$ (degrés)
A	$\geq 5$	0,15	0,43	6,9
B	$\geq 5$	0,11	0,13	4

**Tableau B-151. Spécification de précision des récepteurs GLONASS embarqués**

Indicateur de précision de l'élément embarqué	$\theta_n$ (degrés)	$a_0$ (mètres)	$a_1$ (mètres)	$\theta_0$ (degrés)
A	$\geq 5$	0,39	0,9	5,7
B	$\geq 5$	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*

 <p data-bbox="220 235 497 309">Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p data-bbox="740 145 817 168">RAS 10</p> <p data-bbox="549 183 1002 206">TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p data-bbox="721 228 836 250">Volume I</p> <p data-bbox="603 291 951 313">Aides radio à la navigation</p>	<p data-bbox="1024 190 1161 212">Appendice B</p> <p data-bbox="1216 190 1481 212">Page APP B-177 de 242</p> <p data-bbox="1024 228 1104 250">Edition</p> <p data-bbox="1465 228 1481 250">2</p> <p data-bbox="1024 266 1072 288">Date</p> <p data-bbox="1337 266 1481 288">Octobre 2023</p>
--	---	---

*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 ( $\pm 25$  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  $\pm 25$  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

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p style="text-align: center;"><b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B      Page APP B-178 de 242 Edition                      2 Date                                  Octobre 2023</p>
--	---	---

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 ( $\pm 50$  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  $\pm 50$  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 ( $\pm 75$  kHz à  $\pm 975$  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  $\pm 75$  kHz à  $\pm 975$  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.

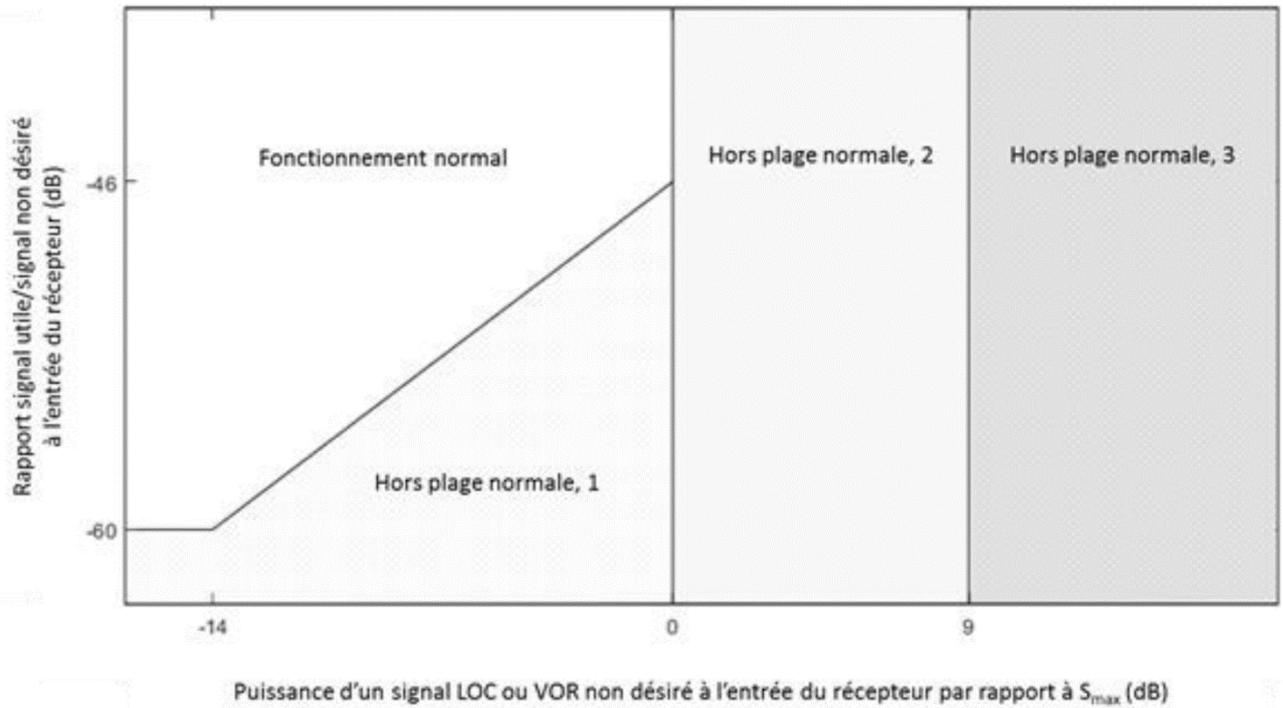
**3.6.8.2.2.6.4 Quarantièmes canaux de 25 kHz adjacents et canaux adjacents suivants ( $\pm 1$  MHz ou plus).** Le récepteur VDB doit satisfaire aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un signal non désiré sur un canal adjacent décalé de 1 MHz ou plus par rapport au canal désiré, et 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  $46 + \Delta P$  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  $S_{max} - \Delta P$  dB et que la plage de  $\Delta P$  est de 0 à 14 dB ; ou
- c) puissance supérieure de  $46 + \Delta P$  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  $S_{max} - \Delta P$  dB et que la plage de  $\Delta P$  est de 0 à 14 dB.





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 ( $MFR \leq 0,001$ ). 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 :

$$2N_1 + N_2 + 3[23 - S_{max} - 20 \text{ Log} \left( \frac{\Delta f}{0,4} \right)] \leq 0$$







 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p><b>Volume I</b></p> <p><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B Page APP B-185 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	---	--

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  $\sigma_{pr\_gnd}$  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  $\sigma_{pr\_gnd}$  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.

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p>Volume I</p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-186 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

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.



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p><b>RAS 10</b></p> <p><b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p><b>Volume I</b></p> <p><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B Page APP B-188 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

### 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.

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p>Volume I</p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-189 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

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  $\alpha$  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.





 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10 <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B Page APP B-192 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023</p>
--	--	--

### 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.

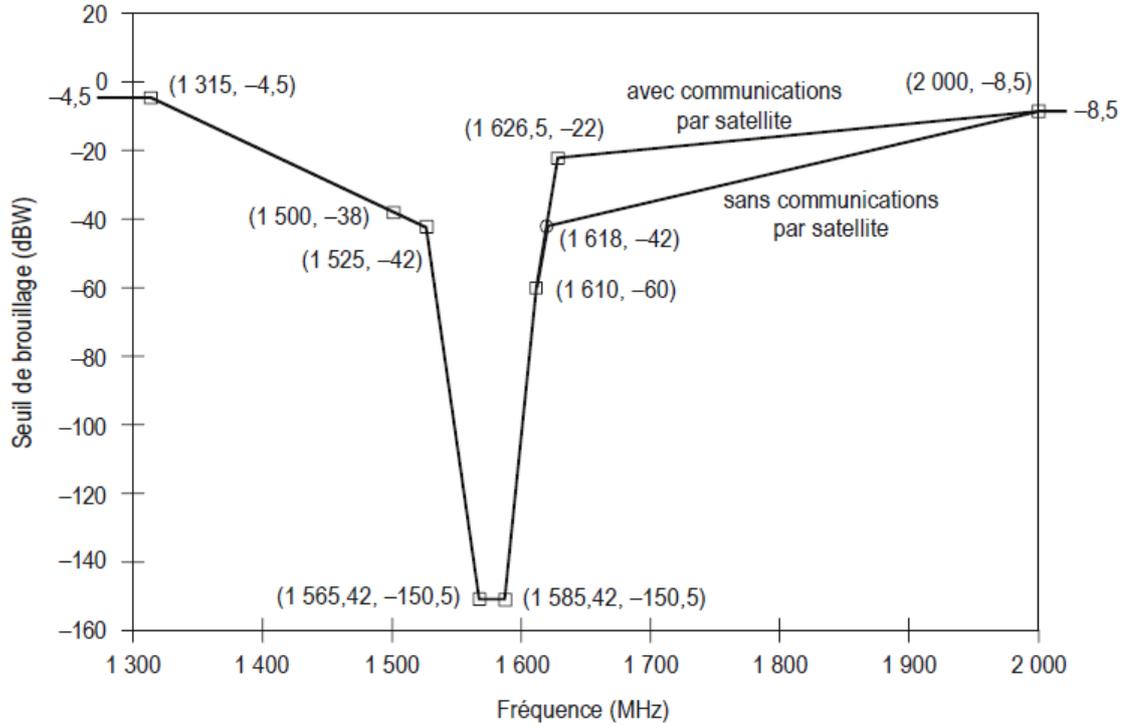
*Note.— Les seuils de brouillage par ondes entretenues des récepteurs SBAS DFMC déterminent les niveaux de puissance du brouillage applicable à la gamme de fréquences définie au Tableau B-160.*

### 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.





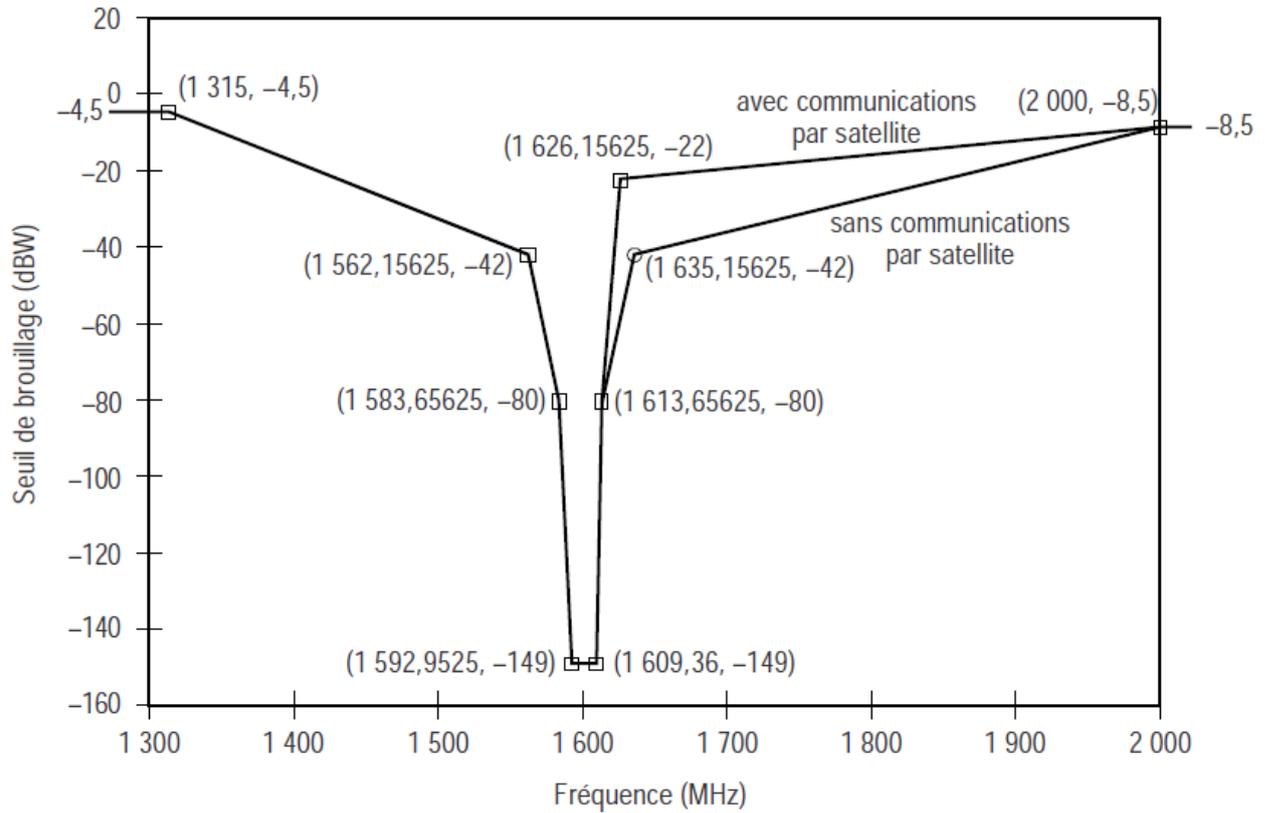
**Figure B-31. Brouillage par ondes entretenues : seuil de brouillage des récepteurs GPS L1 et SBAS L1 en mode de navigation stabilisée**

**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 $f_i$ du signal brouilleur	Seuil 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.



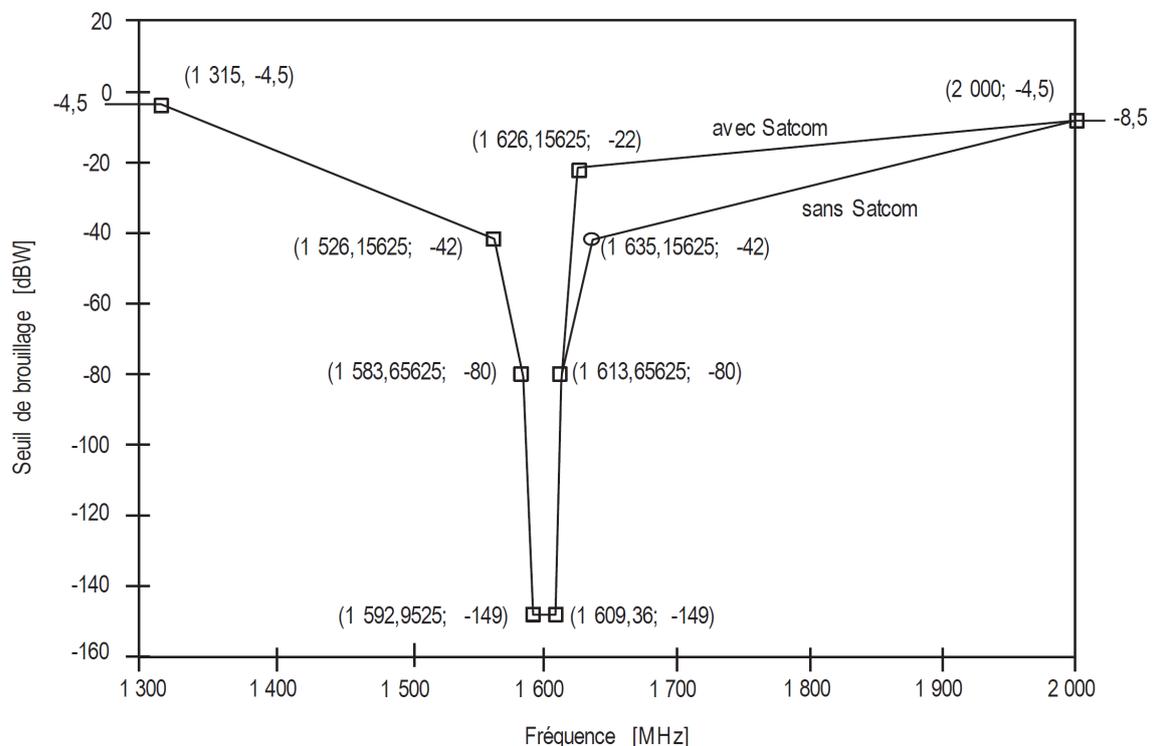
**Figure B-32. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée**

**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.

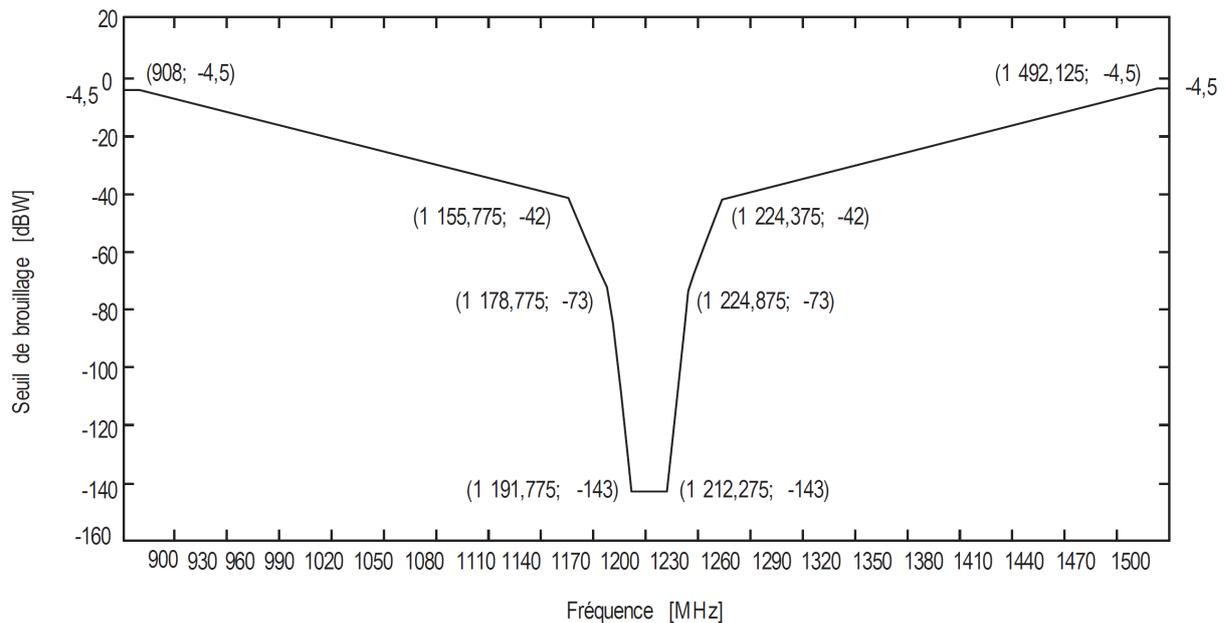


**Figure B-33. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée**



**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
$908 \text{ MHz} < f_i \leq 1\ 155,775$ MHz	Décroissant linéairement de -4,5 dBW à -42 dBW
$1\ 155,775 \text{ MHz} < f_i \leq 1\ 178,775$ MHz	Décroissant linéairement de -42 dBW à -73 dBW
$1\ 178,775 \text{ MHz} < f_i \leq 1\ 191,775$ MHz	Décroissant linéairement de -73 dBW à -143 dBW
$1\ 191,775 \text{ MHz} < f_i \leq 1\ 212,275$ MHz	-143 dBW
$1\ 212,275 \text{ MHz} < f_i \leq 1\ 224,875$ MHz	Croissant linéairement de -143 dBW à -73 dBW
$1\ 224,875 \text{ MHz} < f_i \leq 1\ 244,375$ MHz	Croissant linéairement de -73 dBW à -42 dBW
$1\ 244,375 \text{ MHz} < f_i \leq 1\ 492,125$ 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**



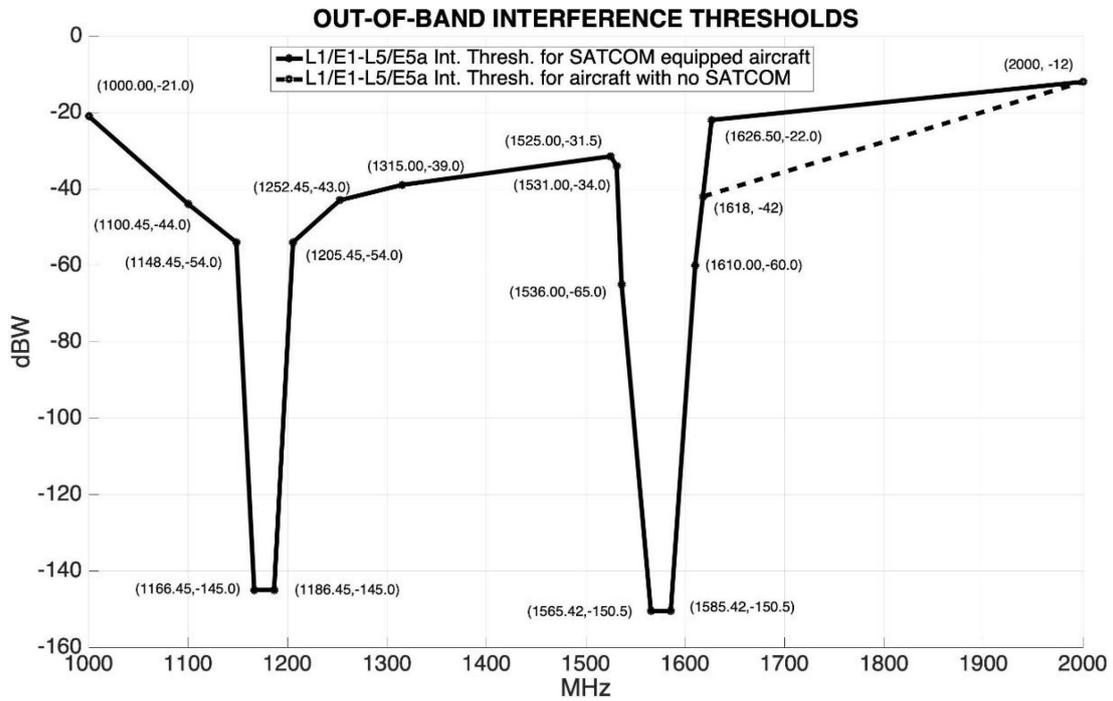


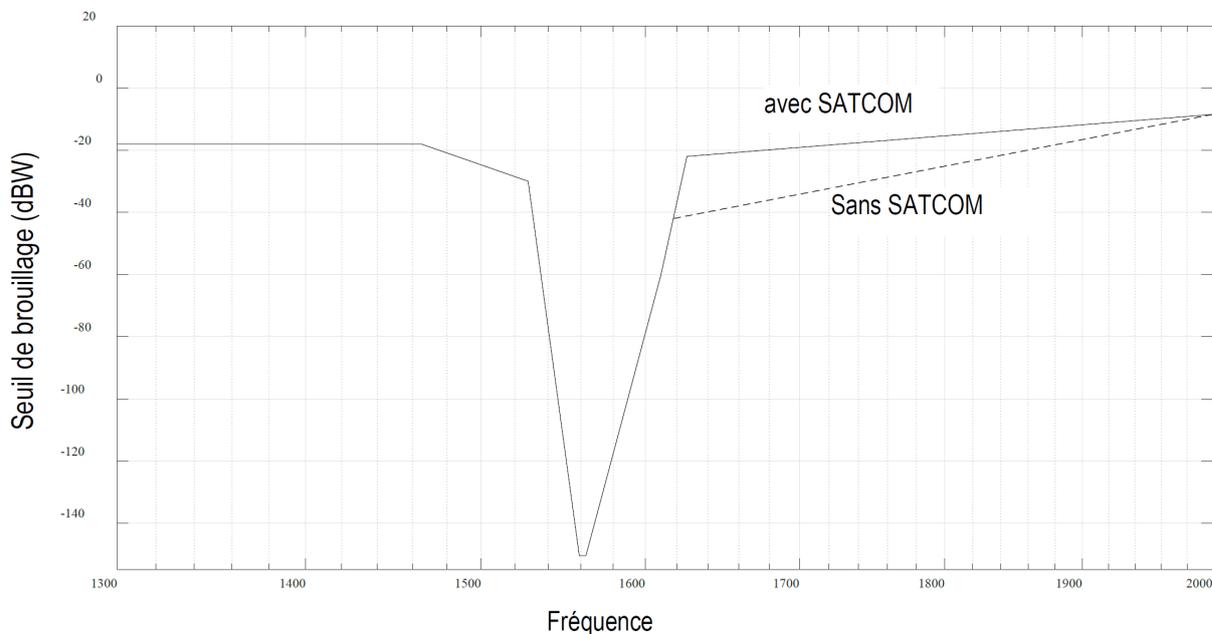
Figure FIG-35. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5A et SBAS DFMC



**Tableau B-161. Récepteurs BDS B1I en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage par ondes entretenues**

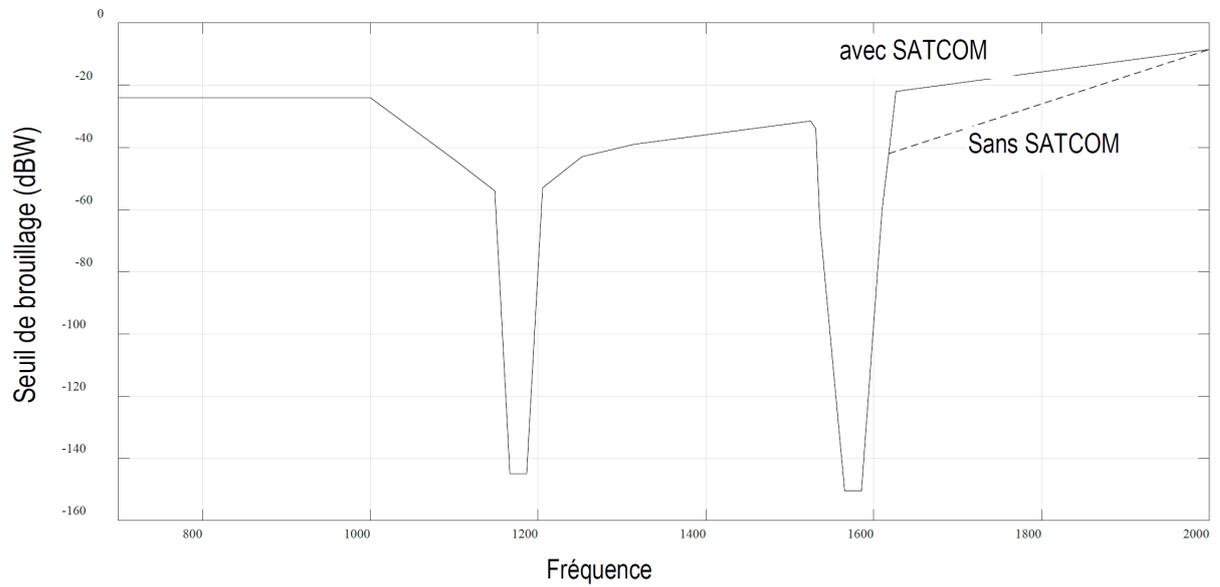
Gamme de fréquences $f_i$ du signal brouilleur	Seuils de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée
$f_i \leq 1\,465$ MHz	-18 dBW
$1\,465$ MHz $< f_i \leq 1\,528$ MHz	Décroissant linéairement de -18 dBW à -30 dBW
$1\,528$ MHz $< f_i \leq 1\,559,052$ MHz	Décroissant linéairement de -30 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**





**Figure B-36B. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs BDS B1C/B2a en mode de navigation stabilisée**

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>RAS 10</p> <p>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</p> <p>Volume I</p> <p>Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-203 de 242</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	--	--

### 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  $1\ 575,42\ \text{MHz} \pm B_{wi}/2$  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.—  $B_{wi}$  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  $f_k \pm B_{wi}/2$  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 1<sup>er</sup> janvier 2017 doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la bande de fréquences  $f_k \pm B_{wi}/2$  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 ( $f_k = 1\ 602\ \text{MHz} + k \times 0,5625\ \text{MHz}$ ,  $k = -7$  à  $+6$ ), comme l'indique le Tableau B-15 et  $B_{wi}$  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  $f_k \pm B_{wi}/2$  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.







**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.

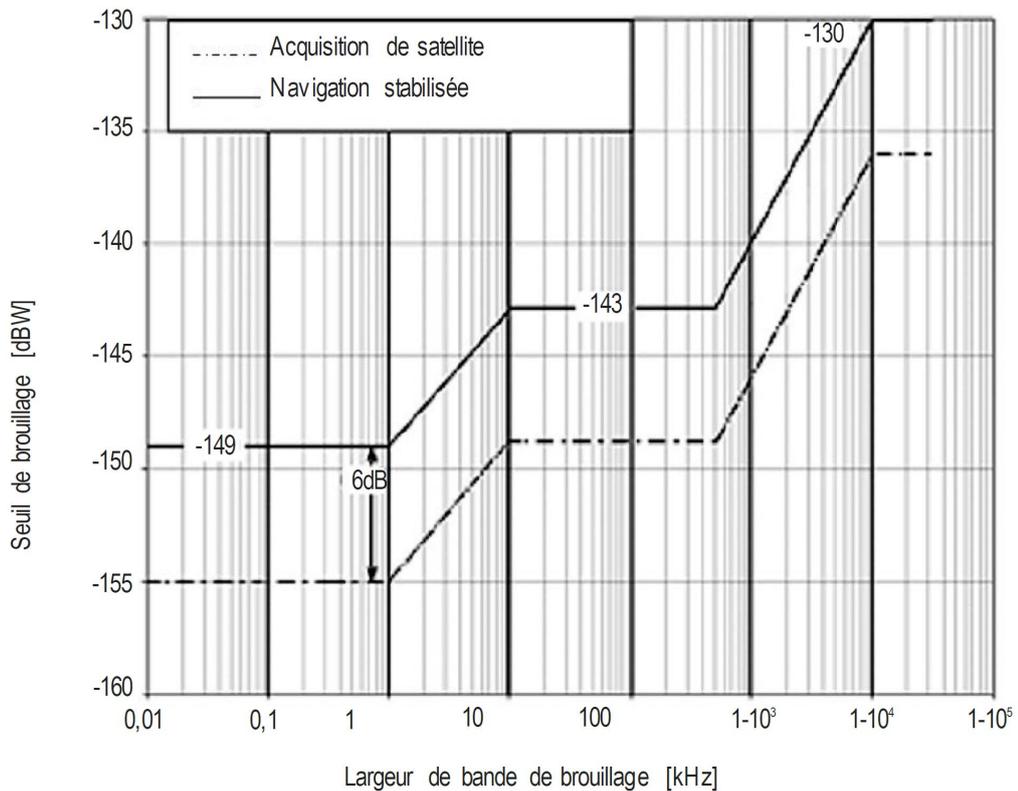
**Tableau B-170. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée**

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
$0 \text{ Hz} < Bw_i \leq 1 \text{ kHz}$	-149 dBW
$1 \text{ kHz} < Bw_i \leq 10 \text{ kHz}$	Croissant linéairement de -149 à -143 dBW
$10 \text{ kHz} < Bw_i \leq 0,5 \text{ MHz}$	-143 dBW
$0,5 \text{ MHz} < Bw_i \leq 10 \text{ MHz}$	Croissant linéairement de -143 à -130 dBW
$10 \text{ MHz} < Bw_i$	-130 dBW

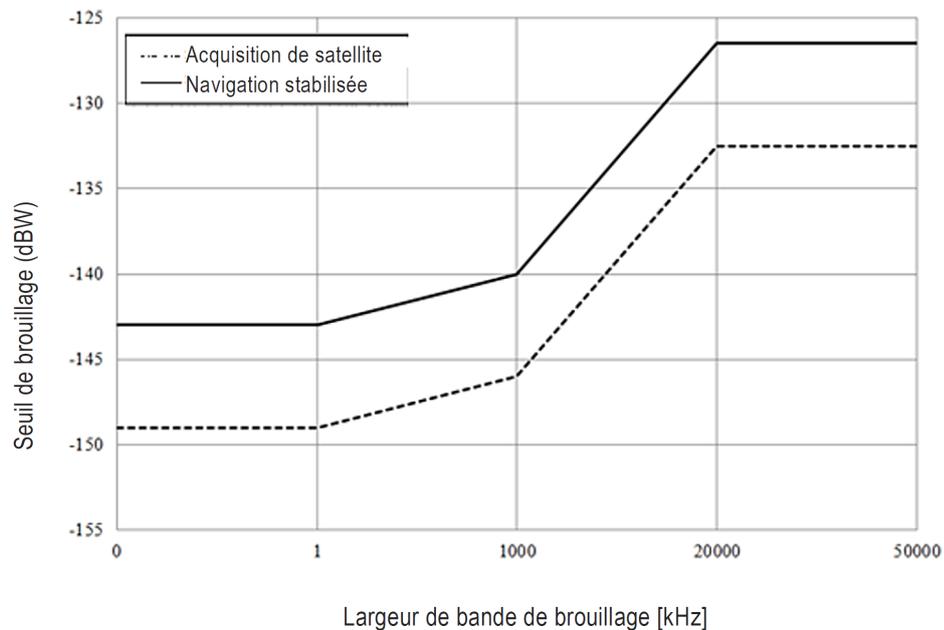


**Figure B-39. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L1**



**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
$0 \text{ Hz} < Bw_i \leq 1 \text{ kHz}$	-143 dBW
$1 \text{ kHz} < Bw_i \leq 1 \text{ MHz}$	Croissant linéairement de -143 à -140 dBW
$1 \text{ MHz} < Bw_i \leq 20 \text{ MHz}$	Croissant linéairement de -140 à -126,9 dBW
$20 \text{ MHz} < Bw_i$	-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**

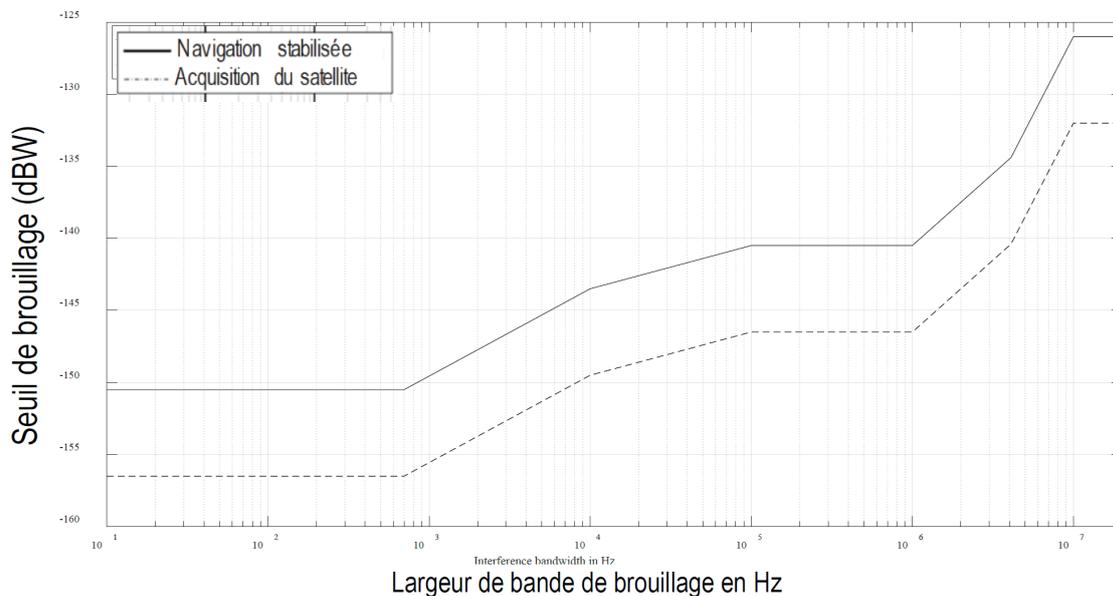




**Tableau B-166. Récepteurs BDS B1I en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée**

Largeur de bande du brouillage	Seuil de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée
$0 \text{ Hz} < Bw_i \leq 700 \text{ Hz}$	-150,5 dBW
$700 \text{ Hz} < Bw_i \leq 10 \text{ kHz}$	Croissant linéairement de 150,5 à -143,5 dBW
$10 \text{ kHz} < Bw_i \leq 100 \text{ kHz}$	Croissant linéairement de 143,5 à -140,5 dBW
$100 \text{ kHz} < Bw_i \leq 1 \text{ MHz}$	-140,5 dBW
$1 \text{ MHz} < Bw_i \leq 4,096 \text{ MHz}$	Croissant linéairement de -140,5 dBW à -134,4 dBW
$4,096 \text{ MHz} < Bw_i \leq 30 \text{ MHz}$	Croissant linéairement de -134,4 dBW à -126,0 dBW
$10 \text{ MHz} < Bw_i$	-126,0 dBW

\* Le seuil de brouillage ne doit pas dépasser -140,50 dBW/MHz dans la gamme de fréquences  $1\,561,098 \pm 2,046 \text{ MHz}$ .



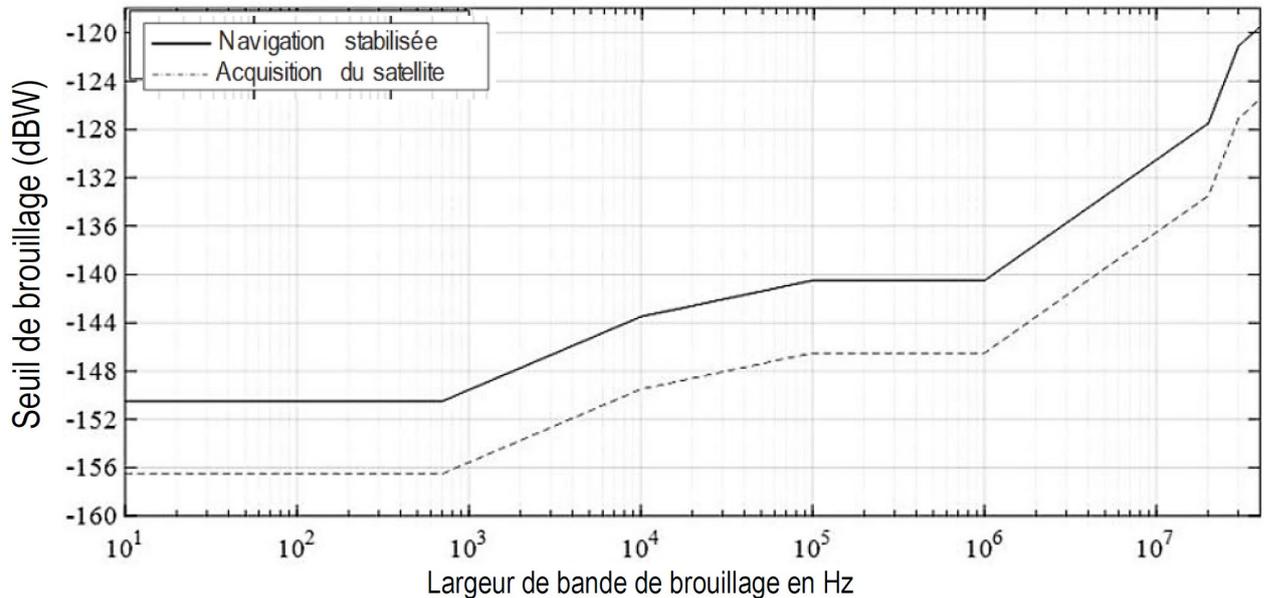
**Figure B-42A. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs BDS B1I**



**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
$0 \text{ Hz} < Bw_i \leq 700 \text{ Hz}$	-150,5 dBW
$700 \text{ Hz} < Bw_i \leq 10 \text{ kHz}$	Croissant linéairement de -150,5 à -143,5 dBW
$10 \text{ kHz} < Bw_i \leq 100 \text{ kHz}$	Croissant linéairement de -143,5 à -140,5 dBW
$100 \text{ kHz} < Bw_i \leq 1 \text{ MHz}$	-140,5 dBW
$1 \text{ MHz} < Bw_i \leq 20 \text{ MHz}$	Croissant linéairement de -140,5 à -127,5 dBW*
$20 \text{ MHz} < Bw_i \leq 30 \text{ MHz}$	Croissant linéairement de -127,5 à -121,1 dBW*
$30 \text{ MHz} < Bw_i \leq 40 \text{ MHz}$	Croissant linéairement de -121,1 à -119,5 dBW*
$40 \text{ MHz} < Bw_i$	-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.

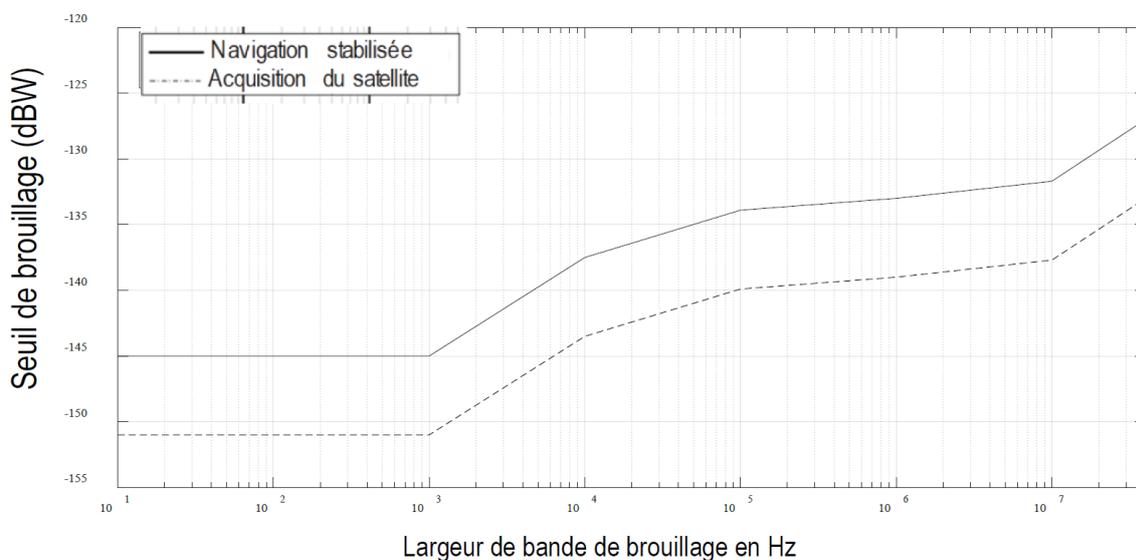


**Figure B-42B. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs BDS B1C**

**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
$0 \text{ Hz} < Bw_i \leq 1 \text{ kHz}$	-145,0 dBW
$1 \text{ kHz} < Bw_i \leq 10 \text{ kHz}$	Croissant linéairement de -145,0 à -137,5 dBW
$10 \text{ kHz} < Bw_i \leq 100 \text{ kHz}$	Croissant linéairement de -137,5 à -133,9 dBW
$100 \text{ kHz} < Bw_i \leq 1 \text{ MHz}$	Croissant linéairement de -133,9 à -133,0 dBW
$1 \text{ MHz} < Bw_i \leq 10 \text{ MHz}$	Croissant linéairement de -133,0 à -131,7 dBW*
$10 \text{ MHz} < Bw_i \leq 40 \text{ MHz}$	Croissant linéairement de -131,7 à -127,0 dBW*

\* Le seuil de brouillage ne doit pas dépasser  $-134,0 \text{ dBW/MHz}$  dans la gamme de fréquences  $1\ 176,45 \pm 10 \text{ MHz}$ .



**Figure B-42C. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs BDS B2a**

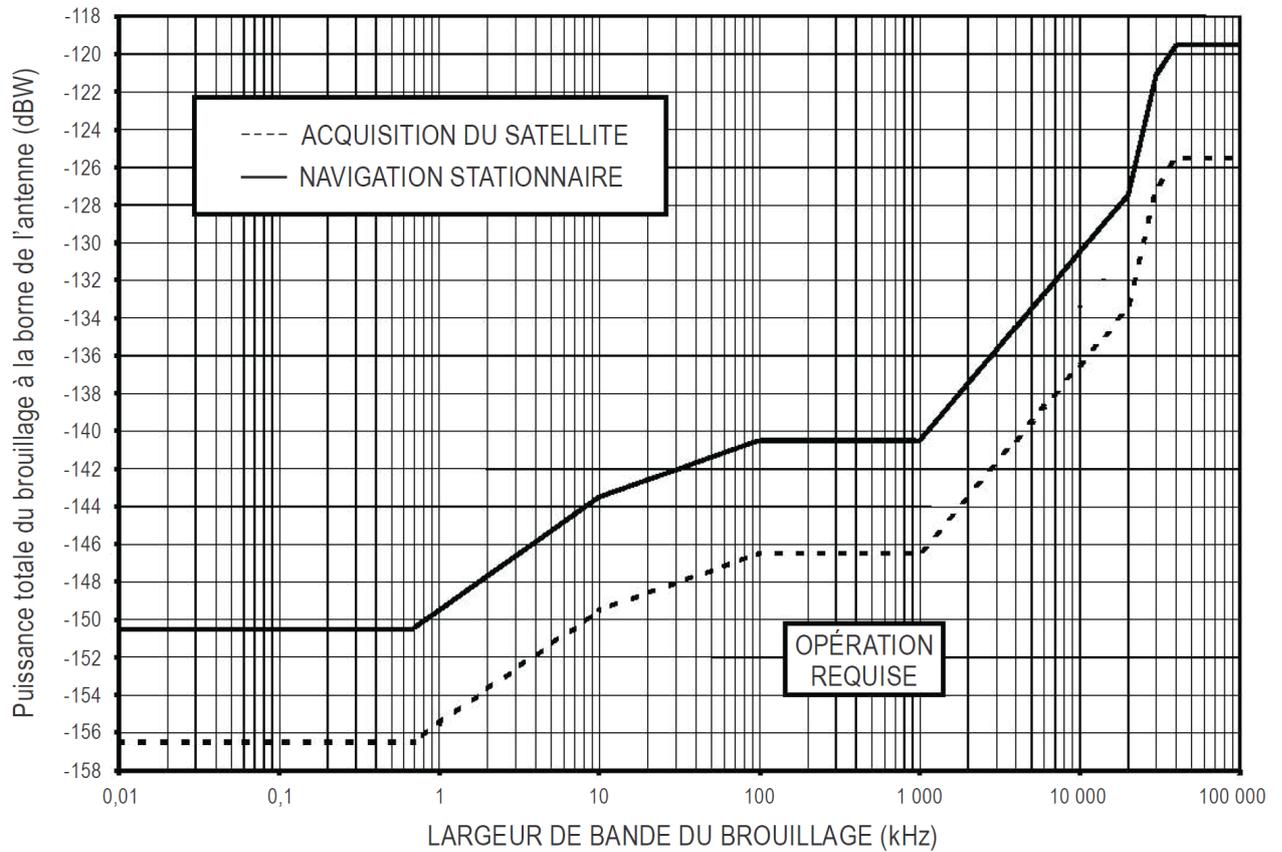


Figure B-37. Seuil de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs GPS L1 et SBAS L1

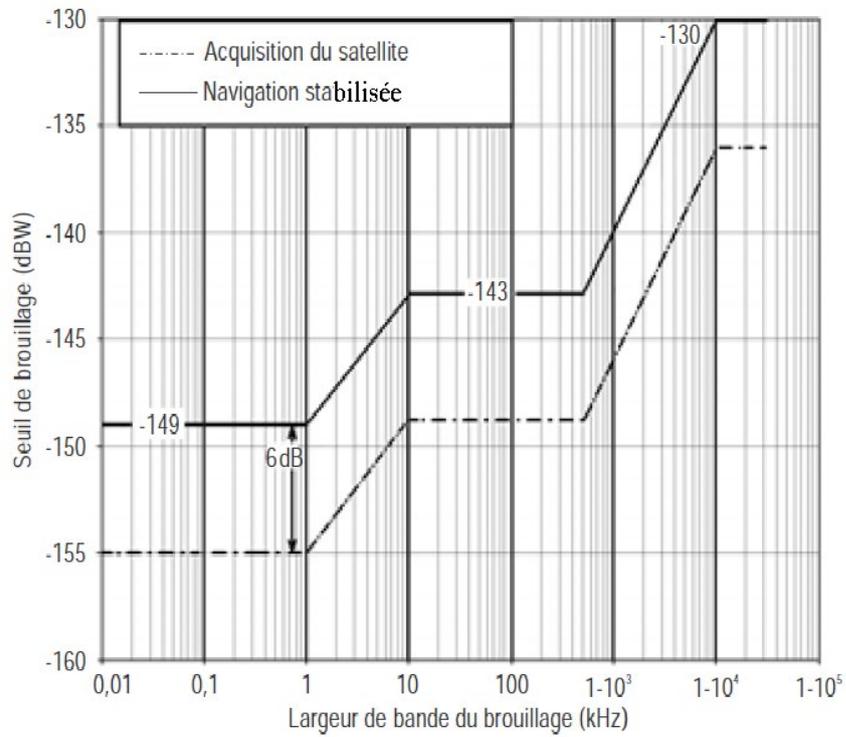


Figure B-38. Seuil de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1

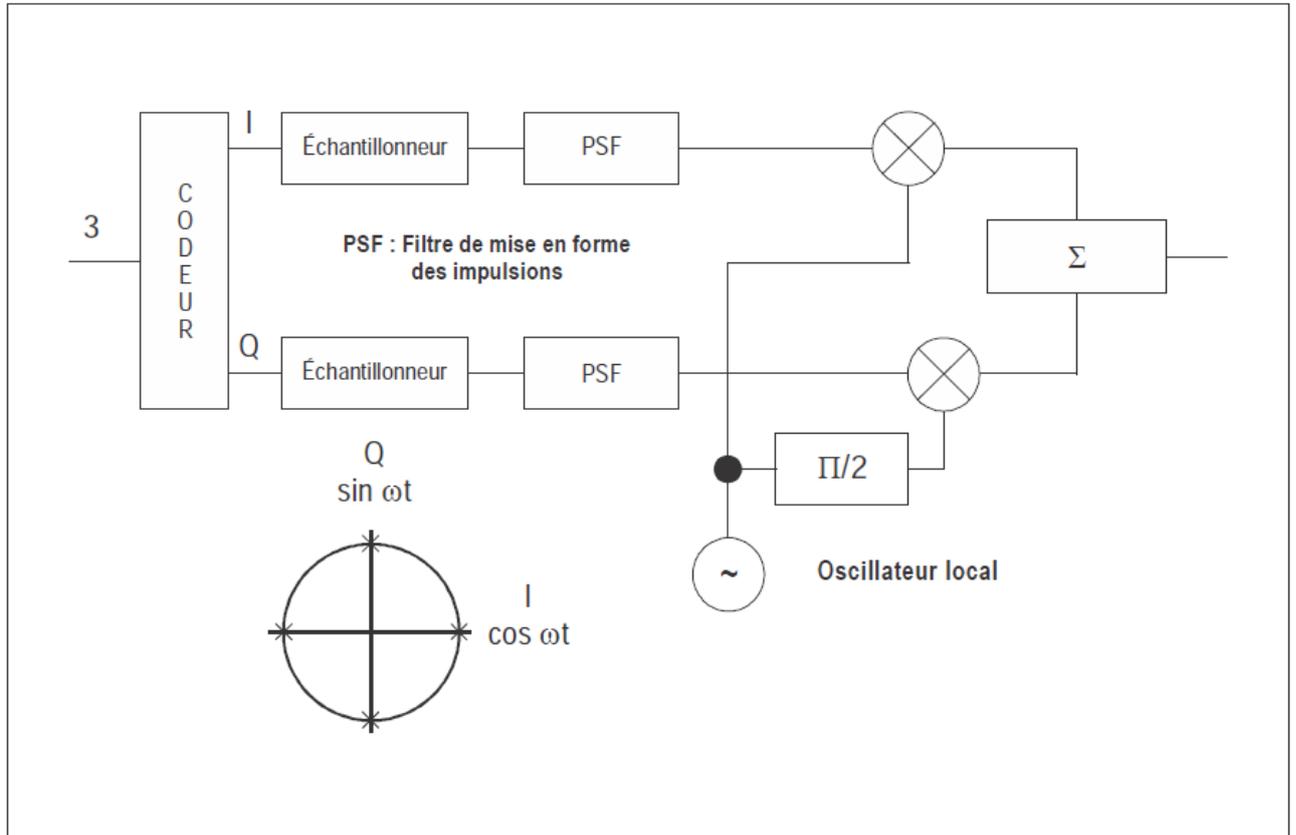


Figure B-29. Exemple de modulation de données

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-216 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	---

**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	≥ 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







### 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 :

$$\left\{ \frac{[x^k M(x)]}{G(x)} \right\}_{\text{mod } 2} = Q(x) + \frac{R(x)}{G(x)}$$

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 :

$$R(x) = \sum_{i=1}^k r_i x^{k-i} = r_1 x^{k-1} + r_2 x^{k-2} + \dots + r_k x^0$$

-----

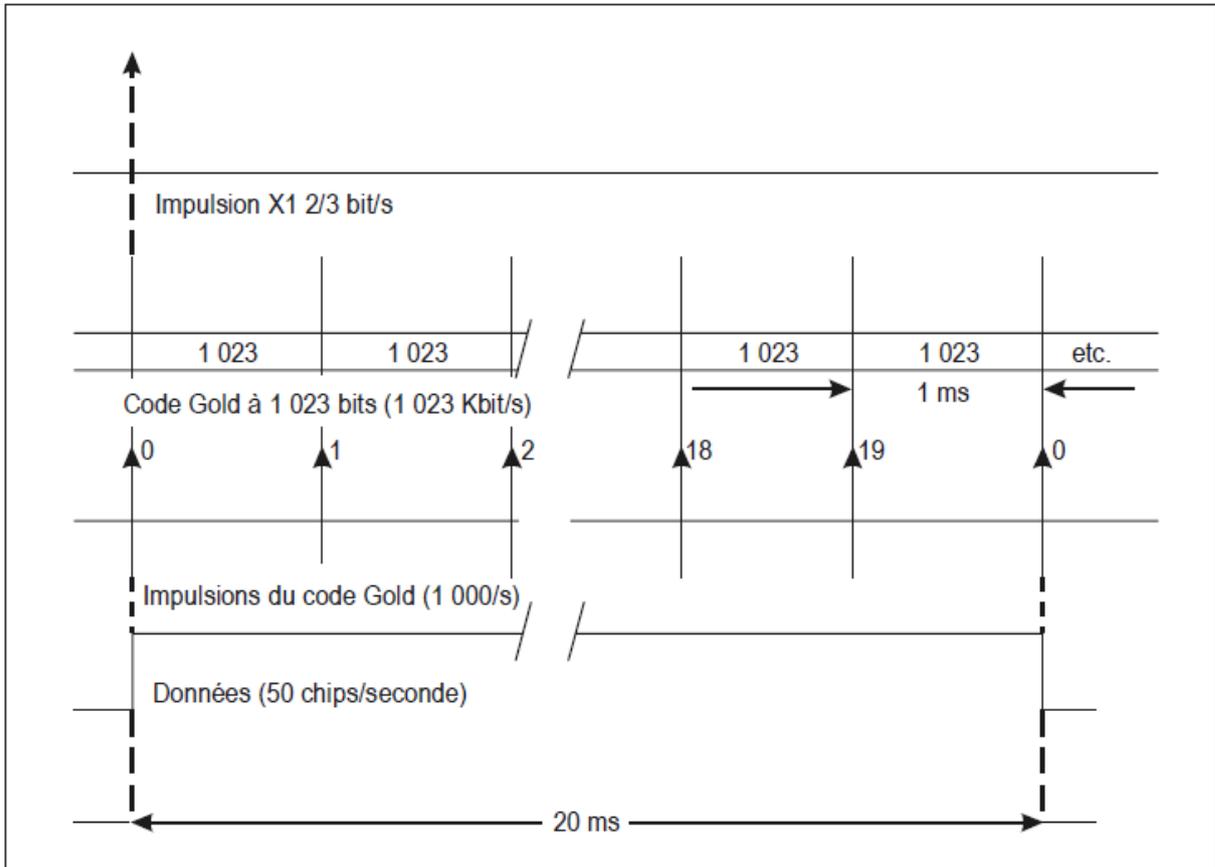


Figure B-1. Synchronisation du code C/A

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

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-221 de 242 Edition 2 Date Octobre 2023

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

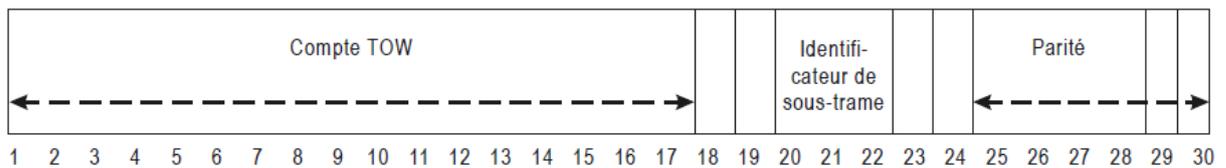


Figure B-4. Format du mot HOW

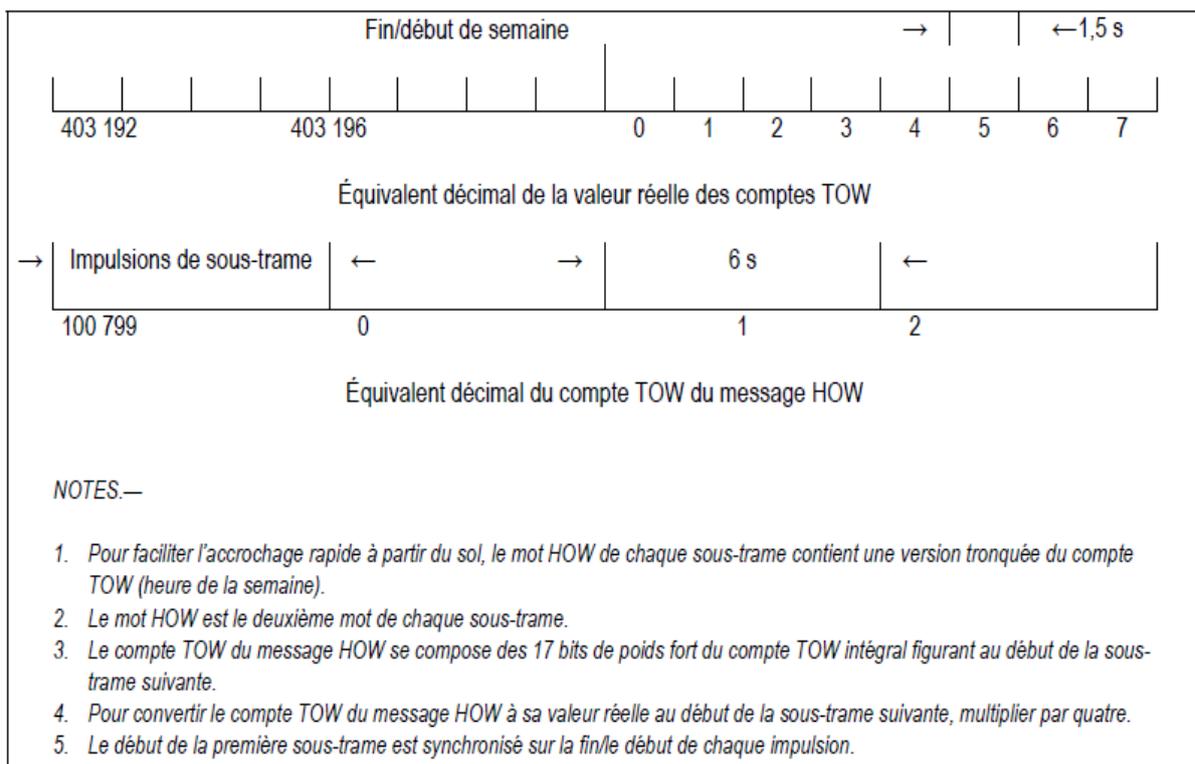
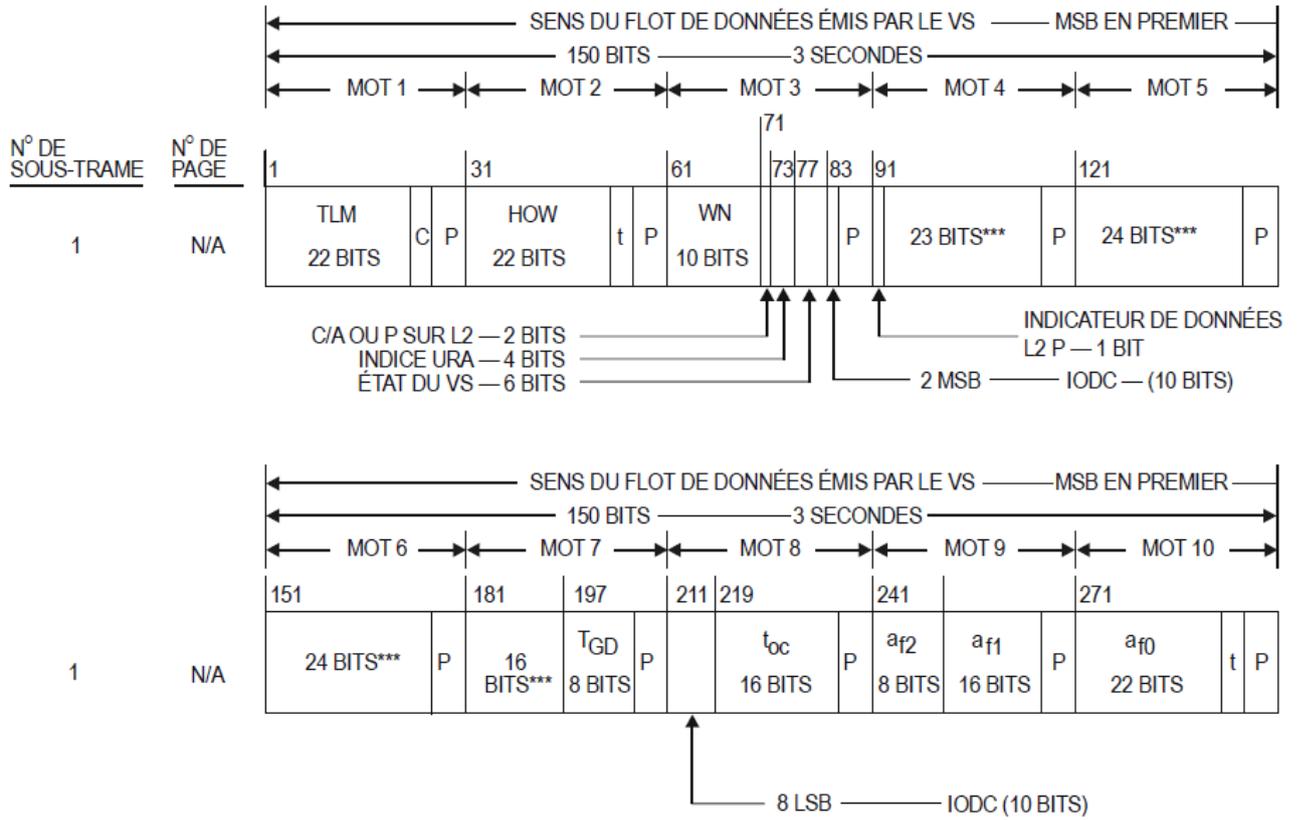


Figure B-5. Schéma temporel du HOW



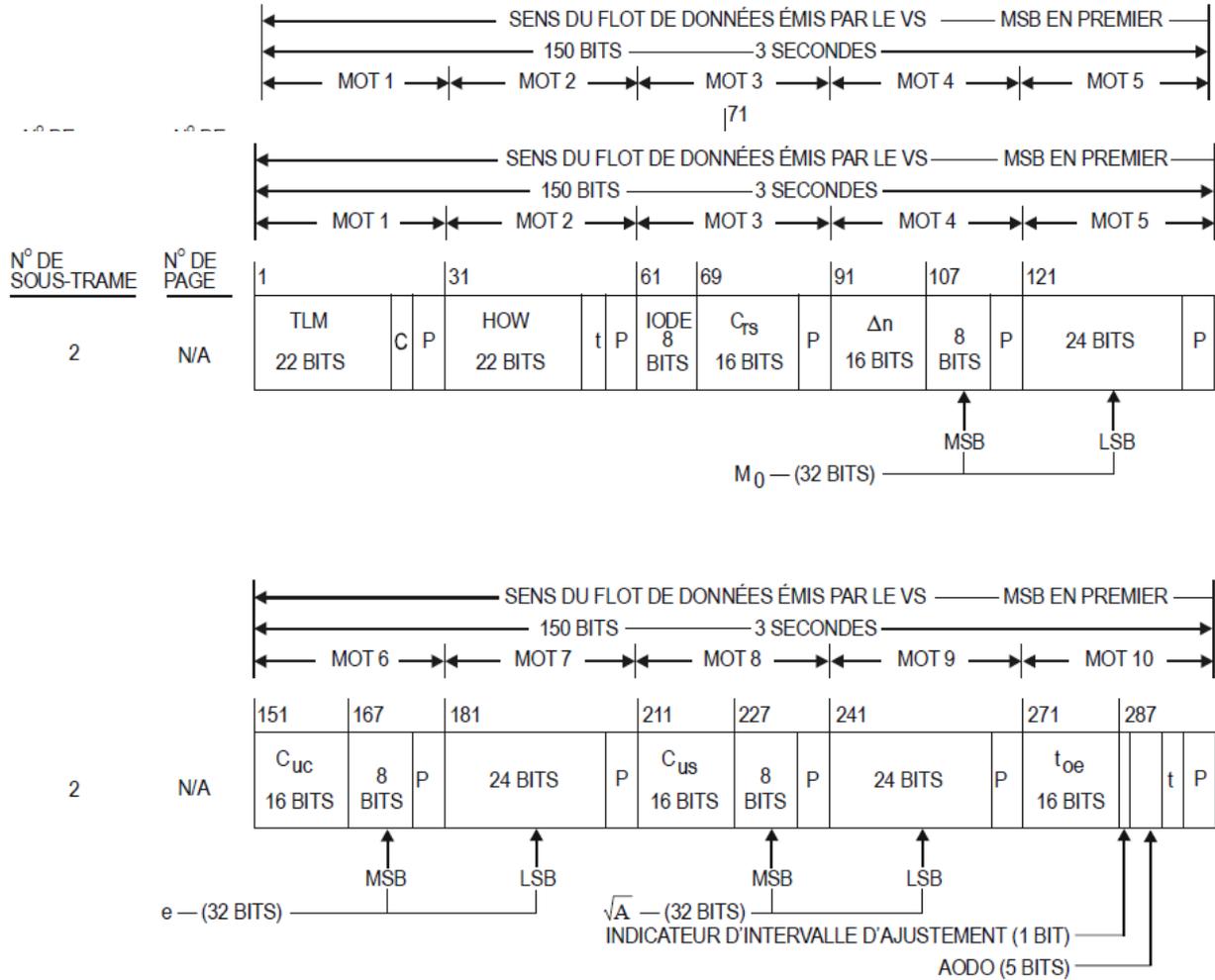
\*\*\* RÉSERVÉ(S)

P = 6 BITS DE PARITÉ

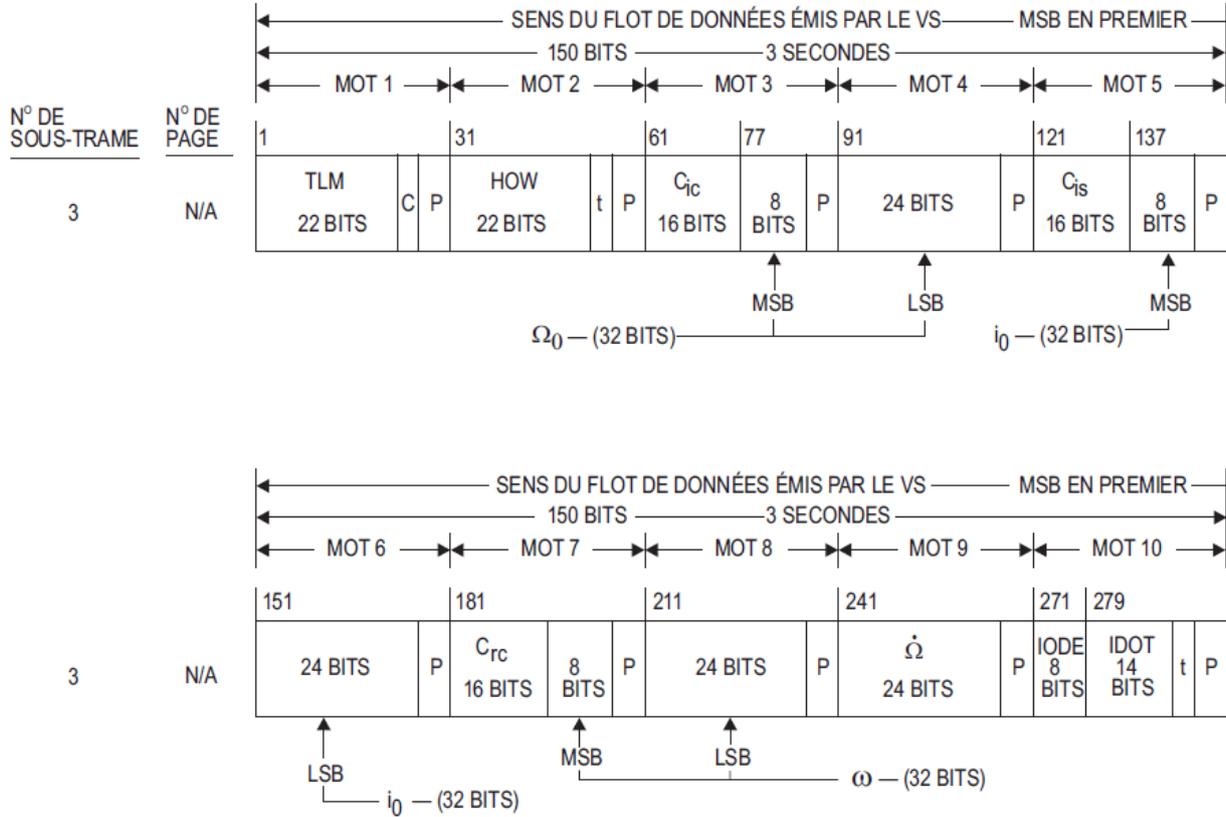
t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ

C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

**Figure B-6. Format des données (page 1 de 11)**

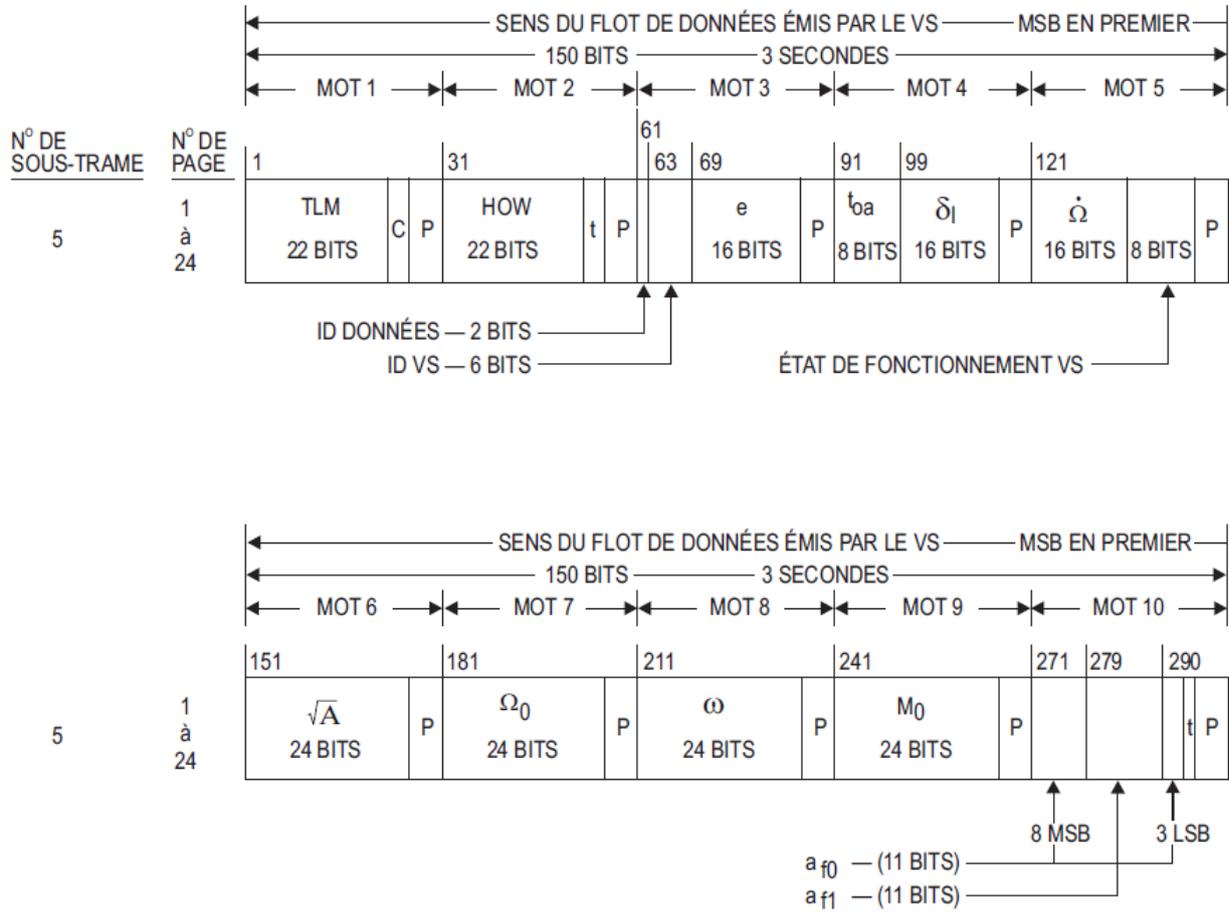


**Figure B-6. Format des données (page 2 de 11)**



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)**



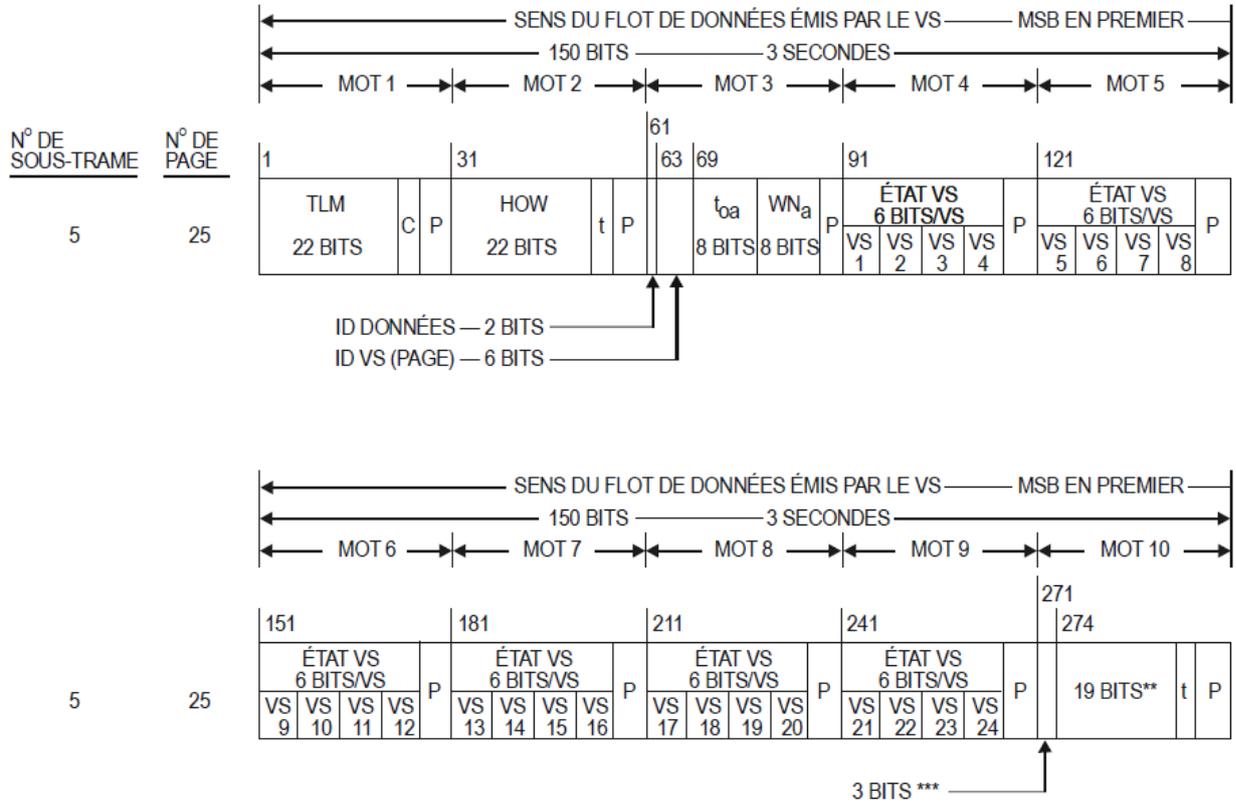
P = 6 BITS DE PARITÉ

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

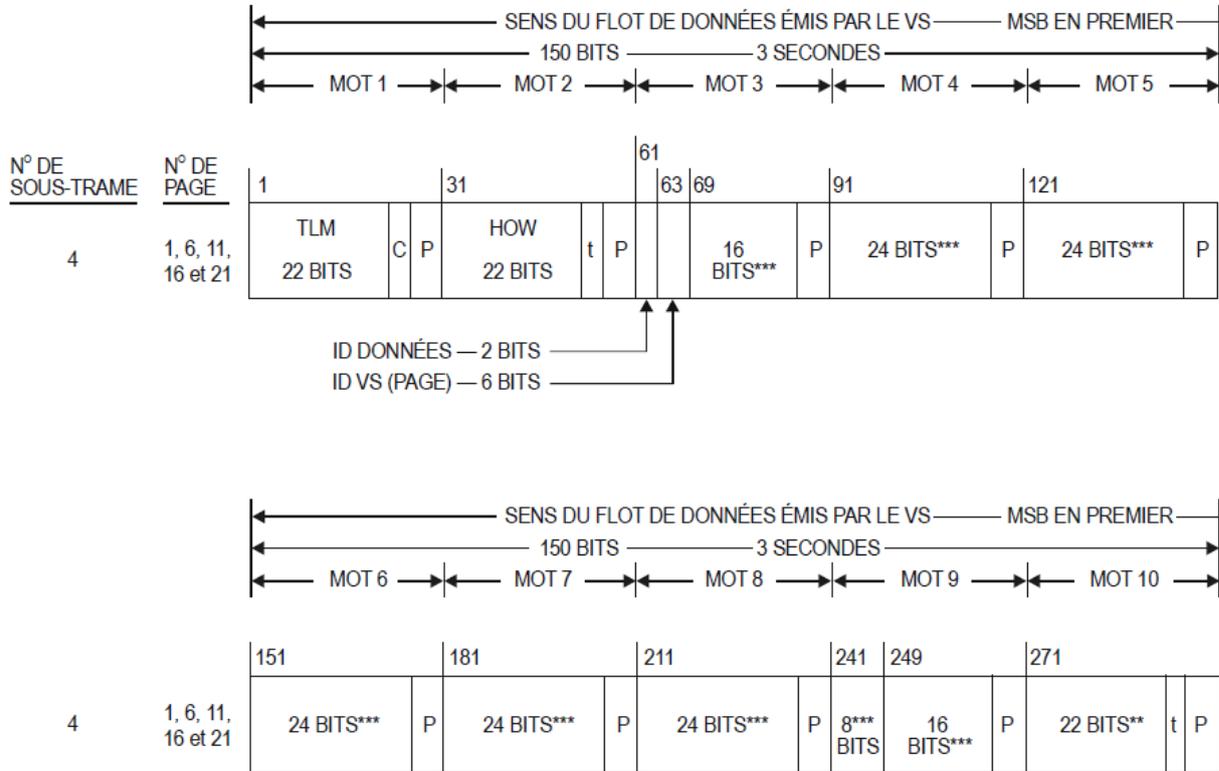
\*\*\* RÉSERVÉ(S)

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

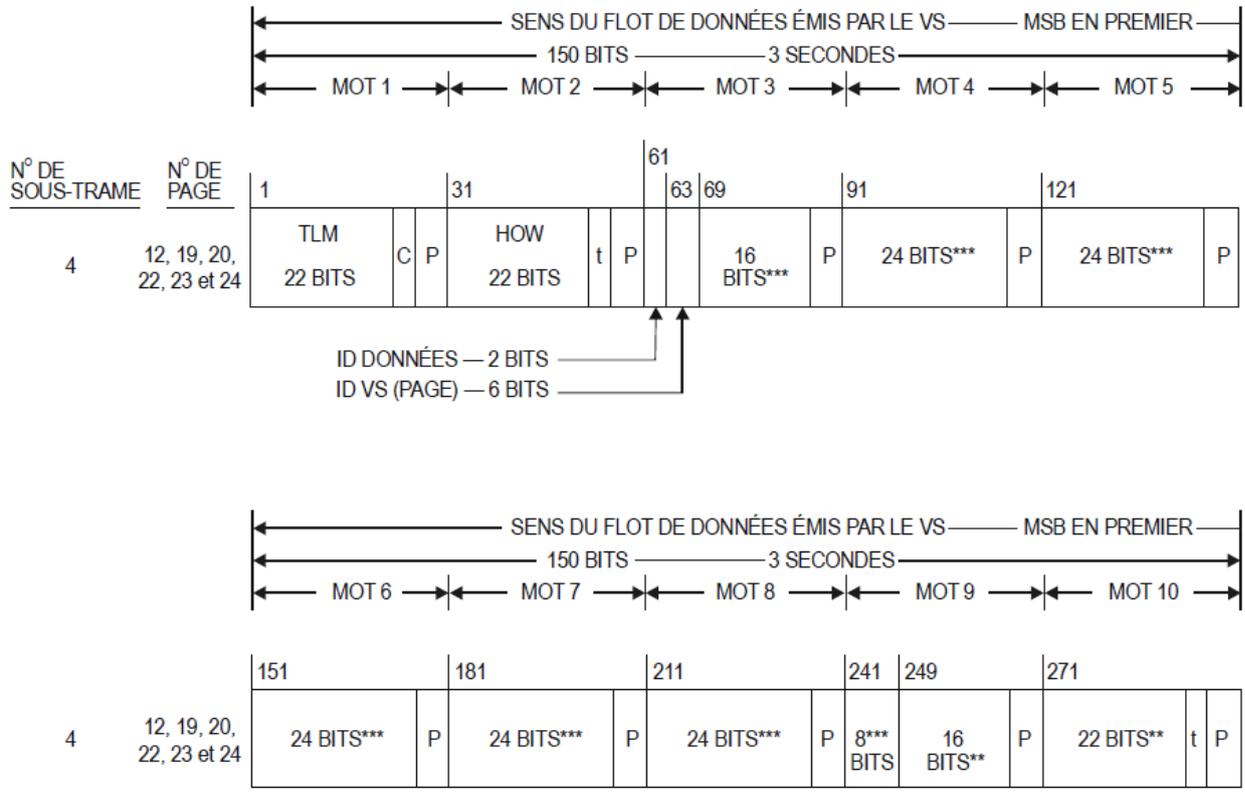
\*\*\* RÉSERVÉ(S)

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)**

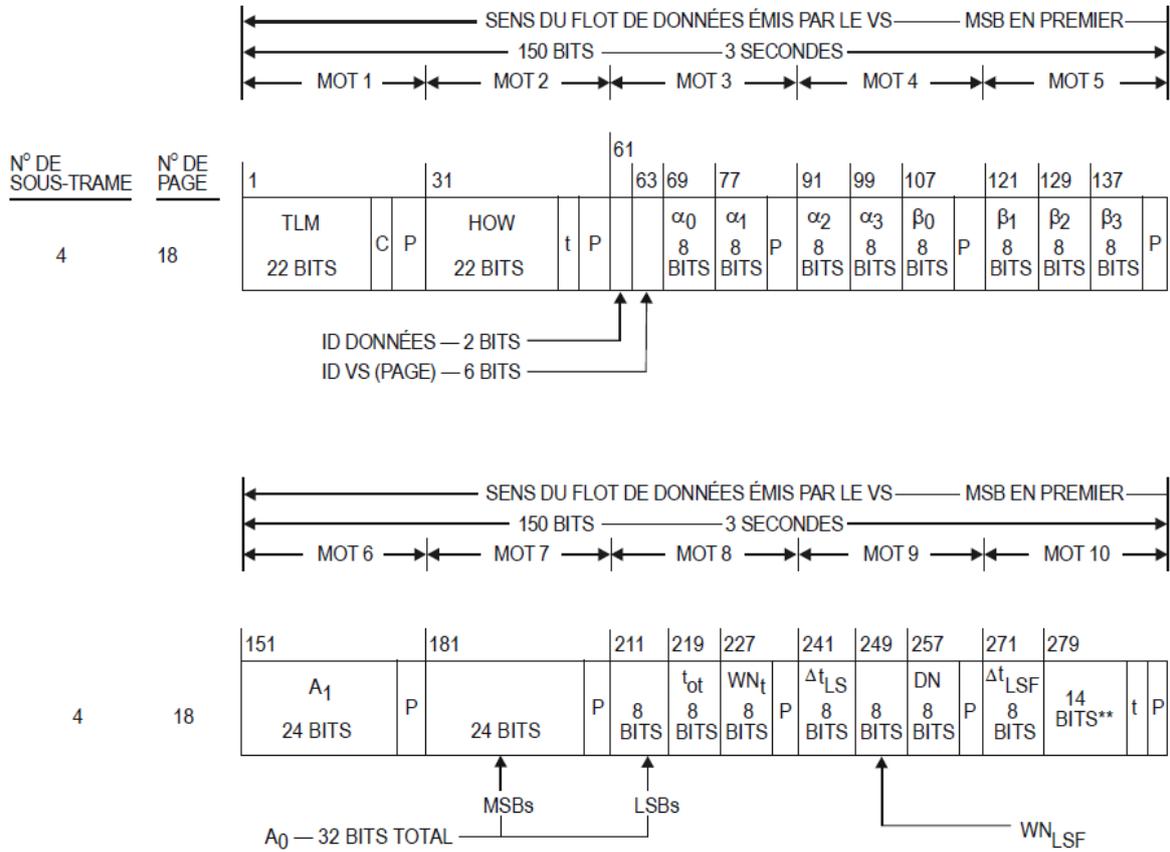
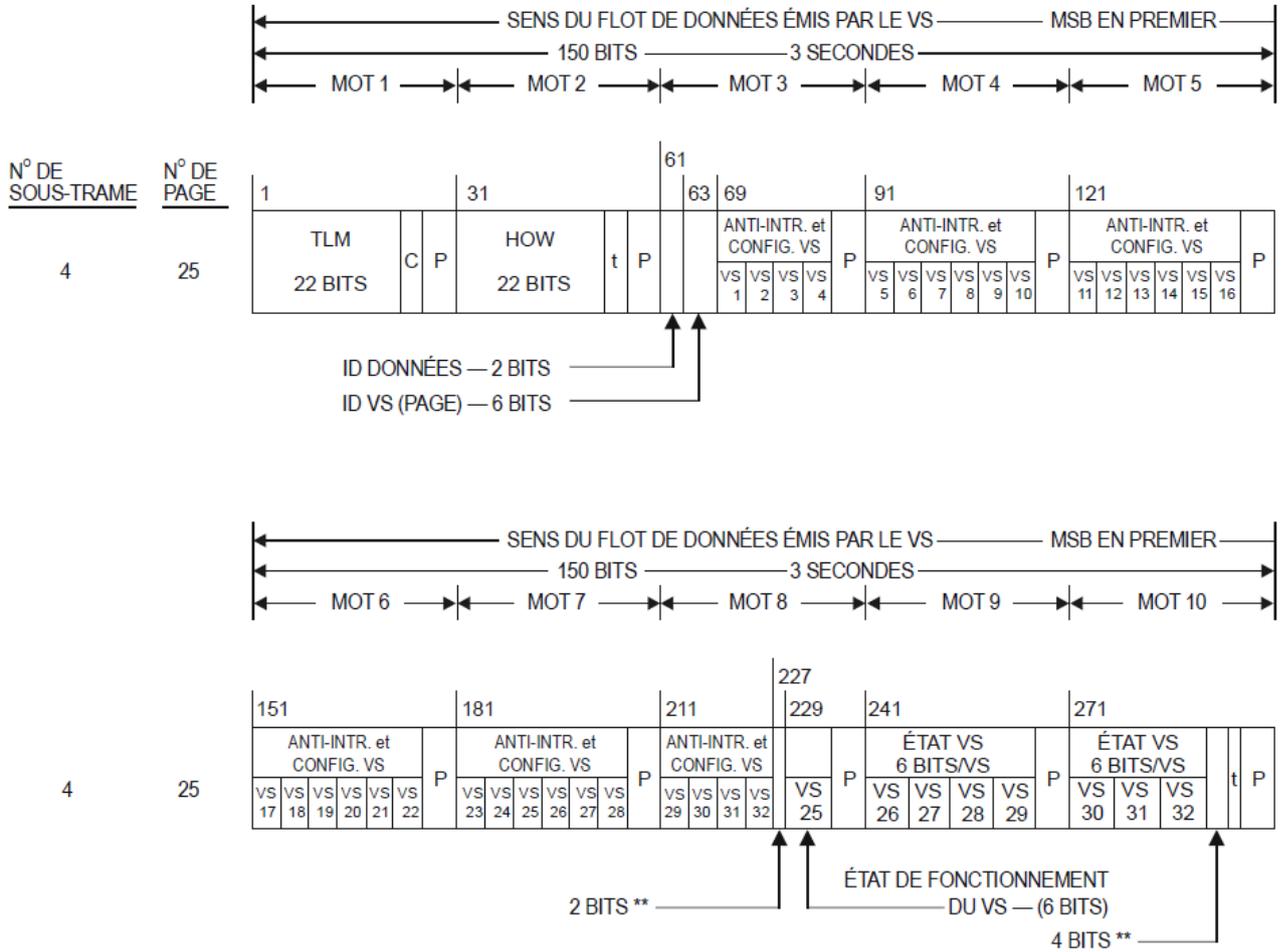
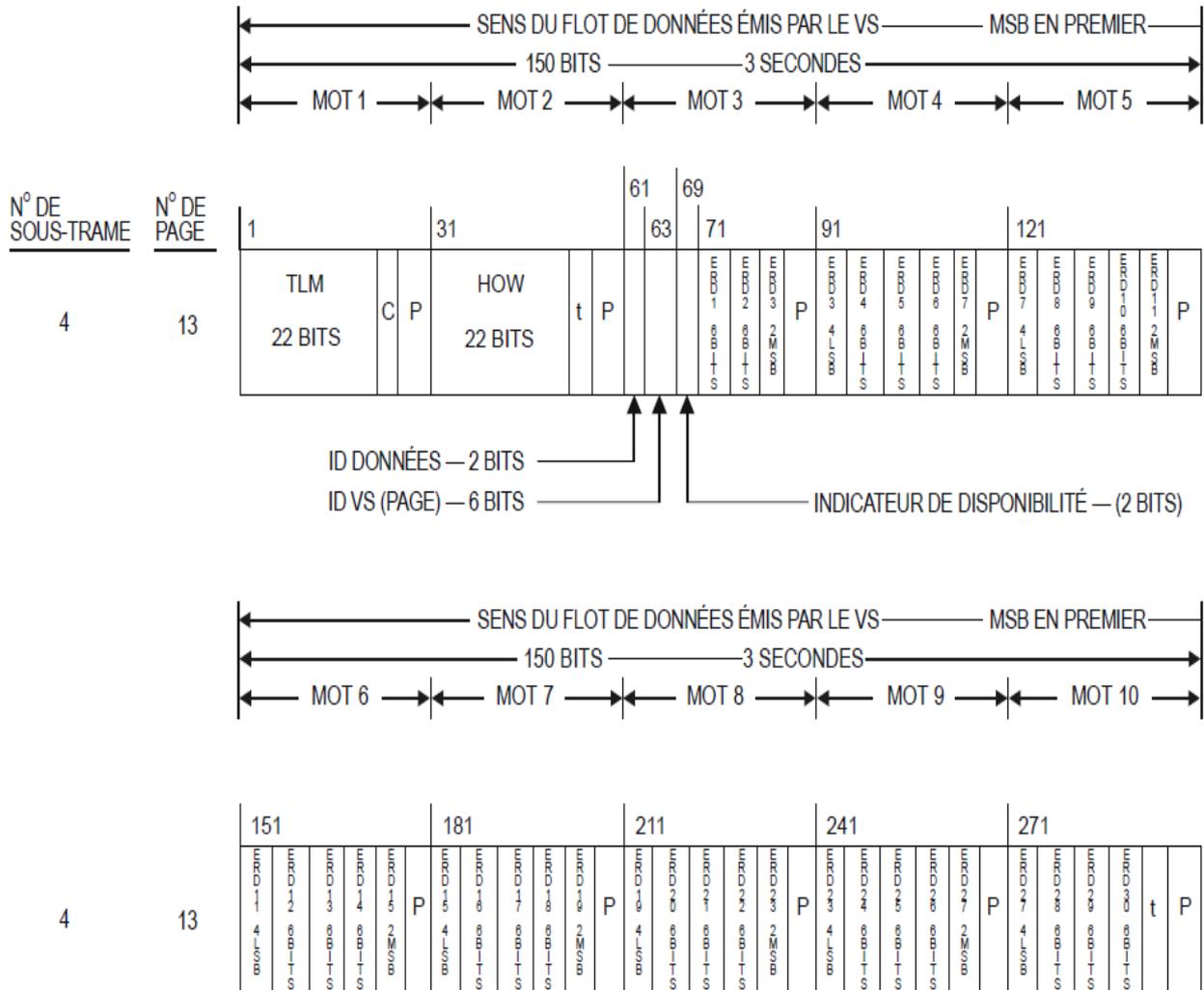


Figure B-6. Format des données (page 8 de 11)



\*\* 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)

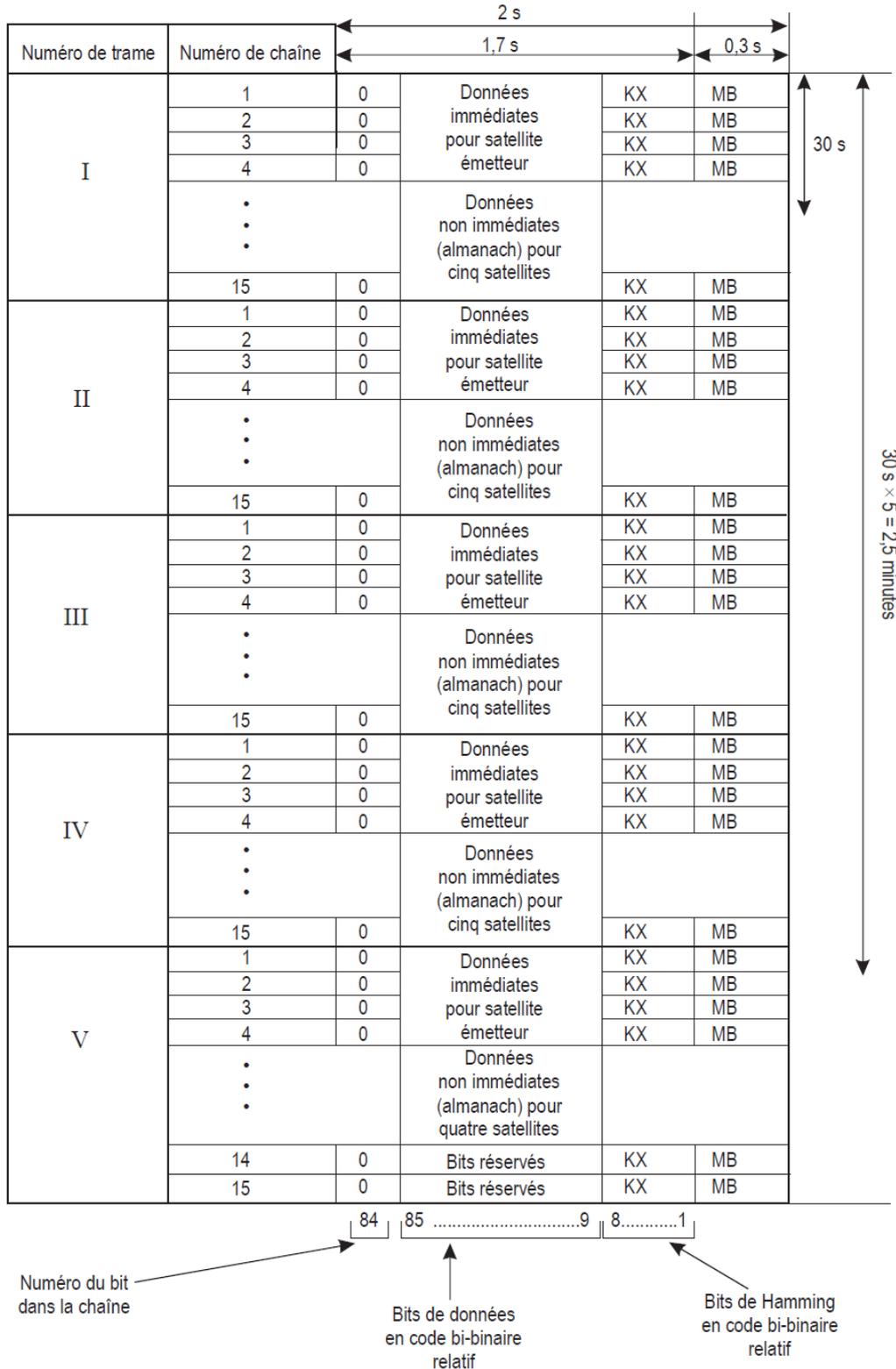
**Figure B-6. Format des données (page 9 de 11)**



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)





**Figure B-7 : Structure de la supertrame**



1	m	4	2	2	P1	*	t <sub>k</sub>	12	x <sub>n</sub> '(t <sub>b</sub> )	24	x <sub>n</sub> ''(t <sub>b</sub> )	5	x <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> )	27	KX	8	MB
(P2)	m	4	3	1	B <sub>n</sub>	*	t <sub>b</sub>	5	y <sub>n</sub> '(t <sub>b</sub> )	24	y <sub>n</sub> ''(t <sub>b</sub> )	5	y <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> )	27	KX	8	MB
(P3)	m	4	1	1	γ <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> )	*	P	1	z <sub>n</sub> '(t <sub>b</sub> )	24	z <sub>n</sub> ''(t <sub>b</sub> )	5	z <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> )	27	KX	8	MB
	m	4	4	22	Δτ <sub>n</sub>	5	E <sub>n</sub>	5	*	14	14	3	F <sub>n</sub> *	11	N <sub>T</sub>	5	M
(C <sub>n</sub> )	m	4	4	32	11	5	N <sub>J</sub> *	22	τ <sub>GPS</sub>	32	11	5	τ <sub>GPS</sub>	22	1	I <sub>n</sub>	8
	m	4	1	2	M <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	10	λ <sub>n</sub> <sup>A</sup>	21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	18	ε <sub>n</sub> <sup>A</sup>	15	KX	8	MB
	m	4	1	2	ω <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	16	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	22	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	7	H <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	I <sub>n</sub>
	m	4	1	2	M <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	10	λ <sub>n</sub> <sup>A</sup>	21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	18	ε <sub>n</sub> <sup>A</sup>	15	KX	8	MB
	m	4	1	2	ω <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	16	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	22	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	7	H <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	I <sub>n</sub>
	m	4	1	2	M <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	10	λ <sub>n</sub> <sup>A</sup>	21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	18	ε <sub>n</sub> <sup>A</sup>	15	KX	8	MB
	m	4	1	2	ω <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	16	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	22	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	7	H <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	I <sub>n</sub>
	m	4	1	2	M <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	10	λ <sub>n</sub> <sup>A</sup>	21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	18	ε <sub>n</sub> <sup>A</sup>	15	KX	8	MB
	m	4	1	2	ω <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	16	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	22	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	7	H <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	I <sub>n</sub>
	m	4	1	2	M <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	10	λ <sub>n</sub> <sup>A</sup>	21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	18	ε <sub>n</sub> <sup>A</sup>	15	KX	8	MB
	m	4	1	2	ω <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	16	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	22	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	7	H <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	I <sub>n</sub>
	m	4	1	2	M <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	10	λ <sub>n</sub> <sup>A</sup>	21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	18	ε <sub>n</sub> <sup>A</sup>	15	KX	8	MB
	m	4	1	2	ω <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	16	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>	21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	22	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>	7	H <sub>n</sub> <sup>A</sup>	5	I <sub>n</sub>

\* Bits réservés dans la trame.

Note.— La teneur des données, la définition et la signification des paramètres sont données aux § 3.2.1.3 et 3.2.1.4. Les données supplémentaires transmises par GLONASS-M sont indiquées en gris dans la figure.

**Figure B-8. Structure des trames 1 à 4**



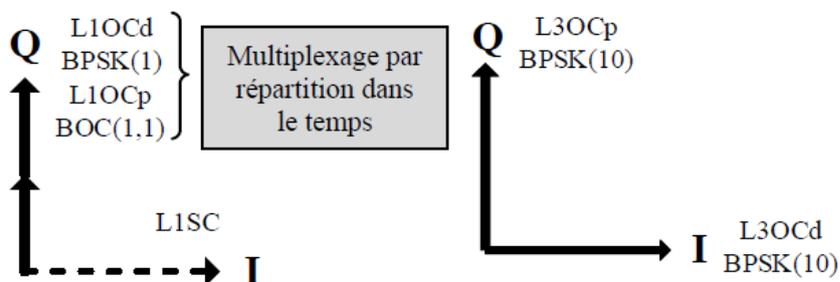
1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15			
m		* PI		t <sub>k</sub>		x <sub>n</sub> '(t <sub>b</sub> )		x <sub>n</sub> ''(t <sub>b</sub> )		x <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> )		y <sub>n</sub> '(t <sub>b</sub> )		y <sub>n</sub> ''(t <sub>b</sub> )		y <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> )		z <sub>n</sub> '(t <sub>b</sub> )		z <sub>n</sub> ''(t <sub>b</sub> )		z <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> )		N <sub>T</sub>		τ <sub>GRS</sub>		ε <sub>n</sub> <sup>A</sup>			
1	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB
2	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB
3	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB
4	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB
5	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB
6	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB
7	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB
8	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB
9	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB
10	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB
11	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB
12	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB
13	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB
14	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB
15	m	4	2	3	1	7	5	24	24	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB	2	1	5	27	8	KX	8	MB

\* Bits réservés dans la trame.

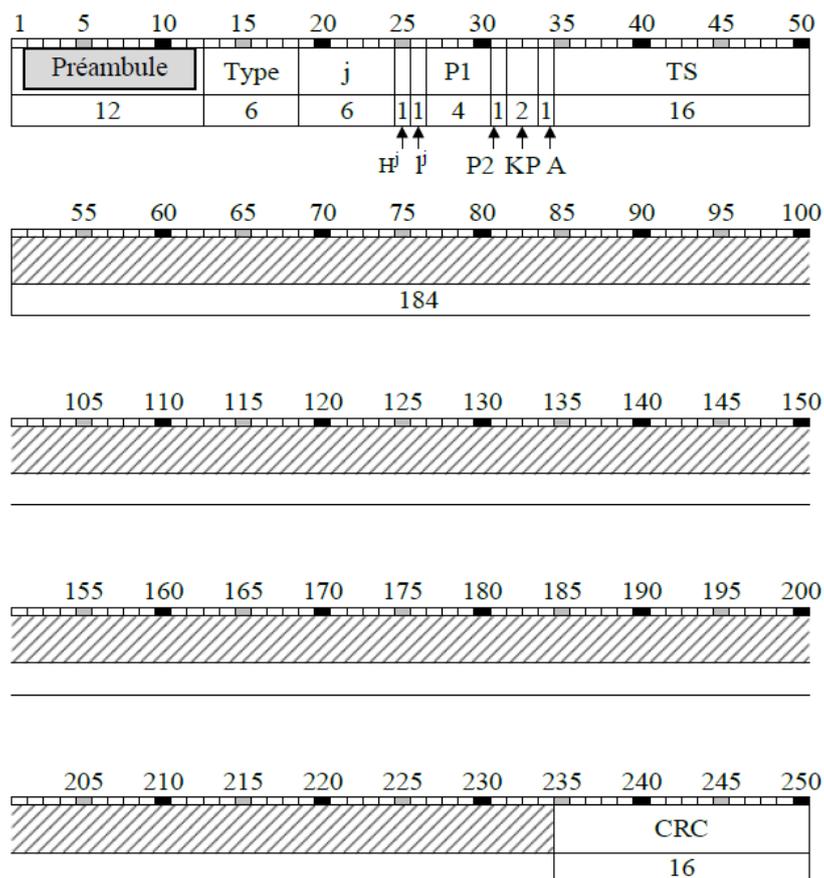
Note— La teneur des données, la définition et la signification des paramètres sont données aux § 3.2.1.3 et 3.2.1.4. Les données supplémentaires transmises par GLONASS-M sont indiquées en gris dans la figure.

**Figure B-9. Structure de la trame 5**





**Figure B-11A. : Structure des signaux L1OC et L3OC**



**Figure B-11B. Structure générale des chaînes de données du signal L1OCd**



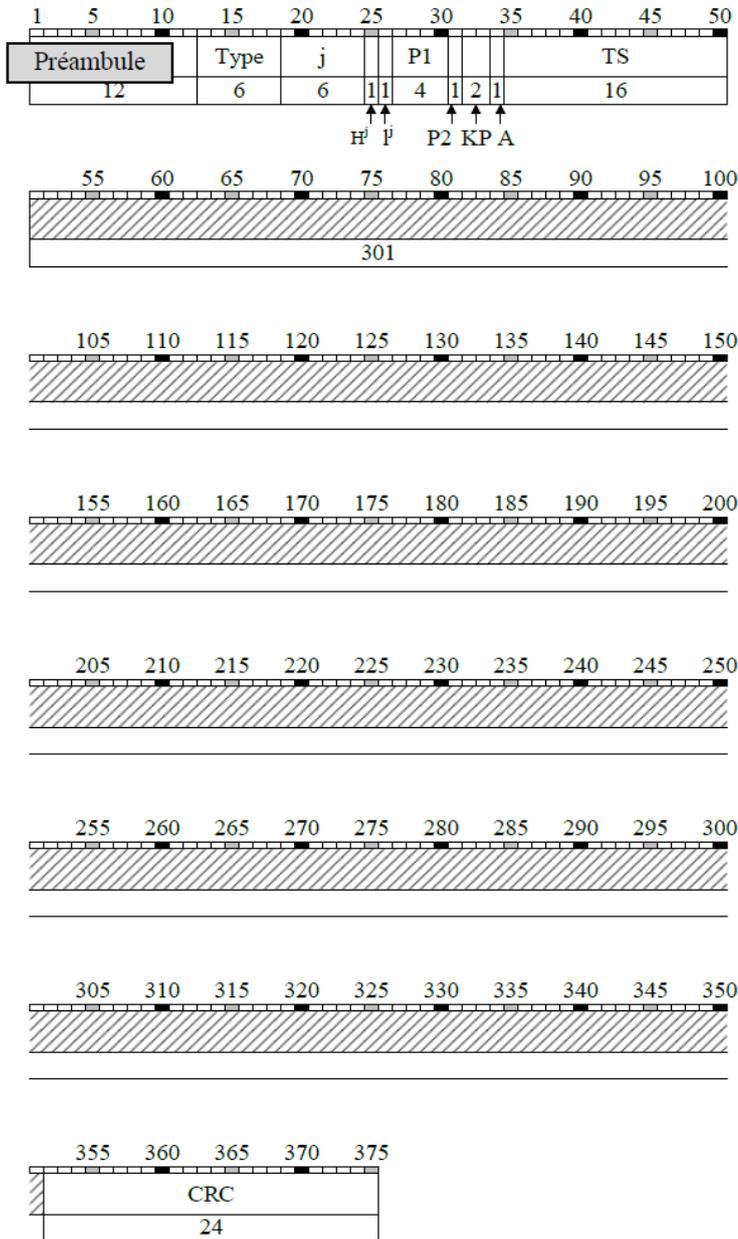
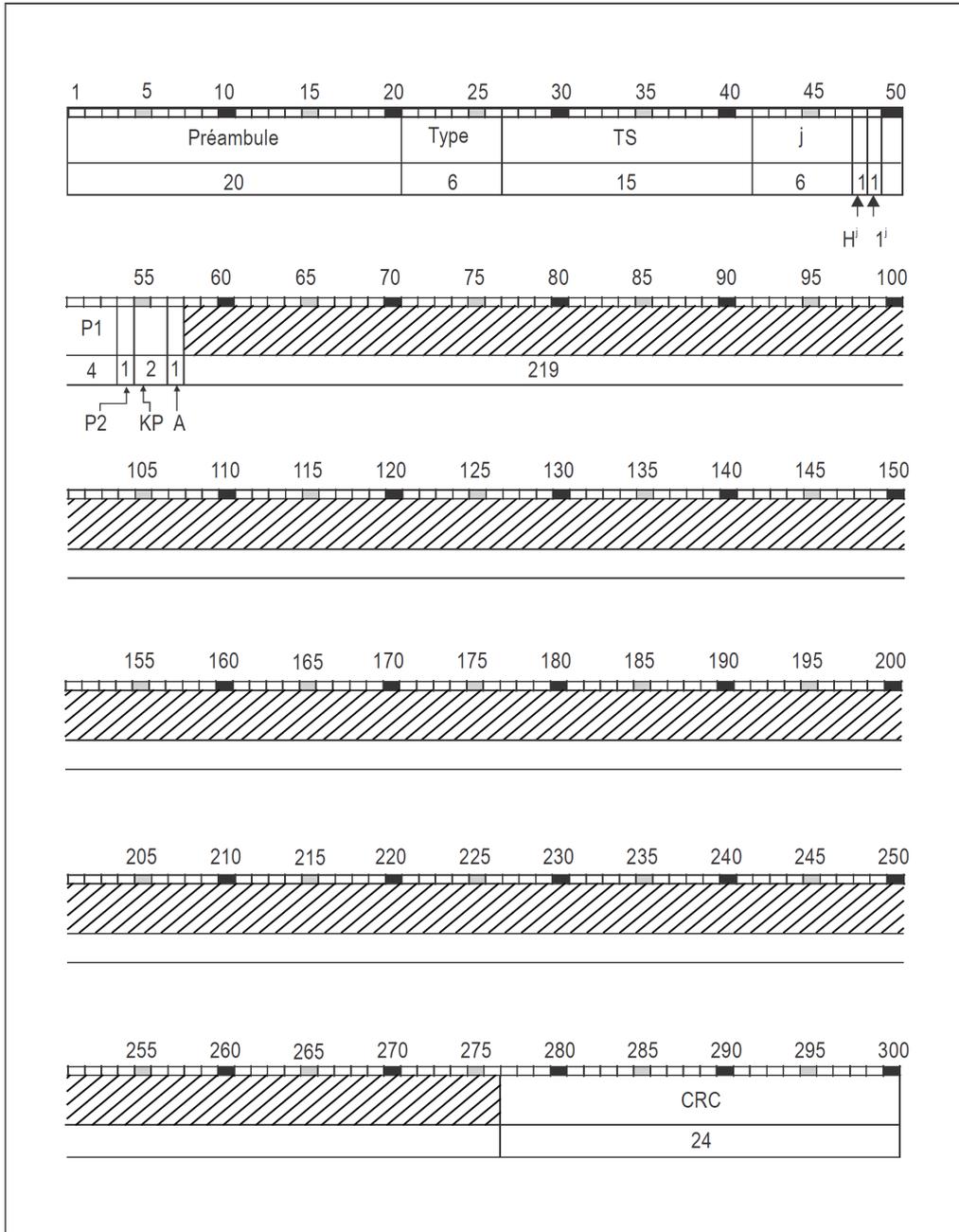


Figure B-11D. Chaîne de données anormale de type 2 du signal L10Cd



**Figure B-12A. Structure générale des chaînes de données du signal L3OCd**

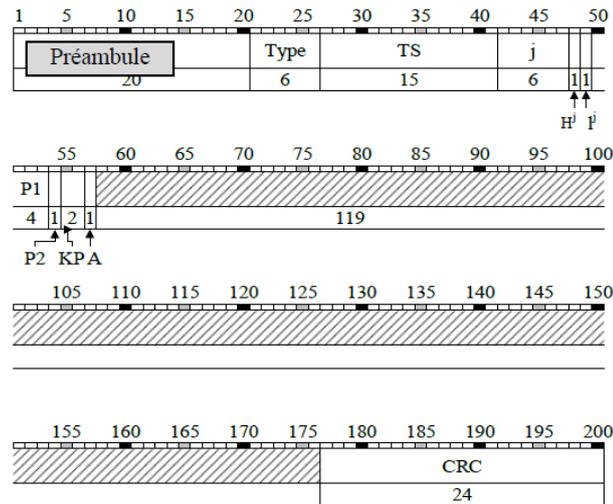


Figure B-12B. Chaîne de données anormale de type 1 du signal L30Cd

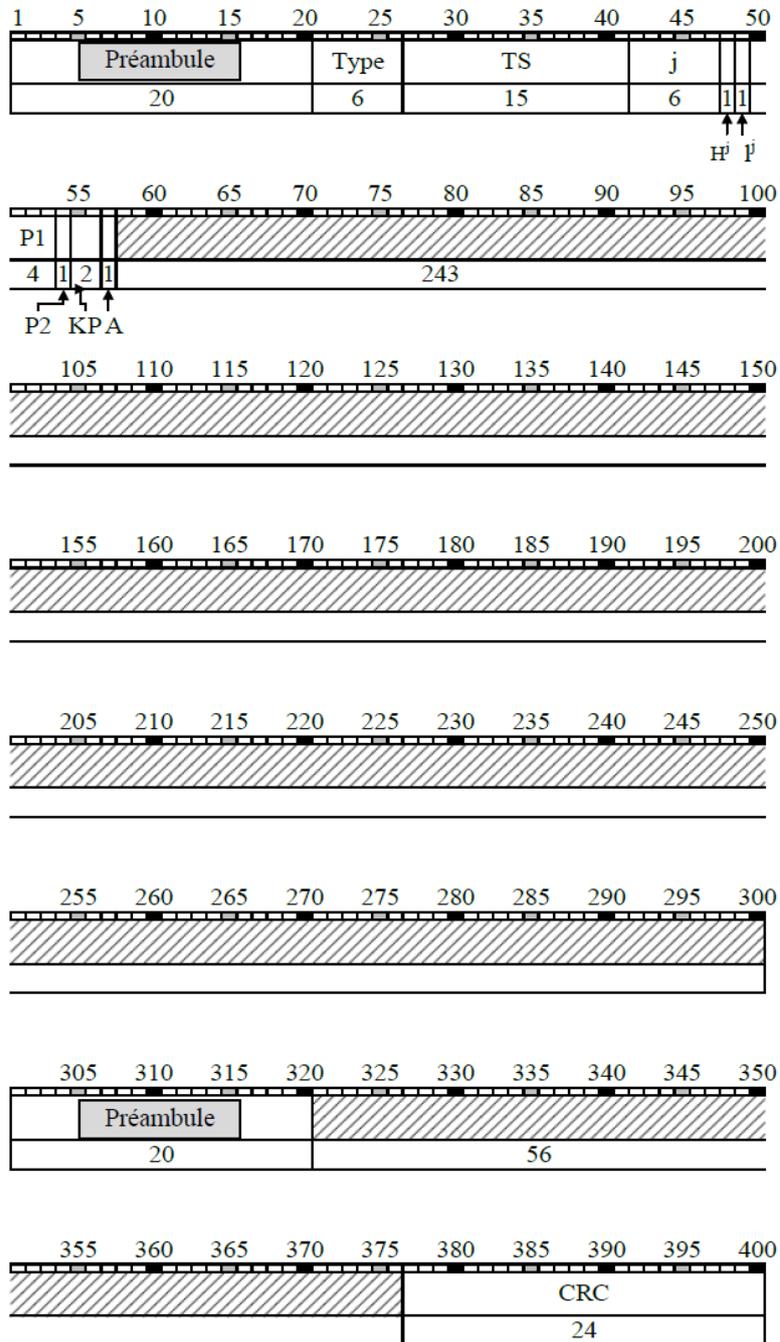


Figure B-12C. Chaîne de données anormale de type 2 du signal L30Cd

-----  
===== FIN =====