



**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)

**AMENDEMENT N°5 DU  
REGLEMENT AERONAUTIQUE DU SENEGAL N° 10  
(RAS 10)  
TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES  
Volume I  
Aides radio à la Navigation**

*Finalisé le 28 août 2023*

**Deuxième Edition**

**Octobre 2023**

## I – CONTEXTE DU PROJET D'AMENDEMENT

Le présent projet d'amendement comporte deux aspects.

Le premier fait suite à l'adoption par le Conseil de l'OACI le 20 mars 2023 de l'amendement 93 au Volume I de l'Annexe 10. L'amendement de l'OACI est entré en vigueur le 31 juillet 2023 et est applicable le 02 novembre 2023. Il porte sur les éléments suivants :

a) la réalisation du système mondial de navigation par satellite (GNSS) multiconstellation double fréquence (DFMC), par l'ajout de dispositions relatives à des fréquences de fonctionnement supplémentaires du système mondial de localisation (GPS), du GLONASS et du système de renforcement satellitaire (SBAS) ainsi que par l'insertion de dispositions concernant les nouveaux systèmes de navigation par satellite BeiDou (BDS) et Galileo ;

b) l'atténuation du gradient ionosphérique pour le système de renforcement au sol (GBAS).

Le deuxième aspect introduit les dispositions de l'Annexe 10 relatives au système de renforcement satellitaire (SBAS) pour prendre en compte les travaux sur ce sujet de l'APIRG, de la CAFAC, de l'Union africaine et de l'ASECNA.

Au vu de tous ces changements et de la publication par l'OACI de la huitième Edition du Volume I de l'Annexe 10 (juillet 2023), il est proposé de faire de la prochaine publication du Volume I du RAS 10 une deuxième édition.

## II – REGLES DE PRESENTATION DU PROJET D'AMENDEMENT

Le texte du projet d'amendement est présenté de la manière suivante :

<del>Le texte à supprimer est rayé.</del>	Suppression
Le nouveau texte est présenté en grisé.	Addition
<del>Le texte à supprimer est rayé</del> et suivi en grisé, du texte qui le remplace.	Remplacement

### III – TEXTE DU PROJET D'AMENDEMENT

(...)

#### INSCRIPTION DES AMENDEMENTS ET DES RECTIFICATIFS

AMENDEMENTS				RECTIFICATIFS			
N°	Applicable le	Inséré le	Par	N°	Date de publication	Inséré le	Par
1	01/03/2017	24/10/2016	ANACIM				
2	08/11/2018	17/08/2018	ANACIM				
3	05/11/2020	07/10/2020	ANACIM				
4	04/11/2021	16/04/2021	ANACIM				
5	02/11/2023	jj/mm/2023	ANACIM				

#### HISTORIQUE DES AMENDEMENTS

Amendement	Origine (s)	Objet	Dates : — adoption — entrée en vigueur — application
(...).			
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	- jj/mm/2023
	ANACIM	- Introduction du SBAS - Publication Edition 2 du Volume I	- jj/mm/2023 - 02/11/2023

#### 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).







Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

AMENDEMENT 5 DU RAS 10  
TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES  
Volume I  
Aides radio à la navigation

Texte réglementaire Page REG-  
1 de 32  
Edition 2  
Date Octobre 2023

## SPECIFICATIONS NATIONALES DES AIDES RADIO A LA NAVIGATION

### CHAPITRE 3. SPECIFICATIONS DES AIDES RADIO A LA NAVIGATION

(...)

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

##### 3.7.1 Définitions

(...)

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

(...)

**Galileo.** Système de navigation par satellite exploité par l'Union européenne.

(...)

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

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

(...)

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

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


(...)

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

(...).

**Taux d'ellipticité.** Rapport, exprimé en décibels, entre la puissance de sortie maximale et la puissance de



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Texte réglementaire 3 de 32	Page REG- 2
		Edition Date	Octobre 2023

(...)

### 3.7.3 Spécifications relatives aux éléments du GNSS

#### 3.7.3.1 Constellations de base

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

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

##### 3.7.3.1.1.1 Précision du secteur spatial et du secteur de contrôle

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

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

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

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

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

- erreur de distance, quel que soit le satellite — 30 m avec la fiabilité spécifiée au § 3.7.3.1.3 ;
- 95<sup>e</sup> percentile de l'erreur sur le taux de variation de la distance, quel que soit le satellite — 0,006 m/s (moyenne mondiale) ;
- 95<sup>e</sup> percentile de l'erreur sur l'accélération, quel que soit le satellite — 0,002 m/s<sup>2</sup> (moyenne mondiale) ;



- d) 95<sup>e</sup> percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite 7,0 m (moyenne mondiale) ; et
- e) 95<sup>e</sup> percentile de l'erreur de distance pour tous les satellites occupant des créneaux orbitaux définis dans la constellation — 2,0 m (moyenne mondiale).

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

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

3.7.3.1.1.3 *Fiabilité.* Les fournisseurs de services de navigation aérienne doivent s'assurer que la fiabilité du service de localisation standard du GPS, compte tenu de l'erreur de distance pour l'utilisateur (URE) de 30 m indiquée au § 3.7.3.1.1.1.3, alinéa a), se situe dans les limites ci-dessous :

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

3.7.3.1.1.4 *Probabilité de défaillance de service majeure.*

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

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

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


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

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

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

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

3.7.3.1.1.7 *Disponibilité de la constellation.* La probabilité que 21 ou plus des 24 créneaux soient occupés soit par un satellite diffusant un signal L1 en code C/A, en état de fonctionner et qui peut être suivi, dans la configuration de créneaux de base, soit par une paire de satellites diffusant chacun un signal L1 en

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Texte réglementaire      Page REG- 5 de 32</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	---

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

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

#### 3.7.3.1.1.8 Caractéristiques radioélectriques (RF)

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

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

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

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


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

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

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

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

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

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Texte réglementaire      Page REG- 6 de 32</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	---

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
---------	------	------	------	----------------	----------------





40 ns                      40 ns                      40 ns                      40 ns                      40 ns

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

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

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

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





Disponibilité du service vertical	90 %, (seuil de 25 m 95 %)	90 %, (seuil de 25 m 95 %)	90 %, (seuil de 25 m 95 %)	90 %, (seuil de 25 m 95 %)	90 %, (seuil de 25 m 95 %)
-----------------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

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

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Moyenne mondiale	99,37 %	99,37 %	99,37 %	99,37 %	99,37 %
Pire moyenne en un point	99,14 %	99,14 %	99,14 %	99,14 %	99,14 %

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

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Défaillance d'un seul satellite (P <sub>sat</sub> )	$1 \times 10^{-4}$ , (seuil de 70 m)	$1 \times 10^{-4}$ , (seuil de 70 m)	$1 \times 10^{-4}$ , (seuil de 70 m)	$1 \times 10^{-4}$ , (seuil de 70 m)	$1 \times 10^{-4}$ , (seuil de 70 m)


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

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Dysfonctionnement de constellation (P <sub>const</sub> )	$1 \times 10^{-4}$ , (seuil de 70 m)	$1 \times 10^{-4}$ , (seuil de 70 m)	$1 \times 10^{-4}$ , (seuil de 70 m)	$1 \times 10^{-4}$ , (seuil de 70 m)	$1 \times 10^{-4}$ , (seuil de 70 m)

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

Signaux	L1OF	L1OC	L3OC	L1OF – L3OC	L1OC – L3OC
Continuité du signal	$2 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^{-3}$	$2 \times 10^{-3}$



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Texte réglementaire      Page REG- 11 de 32</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	--

b) message de navigation transmis à 50 bit/s ;

c) séquence auxiliaire à 100 Hz.

#### 3.7.3.1.2.9 *Caractéristiques radioélectriques des signaux L3OC*

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

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

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

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

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

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

#### 3.7.3.1.2.9.5 *Modulation*

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

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

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


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

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

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

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

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

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Texte réglementaire      Page REG- 12 de 32</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	--

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

#### 3.7.3.1.2.10 *Caractéristiques radioélectriques des signaux L1OC*

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

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

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

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

3.7.3.1.2.10.4 *Niveau de puissance du signal.* Le système GLONASS diffuse les signaux de navigation L1OC avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou davantage, le niveau du signal reçu soit compris entre -158,5 dBW et -155,2 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

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

#### 3.7.3.1.2.10.5 *Modulation*

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

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

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

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

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

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

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





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

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

Note 2.— La composante du signal E5b est décrite dans ~~la présente Annexe~~ le présent RAS, puisqu'elle constitue un sous-ensemble de l'ensemble du signal de Galileo modulé sur la porteuse E5. Toutefois, il n'est pas prévu pour l'instant que les récepteurs de l'aviation utilisent le signal E5b.

Note 3.— Les normes de performance suivantes s'appliquent seulement si des signaux électromagnétiques « en état de fonctionnement » sont utilisés (voir l'appendice B, § 3.1.3.1.3.4).

Note 4.— Les normes de performance suivantes ne comprennent ni les erreurs atmosphériques ni les erreurs du récepteur telles que l'ionosphère, la troposphère, le brouillage, le bruit du récepteur et les trajets multiples.

Note 5.— Des éléments indicatifs sur la précision, la disponibilité, la continuité, la probabilité de défaillance du satellite/des constellations et la couverture du service ouvert de Galileo figurent dans le Supplément D, § 4.1.3.

3.7.3.1.3.1 Précision en position. Les erreurs de position de Galileo ne doivent pas dépasser les limites ci-dessous :

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

3.7.3.1.3.2 Précision de la détermination du temps. Les erreurs de détermination du temps UTC de Galileo ne doivent pas excéder 30 nanosecondes, 95 % du temps.

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

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



95e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)	7 m	7 m	7 m
95e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)	2 m	2 m	2 m
95e percentile de l'erreur sur le taux de variation de la distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale)	5 mm/s	5 mm/s	5 mm/s

*Note 1.— La précision des mesures de distance prend uniquement en considération les signaux électromagnétiques en état de fonctionnement du service ouvert de Galileo au-dessus d'un angle de site minimum de 5 degrés.*

*Note 2.— La précision des mesures de distance utilisant la fréquence unique (E1 ou E5a) comprend les erreurs de temps de propagation de groupe diffusé (BGD). La définition du BGD figure dans le Supplément D, § 4.1.3.3.2.*

**3.7.3.1.3.4 Disponibilité.** La disponibilité du service ouvert de Galileo doit être la suivante :

Signaux	E1	E5a	E1-E5a
<b>Emplacement moyen :</b>			
Disponibilité du service horizontal sur une période de mesure de 30 jours	99 % (seuil de 10 m, 95 %)	99 % (seuil de 10 m, 95 %)	99 % (seuil de 10 m, 95 %)
Disponibilité du service vertical sur une période de mesure de 30 jours	99 % (seuil de 16 m, 95 %)	99 % (seuil de 16 m, 95 %)	99 % (seuil de 16 m, 95 %)
<b>Pire emplacement :</b>			
Disponibilité du service horizontal sur une période de mesure de 30 jours	90 % (seuil de 10 m, 95 %)	90 % (seuil de 10 m, 95 %)	90 % (seuil de 10 m, 95 %)
Disponibilité du service vertical sur une période de mesure de 30 jours	90 % (seuil de 16 m, 95 %)	90 % (seuil de 16 m, 95 %)	90 % (seuil de 16 m, 95 %)

**3.7.3.1.3.5 Probabilité de défaillance du satellite ( $P_{sat}$ ).** La probabilité qu'un satellite de la constellation de base opérationnelle de Galileo génère une erreur de distance instantanée du signal électromagnétique de  $k$  fois supérieure à la précision de distance pour l'utilisateur diffusée par Galileo (URA de Galileo) et qu'aucune notification ne soit transmise à l'utilisateur ne doit pas dépasser  $3 \times 10^{-5}$ .

*Note 1.— Un changement dans l'état de fonctionnement du SIS est indiqué au moyen des indicateurs contenus dans le message de navigation. La mise en correspondance entre l'état du SIS de Galileo et les indicateurs contenus dans le message de données de navigation est précisée dans l'Appendice B, § 3.1.3.1.3.4. Dans l'avenir, à ces indicateurs pourra s'ajouter un indicateur supplémentaire destiné aux usagers du système de renforcement embarqué (ABAS).*

*Note 2.— L'URA de Galileo correspond soit à  $\sigma_{URA,DF}$  dans le cas des usagers de la double fréquence soit à  $\sigma_{URA,SF}$  dans le cas des usagers de la fréquence unique.*

*Note 3.— La définition de la  $P_{sat}$  est précisée dans le Supplément D, § 4.1.3.6.1.*

**3.7.3.1.3.6 Probabilité de défaillance de la constellation ( $P_{const}$ ).** La probabilité que, du fait d'une cause commune, tout sous-ensemble de deux satellites ou plus dans la constellation de base opérationnelle de Galileo génère une erreur instantanée de distance du SIS de  $k$  fois supérieure à l'URA de Galileo et qu'aucune notification ne soit transmise à l'utilisateur ne doit pas dépasser  $2 \times 10^{-4}$ .





*Note 1.— Un changement dans l'état de fonctionnement du SIS est indiqué au moyen des indicateurs contenus dans le message de navigation. La mise en correspondance entre l'état du SIS de Galileo et les indicateurs contenus dans le message de données de navigation est décrite en détail dans l'Appendice B, § 3.3.1.3.4. Dans l'avenir, à ces indicateurs pourra s'ajouter un indicateur supplémentaire destiné aux usagers de l'ABAS.*

*Note 2.— L'URA de Galileo correspond soit à  $\sigma_{URA,DF}$  dans le cas des usagers de la double fréquence soit à  $\sigma_{URA,SF}$  dans le cas des usagers de la fréquence unique.*

*Note 3.— La définition de  $P_{const}$  est précisée dans le Supplément D, § 4.1.3.6.2.*

**3.7.3.1.3.7 URA de Galileo pour double fréquence ( $\sigma_{URA,DF}$ ).** L'  $\sigma_{URA,DF}$  de Galileo ne doit pas excéder 6 m.

*Note 1.— L'  $\sigma_{URA,DF}$  s'applique à une combinaison de signaux E1-E5a double fréquence.*

*Note 2.— Une définition de l'  $\sigma_{URA,DF}$  figure dans le Supplément D, § 4.1.3.6.3.*

**3.7.3.1.3.8 URA de Galileo pour fréquence unique ( $\sigma_{URA,SF}$ ).** L'  $\sigma_{URA,SF}$  de Galileo ne doit pas excéder 7,5 m.

*Note 1.— L'  $\sigma_{URA,SF}$  s'applique à un usager de signal à fréquence unique, E1 ou E5a.*

*Note 2.— Une définition de l'  $\sigma_{URA,SF}$  figure dans le Supplément D, § 4.1.3.6.4.*

**3.7.3.1.3.9 Continuité.** La probabilité de perdre la disponibilité du SIS du service ouvert de Galileo d'un créneau de la constellation nominale à 24 créneaux en raison d'une interruption imprévue ne doit pas dépasser pas la limite suivante :

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

**3.7.3.1.3.10 Couverture.** Le service ouvert de Galileo doit couvrir la surface de la Terre jusqu'à une altitude de 30,48 km.

**3.7.3.1.3.11 Caractéristiques radioélectriques.** Tous les satellites de Galileo diffusent les signaux E1, E5a et E5b du service ouvert de Galileo.

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

*Note 2.— La modulation AltBOC est décrite en détail dans l'Appendice B, § 3.1.3.1.1.3.13.*

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

**3.7.3.1.3.11.1 Caractéristiques radioélectriques du signal E1**





3.7.3.1.3.11.1.1 *Fréquence porteuse E1.* Chaque satellite de Galileo diffuse les signaux E1 sur la fréquence porteuse de 1 575,420 MHz en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

3.7.3.1.3.11.1.2 *Spectre du signal E1.* La puissance du signal de Galileo sur E1 doit être confinée dans une bande de 24,552 MHz centrée sur la fréquence E1.

3.7.3.1.3.11.1.3 *Polarisation du signal E1.* Le signal radioélectrique E1 est émis à polarisation circulaire droite.

3.7.3.1.3.11.1.4 *Niveau de puissance minimale du signal E1.* Chaque satellite de Galileo diffuse un signal de navigation E1 avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou davantage, le niveau du signal reçu ne soit pas inférieur à  $-157,9$  dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.3.11.1.5 *Niveau de puissance maximale du signal E1.* Chaque satellite de Galileo diffuse un signal de navigation E1 avec une puissance suffisante pour que le niveau du signal reçu ne dépasse pas  $-151,45$  dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi.

3.7.3.1.3.11.1.6 *Modulation du signal E1.* Le signal E1 est une porteuse décalée binaire composite (CBOC) générée en multiplexant un signal de porteuse décalée binaire (BOC) à large bande BOC(6,1) avec un signal à bande étroite BOC(1,1) de manière que 1/11 de la puissance soit attribuée, en moyenne, à la composante à haute fréquence.

*Note.— La modulation CBOC est présentée en détail dans l'Appendice B, § 3.1.3.1.1.2.7.*

#### 3.7.3.1.3.11.2 *Caractéristiques radioélectriques du signal E5a*

*Note.— Des renseignements supplémentaires sur la modulation du signal E5 figurent dans le document European GNSS (Galileo) Open Service Signal-In-Space Interface Control Document (version 2.0), janvier 2021 (ci-après désigné « Galileo OS SIS ICD »).*

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

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

3.7.3.1.3.11.2.3 *Polarisation du signal E5a.* Le signal radioélectrique E5a est émis à polarisation circulaire droite.

3.7.3.1.3.11.2.4 *Niveau de puissance minimale du signal E5a.* Chaque satellite de Galileo diffuse un signal de navigation E5a avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou davantage, le niveau du signal reçu ne soit pas inférieur à  $-155,90$  dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

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

3.7.3.1.3.11.2.6 *Modulation du signal E5a.* Le signal E5a est généré par addition modulo 2 du flux de données de navigation du signal E5a avec le code de mesure de distance de la composante données du



signal E5a de 10,23 mégachips par seconde (E5a-I), et du code de mesure de distance de la composante pilote du signal E5a de 10,23 mégachips par seconde (E5a-Q).

#### 3.7.3.1.3.11.3 *Caractéristiques radioélectriques du signal E5b*

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

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

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

3.7.3.1.3.11.3.3 *Polarisation du signal E5b.* La polarisation du signal E5b transmis est de type circulaire droite.

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

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

3.7.3.1.3.11.3.6 *Modulation du signal E5b.* Le signal E5b est généré par addition modulo 2 du flux de données de navigation du signal E5b avec le code de mesure de distance de la composante données du signal E5b de 10,23 mégachips par seconde (E5b-I), et du code de mesure de distance de la composante pilote du signal E5b de 10,23 mégachips par seconde (E5b-Q).

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

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

3.7.3.1.3.13 *Système de coordonnées.* Le système de coordonnées de Galileo est le repère de référence terrestre de Galileo (GTRF).

*Note.*— Des renseignements sur le GTRF sont précisés dans l'Appendice B, § 3.1.3.5.2.

3.7.3.1.3.14 *Données de navigation.* Les données de navigation transmises par chaque satellite comprennent les informations voulues pour déterminer les éléments suivants :

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**AMENDEMENT 5 DU RAS 10**  
**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**  
**Volume I**  
**Aides radio à la navigation**

Texte réglementaire 19 de 32	Page REG-
Edition	2
Date	Octobre 2023

e) les effets dus au temps de propagation dans l'ionosphère ;

f) le décalage de temps par rapport au temps UTC ;

g) l'état de la constellation.

*Note.— La structure et la teneur des données sont décrites en détail à l'Appendice B, aux § 3.1.3.1.2 et 3.1.3.1.3 respectivement.*



### 3.7.3.1.4 Service ouvert du BDS (BDS OS) (B1I, B1C, B2a)

Note 1.— Les signaux du BDS OS sont diffusés sur trois bandes de fréquence B1I, B1C et B2a. Le BDS OS à fréquence unique est basé sur l'un des signaux B1I, B1C et B2a. Le BDS OS à double fréquence est basé sur une combinaison des signaux B1C et B2a.

Note 2.— Les signaux B1I, B1C et B2a du BDS OS sont diffusés par tous les satellites BDS-3 (BDS de troisième phase) en orbite moyenne terrestre (MEO) et en orbite géosynchrone inclinée (IGSO).

Note 3.— Toutes les spécifications mentionnées dans la présente section sont fondées sur la configuration de la constellation BDS-3 composée de 24 satellites en MEO et de 3 satellites en IGSO.

#### 3.7.3.1.4.1 Précision du secteur spatial et du secteur de contrôle

Note.— Les normes de précision suivantes ne comprennent ni les erreurs atmosphériques ni les erreurs du récepteur, comme l'indique le Supplément D, § 4.1.4.2. Elles s'appliquent uniquement si le récepteur de l'avion utilise des satellites en état de fonctionner.

3.7.3.1.4.1.1 Précision en position. Les erreurs de position du BDS ne doivent pas dépasser les limites ci-dessous :

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

3.7.3.1.4.1.2 Précision du temps de transfert. Les erreurs de transfert de temps du BDS OS ne doivent pas excéder 50 nanosecondes, 95 % du temps.

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

Signaux	B1I	B1C	B2a	B1C-B2a
Erreur de distance quel que soit le satellite selon les limites de fiabilité spécifiées au § 3.7.3.1.4.3	15 m	15 m	15 m	15 m
95e percentile de l'erreur de distance, quel que soit le satellite, mesurée sur une période de 7 jours (moyenne mondiale)	4,6 m	4,6 m	4,6 m	4,6 m



95e percentile de l'erreur sur le taux de variation de la distance, quel que soit le satellite (moyenne mondiale) 0,02 m/s 0,02 m/s 0,02 m/s 0,02 m/s

95e percentile de l'erreur sur l'accélération, quel que soit le satellite (moyenne mondiale) 0,008 m/s<sup>2</sup> 0,008 m/s<sup>2</sup> 0,008 m/s<sup>2</sup> 0,008 m/s<sup>2</sup>

3.7.3.1.4.2 *Disponibilité.* La disponibilité du BDS OS doit être la suivante :

Signaux	B1I	B1C	B2a	B1C-B2a
<b>Emplacement moyen:</b>				
Disponibilité du service horizontal mesurée sur une période de 7 jours	≥99 % (seuil de 15 m, 95 %)	≥99 % (seuil de 15 m, 95 %)	≥99 % (seuil de 15 m, 95 %)	≥99 % (seuil de 15 m, 95 %)
Disponibilité du service vertical mesurée sur une période de 7 jours	≥99 % (seuil de 22 m, 95 %)	≥99 % (seuil de 22 m, 95 %)	≥99 % (seuil de 22 m, 95 %)	≥99 % (seuil de 22 m, 95 %)
<b>Pire emplacement :</b>				
Disponibilité du service horizontal mesurée sur une période de 7 jours	≥90 % (seuil de 15 m, 95 %)	≥90 % (seuil de 15 m, 95 %)	≥90 % (seuil de 15 m, 95 %)	≥90 % (seuil de 15 m, 95 %)
Disponibilité du service vertical mesurée sur une période de 7 jours	≥90 % (seuil de 22 m, 95 %)	≥90 % (seuil de 22 m, 95 %)	≥90 % (seuil de 22 m, 95 %)	≥90 % (seuil de 22 m, 95 %)

*Note.*— La disponibilité s'applique si le récepteur de l'aéronef utilise des satellites en état de fonctionner.

3.7.3.1.4.3 *Fiabilité.* La fiabilité du BDS OS par rapport à l'exigence d'une erreur de distance de 15 m indiquée au § 3.7.3.1.4.2 doit se situer dans les limites suivantes :

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

*Note.*— La fiabilité s'applique si le satellite émet une indication de bon fonctionnement.

3.7.3.1.4.4 *Probabilité de défaillance de service majeure*

*Note.*— Les normes s'appliquent si le satellite émet une indication de bon fonctionnement.

3.7.3.1.4.4.1 *Probabilité d'une défaillance de service majeure ( $P_{sat}$ ).* La probabilité que l'erreur de distance pour l'utilisateur (URE) du SIS du BDS OS, quel que soit le satellite, soit supérieure au seuil de tolérance sans qu'une alarme soit reçue par l'antenne du récepteur de l'utilisateur au bout de 300 secondes, ne doit pas dépasser  $1 \times 10^{-5}$ .

3.7.3.1.4.4.2 *Probabilité d'une défaillance de service majeure de causes communes ( $P_{const}$ ).* La probabilité que l'erreur de distance pour l'utilisateur (URE) du SIS du BDS OS, pour deux satellites ou plus, soit supérieure au seuil de tolérance d'une défaillance de causes communes sans qu'une alarme soit reçue par l'antenne du récepteur de l'utilisateur au bout de 300 secondes, ne doit pas dépasser  $6 \times 10^{-5}$ .

*Note 1.*— Pour les signaux B1I, le seuil de tolérance est fixé à 4,42 fois la limite supérieure de la précision de distance pour l'utilisateur (URA) correspondant à la valeur de l'indice URA (URAI) diffusée dans les messages de navigation D1 décrits dans l'Appendice B, § 3.1.4.1.3.1.2.



Note 2.— Pour les signaux B1C et B2a, le seuil de tolérance est fixé à 4,42 fois la valeur de l'indice de précision du SIS calculée suivant la méthode décrite dans l'Appendice B, § 3.1.4.2.5

Note 3.— La mise en correspondance entre l'état du SIS du signal B1I du BDS et les indicateurs du signal B1I du BDS contenus dans le message de données de navigation est spécifiée dans l'Appendice B, § 3.1.4.1.3.1.3. La mise en correspondance entre l'état du SIS du signal B1C et du signal B2a du BDS et les indicateurs du B1C et du B2a du BDS contenus dans le message de données de navigation est spécifiée dans l'Appendice B, § 3.1.4.1.3.2.7.2.

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

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

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

3.7.3.1.4.6 *Couverture.* Le BDS OS doit couvrir la surface de la Terre jusqu'à une altitude de 1 000 km.

3.7.3.1.4.7 *Caractéristiques radioélectriques*

Note.— Les caractéristiques radioélectriques détaillées des signaux du BDS OS figurent dans l'Appendice B, § 3.1.4.1.1.

3.7.3.1.4.8 *Caractéristiques radioélectriques du signal B1I*

3.7.3.1.4.8.1 *Fréquence porteuse du signal B1I.* Chaque satellite en MEO ou en IGSO du BDS-3 doit diffuser un signal B1I du BDS OS sur la fréquence porteuse de 1 561,098 MHz en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).


3.7.3.1.4.8.2 *Spectre radioélectrique du signal B1I.* La puissance du signal B1I du BDS OS doit être confinée dans une bande de  $\pm 2,046$  MHz (1 559,052 – 1 563,144 MHz) centrée sur la fréquence 1 561,098 MHz.

3.7.3.1.4.8.3 *Polarisation du signal B1I.* La polarisation du signal radioélectrique transmis sur B1I doit être de type circulaire droite.

3.7.3.1.4.8.4 *Niveaux de puissance du signal B1I*

3.7.3.1.4.8.4.1 Chaque satellite en MEO du BDS-3 diffuse un signal de navigation B1I avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou plus, le niveau du signal reçu soit compris entre  $-163$  et  $-154,8$  dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.4.8.4.2 Chaque satellite en IGSO du BDS-3 diffuse un signal de navigation B1I avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou plus, le niveau du signal reçu soit compris entre  $-163$  et  $-156,5$  dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Texte réglementaire      Page REG- 23 de 32</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	--

3.7.3.1.4.8.5 *Modulation du signal B1I.* Le signal B1I du BDS OS est modulé selon la méthode de modulation par déplacement de phase bivalente (BPSK).

#### 3.7.3.1.4.9 *Caractéristiques radioélectriques du signal B1C*

3.7.3.1.4.9.1 *Fréquence porteuse du signal B1C.* Chaque satellite en MEO ou en IGSO du BDS-3 diffuse un signal B1C du BDS OS sur la fréquence porteuse de 1 575,42 MHz en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

3.7.3.1.4.9.2 *Spectre radioélectrique du signal B1C.* La puissance du signal B1C du BDS OS doit être confinée dans une bande de 32,736 MHz centrée sur la fréquence B1C.

3.7.3.1.4.9.3 *Polarisation du signal B1C.* La polarisation du signal radioélectrique transmis sur B1C est de type circulaire droite.

#### 3.7.3.1.4.9.4 *Niveaux de puissance du signal B1C*

3.7.3.1.4.9.4.1 Chaque satellite en MEO du BDS-3 diffuse un signal de navigation B1C avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou plus, le niveau du signal reçu soit compris entre – 159 et – 152,5 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.4.9.4.2 Chaque satellite en IGSO du BDS-3 diffuse un signal de navigation B1C avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou plus, le niveau du signal reçu soit compris entre – 161 et – 153,5 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.4.9.5 *Modulation du signal B1C.* Le signal B1C a deux composantes, la composante de données B1C et la composante pilote B1C. La composante de données B1C est modulée selon la méthode de modulation de porteuse à double décalage (BOC) avec phase sinusoïdale, avec l'addition modulo 2 du code de mesure de distance et des données de navigation. La composante pilote B1C est modulée selon la méthode de modulation de porteuse à double décalage multiplexée en quadrature (QMBOC) avec le code de mesure de distance. Les codes de mesure de distance de la composante de données B1C et de la composante pilote B1C ont la même vitesse de 1,023 mégachip par seconde.

*Note.— Des renseignements supplémentaires concernant la modulation du signal B1C figurent dans le document BeiDou Navigation Satellite System Signal In Space Interface Control Document, Open Service Signal B1C (version 1.0), daté de décembre 2017 (ci-après désigné « BDS OS B1C ICD »), section 4.2.*

#### 3.7.3.1.4.10 *Caractéristiques radioélectriques du signal B2a*


3.7.3.1.4.10.1 *Fréquence porteuse du signal B2a.* Chaque satellite en MEO ou en IGSO du BDS-3 diffuse un signal B2a du BDS OS sur la fréquence porteuse de 1 176,45 MHz en utilisant l'accès multiple par répartition en code (AMRC).

3.7.3.1.4.10.2 *Spectre radioélectrique du signal B2a.* La puissance du signal B2a du BSD OS doit être confinée dans une bande de 20,46 MHz centrée sur la fréquence B2a.

3.7.3.1.4.10.3 *Polarisation du signal B2a.* La polarisation du signal radioélectrique transmis sur B2a est de type circulaire droite.

#### 3.7.3.1.4.10.4 *Niveaux de puissance du signal B2a*



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p style="text-align: center;"><b>AMENDEMENT 5 DU 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 border="0"> <tr> <td>Texte réglementaire 24 de 32</td> <td style="text-align: right;">Page REG-</td> </tr> <tr> <td>Edition</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Date</td> <td style="text-align: right;">Octobre 2023</td> </tr> </table>	Texte réglementaire 24 de 32	Page REG-	Edition	2	Date	Octobre 2023
Texte réglementaire 24 de 32	Page REG-							
Edition	2							
Date	Octobre 2023							

3.7.3.1.4.10.4.1 Chaque satellite en MEO du BDS-3 diffuse un signal de navigation B2a avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou plus, le niveau du signal reçu soit compris entre – 156 et – 148,5 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.4.10.4.2 Chaque satellite en IGSO du BDS-3 diffuse le signal de navigation B2a avec une puissance suffisante pour que, en tout point situé à proximité du sol et bien dégagé à partir duquel le satellite peut être observé sous un angle de site de 5 degrés ou plus, le niveau du signal reçu soit compris entre – 158 et – 150,5 dBW à la borne d'une antenne à polarisation linéaire présentant un gain de 3 dBi, pour toutes les orientations de l'antenne perpendiculaires à la direction de propagation.

3.7.3.1.4.10.5 *Modulation du signal B2a.* Le signal B2a a deux composantes, la composante de données B2a et la composante pilote B2a. La composante de données B2a est modulée selon la méthode de modulation BPSK avec l'addition modulo 2 du code de mesure de distance et des données de navigation. La composante pilote B2a est modulée selon la méthode de modulation BPSK avec le code de mesure de distance. Les codes de mesure de distance de la composante de données B2a et de la composante pilote B2a ont la même vitesse de 10,23 mégachips par seconde.

*Note.*— Des renseignements supplémentaires concernant la modulation du signal B2a figurent dans le document BeiDou Navigation Satellite System Signal In Space Interface Control Document, Open Service Signal B2a (version 1.0), daté de décembre 2017 (ci-après désigné « BDS OS B2a ICD »), section 4.2.

3.7.3.1.4.11 *Temps BDS.* Le temps BDS (BDT) est exprimé en temps universel coordonné (UTC) déterminé par le National Time Service Centre de la Chinese National Academy of Science.

*Note.*— Les détails sur le temps BDT sont spécifiés dans l'Appendice B, § 3.1.4.4.

3.7.3.1.9.4.12 *Système de coordonnées.* Le système de coordonnées du BDS est le système de coordonnées du système BeiDou (BDCS).

*Note.*— Le BDCS est décrit en détail dans l'Appendice B, § 3.1.4.5.


3.7.3.1.4.13 *Données de navigation.* Les données de navigation transmises par chaque satellite comprennent les informations nécessaires pour déterminer les éléments suivants :

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

3.7.3.2 (Réservé)





 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Texte réglementaire      Page REG- 26 de 32</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	--

### 3.7.3.4 **Système de renforcement satellitaire (SBAS)**

*Note.— Tous les systèmes SBAS doivent satisfaire aux spécifications de la présente section et à celles de l'Appendice B, § 3.5, sauf lorsqu'une condition particulière est indiquée, comme la fourniture de fonctions facultatives.*

**3.7.3.4.1 Performances.** L'ensemble constitué, d'une part, du système SBAS et d'un ou de plusieurs autres éléments du GNSS, et, d'autre part, d'un récepteur exempt de défauts, doit répondre aux spécifications de précision, d'intégrité, de continuité et de disponibilité énoncées au § 3.7.2.4 pour les divers types d'opérations, dans toute la zone de service correspondante (voir § 3.7.3.4.4).

*Note.— Le SBAS complète la ou les constellations satellitaires de base, puisqu'il accroît la précision, l'intégrité, la continuité et la disponibilité des signaux de navigation dans les zones de service, lesquelles comprennent généralement plusieurs aérodromes.*

**3.7.3.4.1.1** L'ensemble constitué, d'une part, du système SBAS et d'un ou de plusieurs autres éléments du GNSS et, d'autre part, d'un récepteur exempt de défauts, doit répondre à toutes les spécifications d'intégrité des signaux électromagnétiques énoncées au § 3.7.2.4, dans toute la zone de couverture du SBAS.

*Note.— Dans le cas du SBAS L1, les messages de type 27 ou 28 peuvent être utilisés pour satisfaire aux spécifications d'intégrité dans la zone de couverture. Des éléments supplémentaires sur la justification et l'interprétation de cette spécification figurent dans le Supplément D, § 3.3 et 6.2.3.*

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

a) *mesure de distance SBAS L1* : fournir un signal de mesure de distance L1 supplémentaire assorti d'un indicateur de précision transmis par un satellite SBAS (§ 3.7.3.4.3 et Appendice B, § 3.5.7.2) ;

b) *état des satellites GNSS SBAS L1* : déterminer et transmettre l'état des satellites GNSS (Appendice B, § 3.5.7.3) ;

c) *correction différentielle de base SBAS L1* : fournir les corrections d'éphémérides des satellites GNSS et d'horloge (à court ou à long terme) à appliquer aux mesures de pseudodistance L1 effectuées par les satellites (Appendice B, § 3.5.7.4) ;

d) *correction différentielle précise SBAS L1* : déterminer et transmettre les corrections ionosphériques L1 et les données d'intégrité correspondantes (Appendice B, § 3.5.7.5) ;

e) *mesure de distance SBAS multiconstellations double fréquence (DFMC)* : fournir un moyen supplémentaire de mesure de distance sans le retard ionosphérique en utilisant les signaux L1 et L5 de satellites SBAS (Appendice B, § 3.5.14.2) ;

f) *correction différentielle sans le retard ionosphérique SBAS DFMC* : déterminer et transmettre l'état des satellites GNSS, les corrections d'éphémérides des satellites et d'horloge à appliquer aux mesures de pseudodistance sans le retard ionosphérique effectuées par les satellites (Appendice B, § 3.5.14.3) ainsi que les données d'intégrité correspondantes.



*Note 1.— Pour les utilisateurs d'une seule fréquence, si les fonctions b) et c) sont assurées, l'ensemble composé du SBAS et de la ou des constellations satellitaires de base peut prendre en charge les types d'opérations « départ », « en route », « région terminale » et « approche classique », et si la fonction d) est elle aussi assurée, le SBAS peut alors également prendre en charge les approches de précision, y compris celles de catégorie I. Le niveau de performance qu'il est possible d'obtenir dépend de l'infrastructure incorporée dans le SBAS et des conditions ionosphériques dans les régions géographiques visées.*

*Note 2.— Pour les utilisateurs de deux fréquences, si la fonction f) est assurée, l'ensemble composé du SBAS et de la ou des constellations satellitaires de base peut prendre en charge les types d'opérations « départ », « en route », « région terminale », « approche classique » et « approche de précision », y compris celles de catégorie I.*

*Note 3.— Pour assurer la fonction e), le SBAS doit produire un signal L1 qui répond aux spécifications relatives aux mesures de distance sans le retard ionosphérique utilisant les mesures de pseudodistance L1 et L5.*

*Note 4.— Les corrections ionosphériques sont transmises seulement sur la fréquence L1. Les utilisateurs de deux fréquences feront appel aux mesures de pseudodistance sans le retard ionosphérique et n'auront pas besoin de telles corrections. La combinaison de pseudodistances sans le retard ionosphérique SBAS DFMC est définie plus avant à l'Appendice B, § 3.5.15.1.*

**3.7.3.4.3 Mesure de distance.** Lorsque le SBAS assure un service de télémétrie, les spécifications suivantes s'appliquent :

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

**3.7.3.4.3.2** La probabilité pour que l'erreur en distance SBAS L1 excède 150 m (490 ft) au cours d'une heure ne doit pas dépassera  $10^{-5}$ .

**3.7.3.4.3.3** La probabilité de défaillance de la fonction de mesure de distance d'un satellite SBAS ne doit pas excéder  $10^{-3}$ .

**3.7.3.4.3.4** L'erreur sur le taux de variation de la distance ne doit pas dépasser 2 m/s (6,6 ft).

**3.7.3.4.3.5** L'erreur sur l'accélération ne doit pas dépasser 0,019 m/s<sup>2</sup> (0,06 ft).

**3.7.3.4.4 Zone de service.** Une zone de service SBAS pour tout type d'opérations approuvées doit être une zone déclarée à l'intérieur de la zone de couverture du SBAS, dans laquelle le SBAS est conforme aux spécifications correspondantes du § 3.7.2.4.

*Note 1.— Un système SBAS peut avoir différentes zones de service qui correspondent à différents types d'opérations (p. ex. opérations APV-I, catégorie I, etc.).*

*Note 2.— La zone de couverture est la zone dans laquelle il est possible de recevoir les diffusions du SBAS (c'est-à-dire les empreintes combinées des satellites SBAS).*

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

**3.7.3.4.5 Caractéristiques radioélectriques du signal SBAS L1**



















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.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**AMENDEMENT 5 DU RAS 10**  
**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**  
**Volume I**  
**Aides radio à la navigation**

Appendice B  
139

Page APP B-4 de

Edition

2

Date

Octobre 2023



3.1.1.1.2.6.1 *Heure de la semaine (TOW)*. Le nombre binaire constitué par les 19 bits de poids faible du compte Z représente l'heure de la semaine (TOW) et il est, par définition, égal au nombre d'impulsions de 1,5 s générées depuis le dernier changement de semaine. Le compte TOW doit avoir un cycle court, allant de 0 à 403 199 impulsions de 1,5 s (= une semaine complète), et il doit être remis à zéro à la fin de chaque semaine. L'état 0 du compte TOW doit être l'impulsion de 1,5 s qui coïncide avec le début de la semaine en cours. Une version tronquée du compte TOW, formée des 17 bits de poids fort, doit faire partie du mot de transfert (HOW) du train de données sur la liaison descendante L1 ; la Figure B-5 précise le lien entre le compte TOW intégral et sa version tronquée dans le mot HOW.

*Note.*— *L'impulsion de changement de semaine se produit (approximativement) à minuit le samedi, soit le dimanche à 0000 sur l'échelle UTC, qui a pour référence le méridien de Greenwich.*

3.1.1.1.2.6.2 *Compte de semaines*. Les 10 bits de poids fort du compte Z forment la représentation binaire du numéro séquentiel attribué à la semaine GPS en cours (modulo 1 024). La plage de valeurs doit s'étendre de 0 à 1 023. La valeur 0 doit coïncider avec la semaine débutant par l'impulsion de 1,5 s générée (approximativement) à l'heure 0 UTC (§ 3.1.4). À l'expiration de la semaine GPS numéro 1 023, le compte doit reprendre à zéro. L'utilisateur doit tenir compte des 1 024 semaines précédentes converties en dates du calendrier à partir du temps GPS.

### 3.1.1.1.3 DESCRIPTION DES DONNEES

3.1.1.1.3.1 *Sous-trame 1. Données d'horloge et d'état de fonctionnement du satellite*. Les mots 3 à 10 de la sous-trame 1 doivent contenir les paramètres d'horloge et autres données spécifiés au Tableau B-1. Les paramètres de chaque ensemble de données doivent être valides durant l'intervalle de temps pendant lequel ils sont transmis, et doivent le rester pendant un certain temps après le début de la transmission de l'ensemble de données suivant.

3.1.1.1.3.1.1 *Numéro de semaine*. Les 10 bits de poids fort du mot 3 doivent être formés des 10 bits de poids fort du compte Z sur 29 bits et doivent représenter le numéro de la semaine GPS en cours correspondant au début de l'intervalle de transmission des données. La semaine zéro doit être désignée par les 10 bits à 0. Le numéro de semaine GPS doit être incrémenté à chaque impulsion marquant le passage d'une semaine à la suivante.


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

Paramètre	Nombre de bits**	Echelle (LSB)	Plage effective***	Unités
N° de semaine	10	1		semaines
Précision du satellite	4			
Etat de fonctionnement du satellite	6	1		discrètes
T <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.



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B 139	Page APP B-7 de  2 Octobre 2023
		Edition Date	

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*).

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

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 contiendront les données énumérées dans le Tableau B-Y.

*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*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**AMENDEMENT 5 DU RAS 10**  
**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**  
**Volume I**  
**Aides radio à la navigation**

Appendice B  
139

Page APP B-8 de

Edition

2

Date

Octobre 2023

*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.*

[*Note rédactionnelle.— Supprimer le reste des § 3.1.1.3.3 à 3.1.1.3.3.9 existants et insérer les nouveaux paragraphes à partir de 3.1.1.1.4 au tableau B-L5-4, comme suit.*]



**Tableau B-3. Erreur de distance pour l'utilisateur**

Indice URA	URA (mètres)	URA nominale	IAURA correspondante
0	0,00 < URA ≤ 2,40	2 m	2,40 m
1	2,40 < URA ≤ 3,40	2,8 m	3,40 m
2	3,40 < URA ≤ 4,85	4 m	4,85 m
3	4,85 < URA ≤ 6,85	5,7 m	6,85 m
4	6,85 < URA ≤ 9,65	8 m	9,65 m
5	9,65 < URA ≤ 13,65	11,3 m	13,65 m
6	13,65 < URA ≤ 24,00	16 m	24,00 m
7	24,00 < URA ≤ 48,00	32 m	48,00 m
8	48,00 < URA ≤ 96,00	64 m	96,00 m
9	96,00 < URA ≤ 192,00	128 m	192,00 m
10	192,00 < URA ≤ 384,00	256 m	384,00 m
11	384,00 < URA ≤ 768,00	512 m	768,00 m
12	768,00 < URA ≤ 1 536,00	1 024 m	1 536,00 m
13	1 536,00 < URA ≤ 3 072,00	2 048 m	3 072,00 m
14	3 072,00 < URA ≤ 6 144,00	4 096 m	6 144,00 m
15	6 144,00 < URA	Aucune prédiction de précision n'est disponible — les utilisateurs du SPS sont informés qu'ils utilisent le satellite à leurs propres risques)	Sans objet.

**Tableau B-X. Codes d'état de fonctionnement des composantes du signal du satellite**

MSB				LSB	Indication
0	0	0	0	0	TOUS LES SIGNAUX SONT CORRECTS
1	1	1	0	0	LE SATELLITE EST TEMPORAIREMENT HORS SERVICE — Ne pas utiliser ce satellite durant ce passage
1	1	1	0	1	LE SATELLITE VA ÊTRE TEMPORAIREMENT HORS SERVICE — Utiliser les données avec circonspection
1	1	1	1	0	UN OU PLUSIEURS SIGNAUX SONT DÉFORMÉS*, MAIS LES PARAMÈTRES PERTINENTS DE L'URA SONT VALIDES
1	1	1	1	1	ANOMALIES MULTIPLES PRÉSENTES (autres que les anomalies ou conditions qui entraîneraient une des deux pannes temporaires de satellite telles que codifiées ci-dessus)
Toutes les autres combinaisons					LE SATELLITE A DU MAL À MODULER CONVENABLEMENT LE CODE ET/OU À TRANSMETTRE LES SIGNAUX À LA PUISSANCE VOULUE. L'utilisateur peut ne pas être en mesure d'acquiescer 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.





**Table B-Y. 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
<p>* 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.</p> <p>** Page non destinée à l'aviation.</p>		

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

Mot	Bit
3	11 – 12
4	1 – 24
5	1 – 24
6	1 – 24
7	1 – 16



**Tableau B-5. Données d'éphémérides**

$M_0$	Anomalie moyenne au temps de référence
$\Delta n$	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*	$2^{-5}$		mètres
$\Delta_n$	16*	$2^{-43}$		demi-cercles/s
$M_0$	32*	$2^{-31}$		demi-cercles
$C_{uc}$	16*	$2^{-29}$		radians
e	32	$2^{-33}$	0,33	(sans dimension)
$C_{us}$	16*	$2^{-29}$		radians
$\sqrt{A}$	32	$2^{-19}$	2 530 à 8 192	mètres <sup>1/2</sup>
$t_{oe}$	16	$2^4$	604 784	secondes
$C_{ic}$	16*	$2^{-29}$		radians
OMEGA <sub>0</sub>	32*	$2^{-31}$		demi-cercles
$C_{is}$	16*	$2^{-29}$		radians
$i_0$	32*	$2^{-31}$		demi-cercles
$C_{\pi}$	16*	$2^{-5}$		mètres
$\omega$	32*	$2^{-31}$		demi-cercles
OMEGADOT	24*	$2^{-43}$	-6.33 × 10 <sup>-7</sup> à 0	demi-cercles/s
iDOT	14*	$2^{-43}$		demi-cercles/s

\* En complément à 2, le bit de signe (+ ou -) étant le bit de poids fort (MSB).

\*\* Le détail de la séquence de bits est donné à la figure B-6.

\*\*\* Sauf indication contraire, c'est la limite supérieure de la plage de valeurs qui figure dans cette colonne, soit la valeur maximale pouvant être atteinte, compte tenu du nombre de bits et de l'échelle indiqués.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**AMENDEMENT 5 DU RAS 10**  
**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**  
**Volume I**  
**Aides radio à la navigation**

Appendice B  
139  
Edition  
Date

Page APP B-13 de  
2  
Octobre 2023

---

---

---

---

---



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**AMENDEMENT 5 DU RAS 10**  
**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**  
**Volume I**  
**Aides radio à la navigation**

Appendice B  
139

Page APP B-14 de

Edition

2

Date

Octobre 2023

---

---

---

---

---

---

---



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**AMENDEMENT 5 DU RAS 10**  
**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**  
**Volume I**  
**Aides radio à la navigation**

Appendice B  
139

Page APP B-15 de

Edition

2

Date

Octobre 2023

3

---

---

---



### 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-L5-1).

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

**Tableau B-L5-1. 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-la et lb. 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

b) XBI<sub>i</sub> et XBQ<sub>i</sub> :  $X^{13} + X^{12} + X^8 + X^7 + X^6 + X^4 + X^3 + X + 1$ .

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-17 de 139 Edition 2 Date Octobre 2023
--	---	---

*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 XBli et XBQi seront synchronisés avec le code XA.

3.1.1.1.4.8 *Temps de propagation de groupe différentiel.* La valeur absolue du temps de propagation différentiel moyen entre les signaux L1 et L5 rayonnés ne 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-L5-2.

*Note. — Voir l'IS-GPS-705F pour plus de détails sur la teneur et l'application des données contenues dans chaque type de message.*







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-L5-3. Précision de distance pour l'utilisateur dépendante de l'angle de site  $URA_{ED}$

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



**Tableau B-L5-4. Précision de distance pour l'utilisateur non dépendante de l'angle de site  $UR_{NED0}$**

Indice $UR_{NED0}$	$UR_{NED0}$ (m)
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





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-15.

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

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

où :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$t = 4,32 \times 10^4 \lambda_i + \text{temps GPS (secondes)}$  où :  $0 \leq t < 86\,400$ , donc :





### 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-L5-5.

*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-L5-3, 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)



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

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

où :

$t$  = temps du système GPS

$WN$ ,  $WN_{op}$ ,  $t_{op}$ ,  $URA_{NED0}$ ,  $URA_{NED1}$ ,  $URA_{NED2}$  sont obtenus à partir des messages de types 10, 30 à 37, et du Tableau B-L5-4.

### 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,

$PR_i$  = pseudodistance mesurée sur le canal indiqué par l'indice,

$ISC_i$  = correction entre signaux pour le canal indiqué par l'indice fournie dans le message CNAV de type 30,

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

$c$  = vitesse de la lumière, et

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





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.

**Tableau B-L5-5. 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
$\Delta n_A = \Delta n_0 + \frac{1}{2}\dot{\Delta n}_0 t_k$	Différence entre le mouvement moyen et la valeur calculée
$n_A = n_0 + \Delta n_A$	Mouvement moyen corrigé
$M_k = M_0 + n_A t_k$	Anomalie moyenne
$M_k = E_k - e_n \sin E_k$	Équation de Kepler pour l'anomalie excentrique (peut être résolue par itération)
$v_k = \tan^{-1} \left\{ \frac{\sin v_k}{\cos v_k} \right\} = \tan^{-1} \left\{ \frac{\sqrt{1 - e^2} \sin E_k / (1 - e \cos E_k)}{(\cos E_k - e) / (1 - e \cos E_k)} \right\}$	Anomalie vraie
$E_k = \cos^{-1} \left\{ \frac{e + \cos v_k}{1 + e \cos v_k} \right\}$	Anomalie excentrique
$\phi_k = v_k + \omega$	Argument de latitude



### Perturbations de la deuxième harmonique

$\delta u_k = C_{us-n} \sin 2\phi_k + C_{uc-n} \cos 2\phi_k$	Argument de correction de la latitude
$\delta r_k = C_{rc-n} \sin 2\phi_k + C_{rs-n} \sin 2\phi_k$	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
$i_k = i_0 + i_{0-n} t_k + \delta i_k$	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
$\left. \begin{aligned} x_k &= x'_k \cos \Omega_k - y'_k \sin \Omega_k \\ y_k &= x'_k \sin \Omega_k + y'_k \cos \Omega_k \\ z_k &= y'_k \sin i_k \end{aligned} \right\}$	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

### 3.1.1.3 ELEMENTS EMBARQUES

#### 3.1.1.3.1 RECEPTEUR GPS

##### 3.1.1.3.1.1 Réserve

[Note rédactionnelle.— Renommer les paragraphes 3.1.3.1.2 à 3.1.4 en 3.1.1.3.1.2 à 3.1.1.4. ]


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



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-29 de 139 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 »).

[*Note rédactionnelle.*— Renommer 3.1.2.1.1.1 à 3.1.2.1.1.5 les paragraphes existants 3.2.1.1.1 à 3.2.1.1.5.]

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 :

$k = -7, \dots, 0, 1, \dots, 6$ . 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-16 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  $1\,242,9375 - 1\,251,6875 \text{ MHz} \pm 0,511 \text{ MHz}$ , 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 :





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.

**Tableau B-16. 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



 <p data-bbox="220 235 502 315">Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p data-bbox="550 145 1002 315"> <b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b>  <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>  <b>Volume I</b>  <b>Aides radio à la navigation</b> </p>	<p data-bbox="1024 168 1489 309"> Appendice B Page APP B-33 de  139  Edition 2  Date Octobre 2023 </p>
--	---	--

3.1.2.1.3.6 *Séquencement des paramètres d'almanach.* Les mots contenant les données d'almanach doivent être ordonnés conformément au Tableau B-21.

### 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.*

*[Note rédactionnelle.— Renommer 3.1.2.1.4.1 à 3.1.2.1.4.3 les paragraphes existants 3.2.1.4.1 à 3.2.1.4.3, et remplacer le renvoi au Supplément D, 4.2.7.1 figurant au § 3.2.1.4.1 par le renvoi au Supplément D, 4.1.2.7.1.*

]

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-17A :

(...)

*Note.— Le Supplément D, § 4.1.2.7.1, montre comment transformer les données sur la date du jour de NT en format commun (aa/mm/jj).*

(...)

3.1.2.1.4.2 *Paramètres de données supplémentaires.* Les paramètres des données supplémentaires sont définis dans les Tableaux B-17A à B-18A.

3.1.2.1.4.3 *Emplacement des données supplémentaires dans la trame de navigation GLONASS-M.* L'emplacement des données supplémentaires dans la trame de navigation GLONASS-M est défini dans le Tableau B-18A.

*[Note rédactionnelle.— Insérer les nouveaux paragraphes 3.1.2.1.5 à 3.1.2.1.7 suivants : ]*

### 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-7A.

*Note.— Le signal L1SC, qui est un signal de navigation sécurisé AMRC transmis dans la bande de fréquence L1, n'est pas utilisé en aviation.*





3.1.2.1.5.2 Le signal L3OC comprend des composantes L3OCd (dite données) et L3OCp (dite pilote) de niveau de puissance égal. Ces composantes occupent en quadrature de phase les voies I et Q, respectivement. Le signal L3OCd devance le signal L3OCp par  $\pi/2$ -radians, comme il est indiqué à la Figure B-7A.

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.





**Tableau B-19A. 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



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-7C. 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-7D.

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-8A. 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-19B.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU 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 139
		Edition      2 Date      Octobre 2023

**Tableau B-19B. 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 »)
$I^j$	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 L3OCd : 00 – aucune correction prévue ; 01 – ajout de 1 s à la durée du jour ; 10 – décision d'un avis de correction en attente ; 11 – soustraction de 1 s de la durée du jour.
A	1	1	0, 1	–	Indication de la correction du temps du signal L3OCd à la fin de la chaîne suivante : A = 0 – aucune correction prévue ; A = 1 – correction prévue. La combinaison de A = 1 et de KP = 11 dans la chaîne transmise indique que la chaîne suivante sera une chaîne anormale de type 1 d'une durée de 1 s. La combinaison de A = 1 et de KP = 01 dans la chaîne transmise indique que la chaîne suivante sera une chaîne anormale de type 2 d'une durée de 3 s.
CRC	24	1	Bits de contrôle du code redondant		

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



Les chaînes de type 1 servent à indiquer les corrections par seconde intercalaire du temps du signal L3OCd lorsque la durée du jour est réduite de 1 s. Les chaînes de type 1 sont constituées de champs de service de 57 bits, d'un champ de données de 119 bits et d'un champ de service CRC de 24 bits, comme il est indiqué à la Figure B-8B. 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-8C.

3.1.2.1.6.5.5 *Chaînes nominales du code CRC du signal L3OCd.* Le polynôme générateur du code CRC (300,276) est le suivant :

$$g(X) = 1 + X + X^3 + X^4 + X^5 + X^6 + X^7 + X^{10} + X^{11} + X^{14} + X^{17} + X^{18} + X^{23} + X^{24}$$

Un bloc de données de 276 bits est transmis à l'entrée du codeur (commençant avec le premier bit du préambule et finissant avec le 219e bit du champ de données). A la sortie du codeur, un bloc codé de 300 bits est généré 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-20A.

*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-20A. Teneur des données selon les types de chaînes du signal L10Cd**

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 L30Cd contiennent les données indiquées dans le Tableau B-20B.

*Note.— D'autres informations concernant la teneur des données comprises dans les champs de service et de données du signal L30Cd figurent dans le document GLONASS CDMA ICD L3 band.*

**Tableau B-20B. Teneur des données selon les types de chaînes du signal L30Cd**

Type de chaîne	Teneur
10, 11, 12	Données immédiates (éphémérides, temps, état de fonctionnement, $F_E$ , $F_T$ )
20	Almanach
25	Paramètres de la rotation terrestre, du modèle ionosphérique et du modèle d'écart du temps UTC(SU) et du temps atomique international (TAI)
16	Paramètres d'attitude du SV durant les manœuvres de virage midi/minuit
31, 32	Paramètre du modèle dynamique à long terme
60	Messages texte
0	Chaîne réservée aux tâches technologiques. N'est pas utilisée par les récepteurs utilisateurs.
1	Chaîne anormale utilisée au moment de la correction par seconde intercalaire (-1 s)
2	Chaîne anormale utilisée au moment de la correction par seconde intercalaire (+1 s)

*Note : Les chaînes de types 10, 11 et 12 forment un paquet de données ; la chaîne de type 11 suit donc toujours la chaîne de type 10 et la chaîne de type 12 suit toujours la chaîne de type 11.*





**3.1.2.1.7.3 Champs  $F_E$ ,  $F_T$  relatifs aux facteurs de précision.** Les champs  $F_E$  et  $F_T$  indiquent les erreurs de pseudodistance équivalentes ( $\sigma$ ) liées aux éphémérides et aux paramètres d'horloge du satellite transmetteur. Le Tableau B-21C donne les valeurs des champs  $F_E$  et  $F_T$  et des erreurs correspondantes.

**Table B-21C. 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-22 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-22). 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.

(...)

### 3.1.2.2.2 PARAMÈTRES DE CORRECTION D'HORLOGE DU SATELLITE

3.1.2.2.2.1 Le temps système du GLONASS est déterminé au moyen des données AMRF, selon la formule suivante :

$$t_{\text{GLONASS}} = t_k + \tau_n(t_b) - \gamma_n(t_b)(t_k - t_b)$$

$t_k$ ,  $\tau_n(t_b)$  et  $\gamma_n(t_b)$  sont les paramètres décrits au § 3.1.2.1.3.1.

3.1.2.2.2.2 Le temps système GLONASS est déterminé au moyen des données AMRC, selon la formule suivante :

$$t_{\text{GLONASS}} = \text{mod}_{86400} \left[ T_{ST\{signal\}}^j + \tau^j(t_b) - \Delta t_b \cdot \gamma^j(t_b) - \Delta t_b^2 \cdot \beta^j(t_b) \right]$$

$$\Delta t_b = \frac{T_{ST\{signal\}}^j + \tau^j(t_b) + \tau_c(t_b) - t_b - \left\langle \left\langle \frac{T_{ST\{signal\}}^j + \tau^j(t_b) + \tau_c(t_b) - t_b}{86400} \right\rangle \right\rangle \cdot 86400}{1 + \gamma^j(t_b) - \dot{\tau}_c(t_b)}$$

$\tau^j(t_b)$ ,  $\gamma^j(t_b)$ ,  $\beta^j(t_b)$ ,  $\tau_c(t_b)$ ,  $\dot{\tau}_c(t_b)$  où :

$T_{ST\{signal\}}^j$  est le temps du signal reçu du satellite j ; et

sont les paramètres transmis par les signaux AMRC dans les chaînes de types 10, 11 et 12, comme il est indiqué dans le Tableau B-20A et le Tableau B-20B.

3.1.2.2.2.3 L'écart entre le temps système GLONASS et l'échelle de temps nationale UTC-SU (fournie par les services spécialisés de la Fédération de Russie) est déterminé au moyen des données AMRF selon la formule suivante :

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

$\tau_c$  étant le paramètre décrit au § 3.1.2.1.3.4.

La quantité « 03 heures 00 minute » correspond à l'écart entre l'heure de Moscou et celle de Greenwich.

3.1.2.2.2.4 L'écart entre le temps système GLONASS et l'échelle de temps UTC-SU est





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

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

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

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

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

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

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 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

où :













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 GAL-1.

*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 GAL-1.

*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 GAL-1.

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

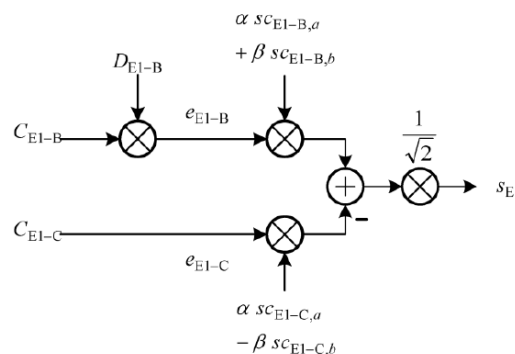


Figure GAL-1. Schéma de modulation CBOC pour le signal E1

3.1.3.1.1.3 *Caractéristiques radioélectriques des signaux E5a et E5b*


3.1.3.1.1.3.1 *Composantes du signal E5a.* Le signal E5a comprend deux composantes de signal : la composante de données de navigation E5a-I avec un débit de symboles de données de navigation de 50 symboles à la seconde et la composante pilote E5a-Q.

3.1.3.1.1.3.2 *Partage de la puissance du signal E5a.* La puissance du signal E5a est partagée également entre les composantes E5a-I et E5a-Q.

3.1.3.1.1.3.3 *Code de mesure de distance de la composante E5a-I (CE5a-I).* Le code de mesure de distance de la composante E5a-I est un code de mesure de distance de 10,230 mégachips par seconde





 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B 139	Page APP B-53 de 2
		Edition Date	Octobre 2023

document Galileo OS SIS ICD.

### 3.1.3.1.2.1 Caractéristiques du message (F/NAV) transmis sur E5a-I

3.1.3.1.2.1.1 Le message sur E5a-I est transmis comme une séquence de trames comme il est indiqué dans la Figure GAL-3. La période de chaque trame dure 600 secondes. Chaque trame comprend 12 sous-trames de 50 secondes chacune. Chaque sous-trame comprend cinq pages de 10 secondes chacune.

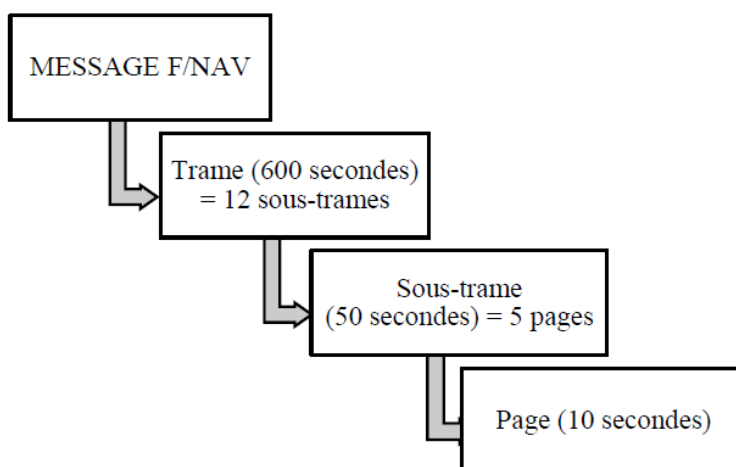


Figure GAL-3. Structure du message F/NAV

3.1.3.1.2.1.2 Structure de page. Chaque structure de page contient les éléments suivants structurés selon le modèle présenté dans le Tableau GAL-1 :

- 12 symboles du bloc de synchronisation
- 488 symboles entrelacés du bloc-message

Tableau GAL-1. Présentation de la page F/NAV

Sync.	Symboles F/NAV			Total (symboles)
12	488			500
	Mot du message F/NAV (bits)		Queue (bits)	Total (bits)
	Type de page	Données nav.	CRC	
	6	208	24	6
				244

3.1.3.1.2.1.3 Bloc de synchronisation. Le premier élément de chaque page est une séquence de synchronisation de 12 symboles. La séquence est « 101101110000 » avec le symbole du bloc-message émis en premier, et ajouté au début du champ des 488 symboles entrelacés du bloc-message après la procédure d'entrelacement décrite au § 3.1.3.1.2.1.6.

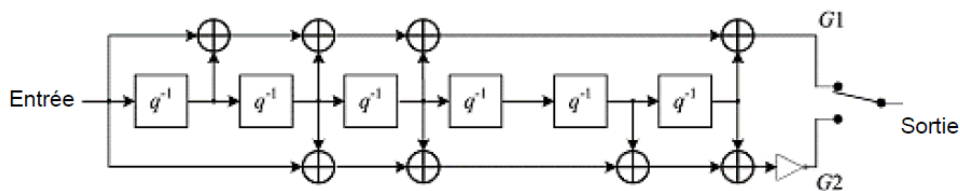
3.1.3.1.2.1.4 Mot du message F/NAV. Le mot du message contient 244 bits comprenant un type de page de 6 bits, un champ de données de 208 bits, un CRC de 24 bits et un champ de queue de 6 bits. Le



champ de queue de 6 bits est « 000000 ».

*Note.*— Des renseignements supplémentaires sur les mots du message figurent dans le document Galileo OS SIS ICD.

3.1.3.1.2.1.5 *Codage de la FEC du message F/NAV.* Un flot de données à 25 bits par seconde est codé à raison de deux symboles par bit, selon un codage à convolution de longueur de contrainte 7, afin de générer 50 symboles par seconde. Le circuit logique du codeur à convolution doit être conforme à la Figure GAL-4, 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 GAL-4. 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 GAL-2.

**Tableau GAL-2. 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 GAL-5. 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.



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B Page APP B-56 de 139	2
		Edition Date	Octobre 2023

**Tableau GAL-3. Présentation de la sous-page I/NAV**

Sync.	Symboles de la sous-page I/NAV (paire ou impaire)		Total (symboles)
10	240		250
	Bits de la sous-page I/NAV (paire ou impaire)	Queue (bits)	Total (bits)
	114	6	120

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 GAL-4. 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 GAL-4. 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 GAL-4. 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.*

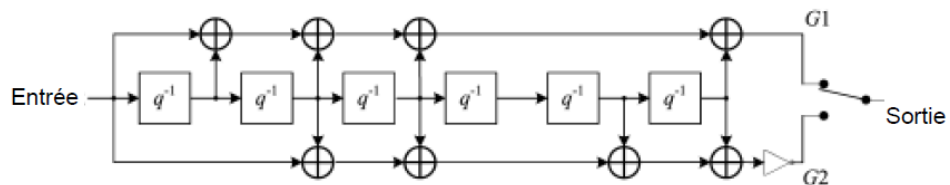
*Note 2.— Le champ du type de page (1 bit) égal à 0 indique le type de page nominale.*





*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 GAL-6, 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 GAL-6. Schéma de codage à convolution**

**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 GAL-5.

**Tableau GAL-5. 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>

**3.1.3.1.2.2.11 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 GAL 6.

*Note 1.— Les sous-trames impaires comprennent le type de page 5 et les sous-trames paires, le type de page 6. Cela permet la transmission des almanachs pour trois satellites dans deux sous-trames successives (100 secondes).*

*Note 2.— le paramètre k désigne le « satellite numéro 1 », k+1 désigne le « satellite numéro 2 », etc. Ce n'est pas un paramètre de données de navigation. k est fixé par le système de contrôle de Galileo. La trame complète du message F/NAV (12 sous-trames) peut transmettre les almanachs pour 18 satellites, selon la séquence indiquée dans le document Galileo OS SIS ICD, § 4.2.3.*

*Note 3.— Des renseignements supplémentaires sur l'attribution de bit des différents types de page du message F/NAV figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 4.2.4.*

**Tableau GAL-6. Teneur des types de page du signal E5a-I (F/NAV)**

Type de page	Teneur de la page
Sous-trame impaire	1 IODnav, SVID, correction d'horloge, indice de précision du SIS (SISA), correction des effets ionosphériques, temps de propagation de groupe diffusé (BGD), état de fonctionnement du signal (SHS), temps système Galileo (GST) et état de validité des données (DVS)
	2 IODnav, éphémérides (1/3) et GST
	3 IODnav, éphémérides (2/3) et GST
	4 IODnav, éphémérides (3/3), conversion GST-UTC, conversion GST-GPS et temps de la semaine (TOW)
	5 IODa, numéro de semaine de l'almanach, temps de référence de l'almanach, almanach pour satellite $k+3(n-1)/2$ et almanach pour satellite $(k+1)+3(n-1)/2$ partie 1 ; où n est le numéro de la sous-trame
Sous-trame paire	1 IODnav, SVID, correction d'horloge, SISA, correction des effets ionosphériques, BGD, SHS, GST et DVS
	2 IODnav, éphémérides (1/3) et GST
	3 IODnav, éphémérides (2/3) et GST
	4 IODnav, éphémérides (3/3), conversion GST-UTC, conversion GST-GPS et temps de la semaine (TOW)
	6 IODa, almanach pour satellite $(k+1)+3(n-2)/2$ partie 2 et almanach pour satellite $(k+2)+3(n-2)/2$ ; où n est le numéro de la sous-trame


3.1.3.1.3.2 La teneur des types de mot du signal E1-B (I/NAV) est décrite dans le Tableau GAL-7.

*Note 1.— Des renseignements supplémentaires sur la présentation de la sous-trame nominale du message I/NAV figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 4.3.3.*

*Note 2.— Le paramètre k change toutes les deux sous-trames (c'est-à-dire que les sous-trames 1 et 2 ont le même paramètre k, les sous-trames 3 et 4 ont le même paramètre suivant, etc.). La trame complète du message I/NAV (24 sous-trames) peut transmettre les almanachs pour 36 satellites, selon la séquence indiquée dans le document Galileo OS SIS ICD, § 4.3.4.*

*Note 3.— Des renseignements supplémentaires sur l'attribution de bit des différents types de mot du message I/NAV figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 4.3.5.*



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-60 de 139
		Edition      2 Date      Octobre 2023

**Tableau GAL-8. 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 GAL-9.

**Tableau GAL-9. 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 GAL-10.*

**Tableau GAL-10. 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 GAL-11.*

**Tableau GAL-11. 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 GAL-12.*

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b>  <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-61 de 139</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	---	--

**Tableau GAL-12. 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 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*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

AMENDEMENT 5 DU RAS 10  
TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES  
Volume I  
Aides radio à la navigation

Appendice B Page APP B-62 de  
139  
Edition 2  
Date Octobre 2023

*minutes à trois heures.*

3.1.3.1.3.9 *Temps de la semaine (TOW) de Galileo.* Le temps de la semaine couvre une semaine entière de 0 à 604 799 secondes et est remis à zéro à la fin de chaque semaine.

*Note.— Le TOW est défini comme le nombre de secondes qui se sont passées depuis le dernier changement de semaine.*

3.1.3.1.3.10 *Numéro de semaine (WN) de Galileo.* Le numéro de semaine (WN) est composé de 12 bits, qui couvrent 4 096 semaines. Le compteur est remis à zéro pour couvrir une période supplémentaire (modulo 4 096).

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

### 3.1.3.2 DEFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNEES

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

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

où :

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

*Note.— Le code CRC est calculé conformément au § 3.9 du présent Appendice.*

3.1.3.2.1.1 Le champ données CRC du message F/NAV,  $M(X)$ , est calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$M(X) = \sum_1^{214} m_i X^{214-i} = m_1 X^{213} + m_2 X^{212} + \dots + m_{213} X + m_{214}$$

$M(X)$  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 :

$$M(X) = \sum_1^{113} m_{e,i+1} X^{194-i} + \sum_1^{81} m_{o,i+1} X^{81-i} \\ = m_{e,2} X^{193} + m_{e,3} X^{192} + \dots + m_{e,113} X^{82} + m_{e,114} X^{81} + m_{o,2} X^{80} + m_{o,3} X^{79} + \dots + m_{o,81} X \\ + m_{o,82}$$

$M(X)$  est formé des champs pair (e)/impair (o), des champs de type de page, des champs de mot de données (1/2 et 2/2), du champ réservé 1, du champ SAR (sur l'E1-B seulement) et des champs de réserve. En mode nominal, le CRC est calculé pour les sous-pages paires et impaires de la même fréquence et est toujours transmis dans la sous-page impaire.

3.1.3.2.2 *Paramètres de correction d'horloge du satellite.* Le décalage prévu de l'instant de









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:

$\Omega = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \omega_E)t_k - \omega_E t_{0e}$ $x' = r \cos u$ $y' = r \sin u$ $i = i_0 + \delta i + \frac{di}{dt} t_k$ $r = A(1 - e \cos E) + \delta r$ $u = \Phi + \delta u$ $A = (A^{1/2})^2$ $\delta r = C_{rs} \sin 2\Phi + C_{rc} \cos 2\Phi$ $\delta u = C_{us} \sin 2\Phi + C_{uc} \cos 2\Phi$ $\delta i = C_{is} \sin 2\Phi + C_{ic} \cos 2\Phi$ $\Phi = v + \omega$ $v = \tan^{-1} \left\{ \frac{\sin v / \cos v}{\cos v} \right\}$ $= \tan^{-1} \left\{ \frac{\sqrt{1 - e^2} \sin E / (1 - e \cos E)}{(\cos E - e) / (1 - e \cos E)} \right\}$ $t_k = t - s \Delta f t_{0e}$ $M = E - e \sin(E)$ $M = M_0 + n t_k$ $n = n_0 + \Delta n$	<p>longitude corrigée du nœud ascendant position dans le plan orbital position dans le plan orbital inclinaison corrigée</p> <p>rayon corrigé latitude corrigée demi-grand axe rayon corrigé correction en latitude inclinaison corrigée latitude anomalie vraie</p> <p><math>t</math> est le temps système Galileo et <math>t_k</math> est l'écart total réel entre le temps <math>t</math> et l'instant de l'impulsion <math>t_{0e}</math> (<math>t_{0e}</math> pour les almanachs) avec prise en compte des changements de semaine formule de Kepler donnant l'anomalie excentrique <math>E</math> anomalie moyenne déplacement moyen corrigé</p>
$n_0 = \sqrt{\mu / A^3}$ $M_0, \Delta n, e, A^{1/2}, \Omega_0, i_0, \omega, \dot{\Omega}, di/dt, C_{uc}, C_{us}, C_{rc}, C_{rs}, C_{ic}, C_{is}, t_{0e}$ $\pi = 3.1415926535898$ $\mu = 3.986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$ $\omega_E = 7.2921151467 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$ $c = 299792458 \text{ m/s}$	<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 rapport de la circonférence d'un cercle à son diamètre constante gravitationnelle géocentrique vitesse angulaire moyenne de la Terre 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.*

### 3.1.3.4 TEMPS

3.1.3.4.1 *Temps système Galileo (GST).* Le GST est une échelle de temps continu basée sur la définition de la seconde (selon le Système international d'unités, SI) dont l'origine/impulsion de référence [GST (T0)] est défini comme étant 13 secondes avant 1999-08-22 00 :00 :00 UTC. Le message de navigation de Galileo doit contenir tous les paramètres nécessaires pour convertir le temps GST en temps UTC.

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

### 3.1.3.5 SYSTEME DE COORDONNEES

3.1.3.5.1 Les éphémérides diffusées par le service ouvert de Galileo déterminent la position du centre de phase de l'antenne d'émission du satellite considéré dans le cadre de référence ECEF du repère de référence terrestre (GTRF) de Galileo.



3.1.3.5.2 La différence du GTRF par rapport à la dernière mise en œuvre physique du Repère international de référence terrestre (ITRF) ne doit pas dépasser 3 cm à 95 % mondialement.

Note 1.— *Le WGS-84 et le GTRF sont des réalisations de l'ITRF. La différence entre le GTRF et le WGS-84 utilisé dans le GPS n'est pas considérée comme importante pour l'aviation.*

Note 2.— *Des renseignements supplémentaires sur le GTRF figurent dans le Supplément D, § 4.1.3.10.*

[Note rédactionnelle.— Insérer le nouveau § 3.1.4 ci-après :]

### **3.1.4 Service ouvert (OS) du Système de navigation par satellite BeiDou (BDS)(B1I, B1C et B2a)**

#### **3.1.4.1 ELEMENTS NON EMBARQUES**

##### **3.1.4.1.1 CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES DU BDS**

Note.— *La présente section décrit les caractéristiques radioélectriques des signaux B1I, B1C et B2a du BDS transmis par les satellites en MEO et en IGSO du BDS-3.*

###### **3.1.4.1.1.1 Exigences communes aux signaux B1I, B1C et B2a**

3.1.4.1.1.1.1 *Bruit de la phase de la porteuse.* La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée B1I, B1C et B2a doit être telle qu'une boucle à verrouillage de phase de troisième ordre ayant une largeur de bande passante de bruit de 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision de 0,1 radian en moyenne quadratique.

3.1.4.1.1.1.2 *Rayonnement non essentiel.* Dans la largeur de bande attribuée du canal, la puissance du rayonnement non essentiel dans la bande doit être inférieure d'au moins 50 dB à la puissance de la porteuse non modulée B1I, B1C et B2a.

Note.— *La largeur de bande attribuée du canal au signal B1I est de 4,096 MHz. La largeur de bande attribuée au signal B1C est de 32,736 MHz. La largeur de bande attribuée au signal B2a est de 20,46 MHz.*

3.1.4.1.1.1.3 *Cohérence des données/du code.* Le bord de chaque symbole de données doit être aligné sur le bord du chip de code de mesure de distance correspondant, et l'heure du début du premier chip du code périodique de mesure de distance doit être aligné sur le bit du symbole de données. Les bords de chaque chip de code secondaire doivent être alignés sur les bords du chip de code primaire et l'heure du début de chaque chip de code primaire doit être alignée sur l'heure du début de chaque chip de code secondaire.

###### **3.1.4.1.1.2 Caractéristiques radioélectriques du signal B1I**

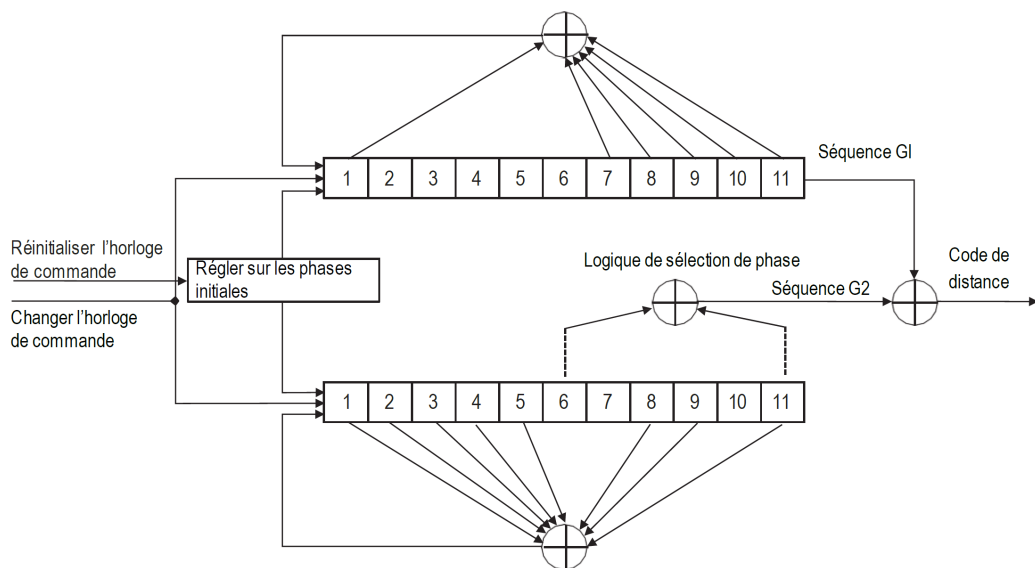
3.1.4.1.1.2.1 *Perte de corrélation du signal B1I.* La perte de corrélation due aux distorsions de la charge utile ne doit pas dépasser 0,6 dB pour le signal B1I.

3.1.4.1.1.2.2 *Code de mesure de distance du signal B1I.* La vitesse du code de mesure de distance du signal B1I doit être de 2,046 mégachips par seconde, et sa longueur doit être de 2 046 chips. Le code de mesure de distance du signal B1I (ci-après appelé CB1I) doit être un code Gold équilibré tronqué avec le



dernier chip. Le code Gold est généré au moyen de l'addition modulo 2 des séquences G1 et G2 qui sont respectivement dérivées de deux registres linéaires de 11 bits. Le générateur du CB11 est présenté dans la Figure B BDS-1.

Figure B BDS-1. Générateur du code de mesure de distance CB11



*Note.*— Des renseignements supplémentaires relatifs au code de mesure de distance du signal B11 figurent dans le document BeiDou Navigation Satellite System Signal In Space Interface Control Document, Open Service Signal B11 (version 3.0), daté de février 2019 (ci-après désigné « BDS OS B11 ICD »), section 4.3.

#### 3.1.4.1.1.3 Caractéristiques radioélectriques du signal B1C

3.1.4.1.1.3.1 *Perte de corrélation du signal B1C.* La perte de corrélation due aux distorsions de la charge utile ne doit pas dépasser 0,3 dB pour le signal B1C.


3.1.4.1.1.3.2 *Génération du signal B1C.* Le signal B1C a deux composantes, la composante de données B1C et la composante pilote B1C.

3.1.4.1.1.3.3 *Division de la puissance du signal B1C.* La puissance du signal B1C est divisée selon un rapport de 1 à 3 entre la composante de données B1C et la composante pilote B1C.

3.1.4.1.1.3.4 *Code de mesure de distance de la composante de données B1C ( $C_{B1C\_data}$ ).* La séquence du code de mesure de distance de la composante de données du signal B1C est un code primaire d'une longueur de 10 230 chips repris toutes les 10 millisecondes.

*Note.*— Des renseignements supplémentaires relatifs au code primaire de la composante de données du signal B1C figurent dans le document BDS OS B1C ICD, section 5.2.1.

3.1.4.1.1.3.5 *Code de mesure de distance de la composante pilote B1C ( $C_{B1C\_pilot}$ ).* La séquence

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p style="text-align: center;"><b>AMENDEMENT 5 DU 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-69 de 139</p> <p>Edition 2</p> <p>Date Octobre 2023</p>
--	---	---

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.

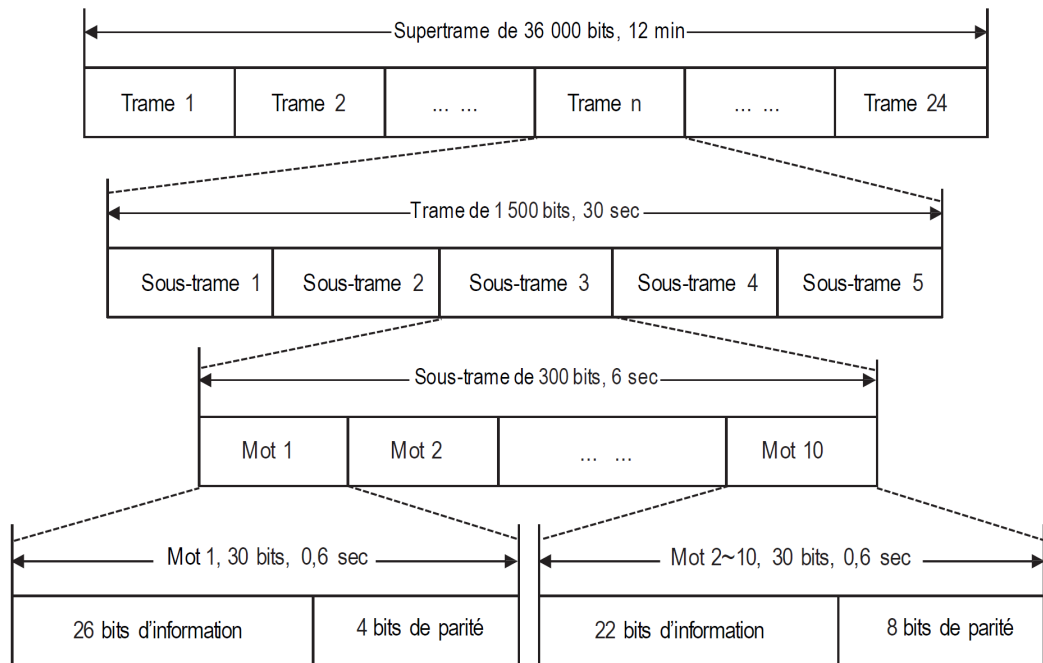
*Note.*— Des renseignements supplémentaires relatifs au code primaire et au code secondaire de la composante de données du signal B2a figurent dans le document BDS OS B2a ICD, sections 5.2.1 et 5.2.2.

**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.

*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 ( $C_{B2a\_data}$ ).





**Figure B BDS-2. 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 :

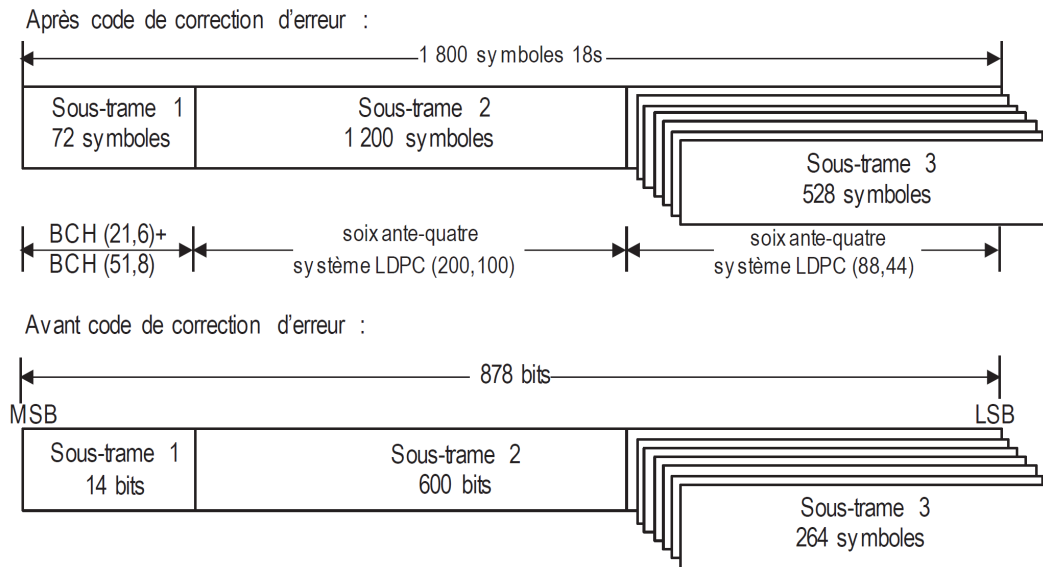
Code	001	010	011	100	101	110	111
Identification de la sous-trame	1	2	3	4	5	Réservé	Réservé

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-trame du message de navigation D1 contiennent les secondes de la semaine (SOW) de 20 bits définies comme étant le nombre de secondes écoulées depuis le dernier dimanche, à 00:00:00 BDT. Le décompte des SOW aura lieu au bord avant de la première impulsion du préambule (MSB) de la sous-trame.

3.1.4.1.2.1.9 *Bits réservés.* Les bits 12 à 15 de chaque sous-trame ou page d'une sous-trame sont réservés.

### 3.1.4.1.2.2 Caractéristiques du message B1C

3.1.4.1.2.2.1 **Généralités.** Le message de navigation B1C (message de navigation B-CNAV1) est transmis comme une séquence de trames. Chaque trame contient 1 800 symboles avec un débit de 100 symboles par seconde. Chaque trame comprend trois sous-trames dans la structure de base de la trame indiquée dans le Tableau B BDS-3.



**Figure B BDS-3. 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.

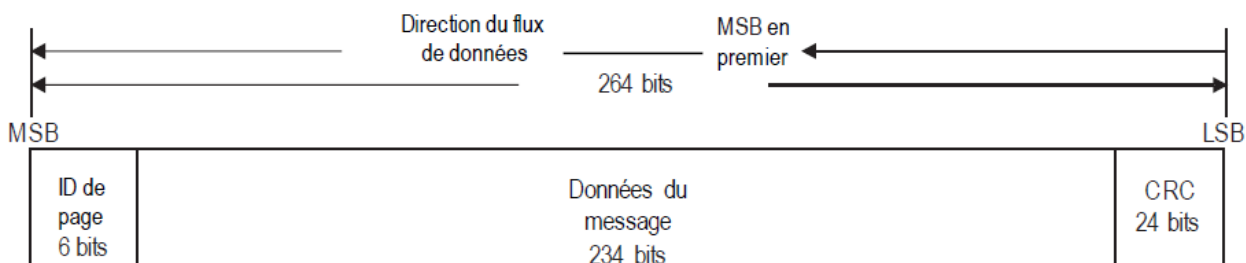
3.1.4.1.2.2.3 **Sous-trame 2.** La sous-trame 2 contient 600 bits avant le code de contrôle de parité à faible densité (LDPC). Les 576 bits de poids fort (MSB) de la sous-trame 2 sont pris en compte dans le calcul du CRC, et les 24 bits de poids faible (LSB) sont les bits de CRC correspondants. Après 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 BDS-4.

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





**Figure B BDS-4. Structure de la trame pour la sous-trame 3 du message B-CNAV1**

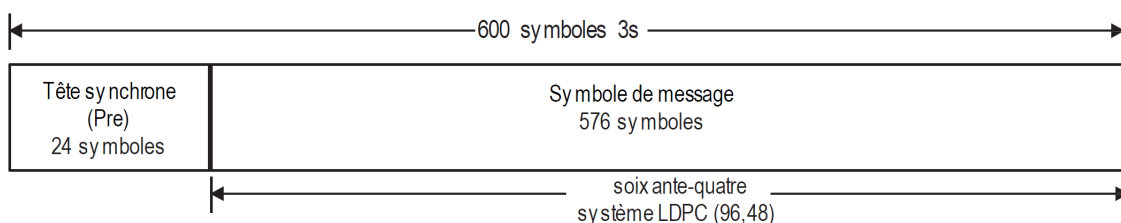
3.1.4.1.2.2.5 *Entrelacement.* Après codage, la sous-trame 2 et la sous-trame 3 sont combinées et entrelacées à l'aide d'un entrelaceur par bloc.

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

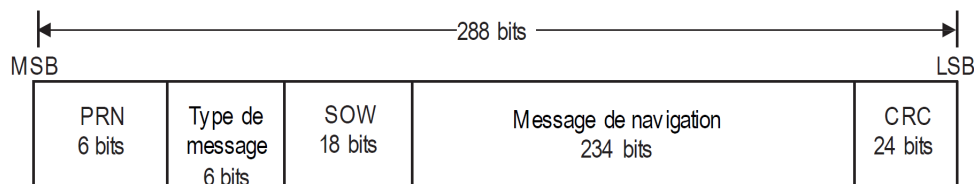
#### 3.1.4.1.2.3 *Caractéristiques du message B2a*

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 BDS-5.

Après codage de correction d'erreur :



Avant codage de correction d'erreur :




**Figure B BDS-5. 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>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-75 de 139
		Edition      2 Date      Octobre 2023

**Tableau B BDS-1. Contenu du message de navigation B1I D1**


Numéro de sous-trame	Numéro de page	Teneur des données
1	Sans objet	Numéro de semaine (WN), indice de précision de distance pour l'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	Sans objet	Paramètres d'éphémérides (1/2) ( $\sqrt{A}, e, \Delta n, M_0, C_{uc}, C_{us}, C_{rc}, C_{rs}$ )
3	Sans objet	Paramètres d'éphémérides (2/2) ( $t_{oe}, \omega, \Omega_0, \dot{\Omega}, i_0, IDOT, C_{ic}, C_{is}$ )
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 BDS-2.

**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.





 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Appendice B      Page APP B-78 de 139
		Edition      2 Date      Octobre 2023

**Tableau B BDS-4. Teneur en informations du message de navigation B1C**

Numéro de sous-trame	Teneur des données
1	PRN, SOH
2	WN, HOW, IODC (identification des données d'horloge), IODE (identification des éphémérides)
	Blocs de données* Éphémérides I* ( $t_{oe}$ , SatType, $\Delta A$ , $\dot{A}$ , $\Delta n_0$ , $\Delta \dot{n}_0$ , $M_0$ , $e$ , $\omega$ )
	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* ( $t_{oc}$ , $a_0$ , $a_1$ , $a_2$ )
	TGD <sub>B2ap</sub> , ISC <sub>B1Cd</sub> , TGD <sub>B1Cp</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)***, SISAloc, 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***, SISAloc*, WNa, $t_{oa}$ , almanach réduit*)
	Type de page 3 [PageID, HS, DIF, SIF, AIF, SISMAI***, SISAloc, 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.	













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 BDS-11.

*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 BDS-11. 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 BDS-12.

**Tableau B BDS-12. 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

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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-84 de  139  Edition 2  Date Octobre 2023</p>
--	---	--

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<sub>oe</sub>), ainsi que la précision du rayon de l'orbite du satellite et la précision de la correction d'horloge du satellite (SISA<sub>oc</sub>). Les paramètres de l'indice SISA ci-après sont utilisés pour calculer l'indice SISA<sub>oe</sub> et l'indice SISA<sub>oc</sub> 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<sub>oe</sub>, 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 BDS-12-1 ;

b) SISA<sub>ocb</sub>, 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 BDS-12-2 ;

c) SISA<sub>oc1</sub>, dont la valeur entière est comprise entre 0 et 7, indique la précision de la dérive de l'horloge du satellite ;

d) SISA<sub>oc2</sub>, 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 BDS-12-1. 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 BDS-12-2. 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



### 3.1.4.2 DEFINITION DES PROCOLES POUR L'APPLICATION DE DONNEES

*Note.— La présente section précise les relations entre les paramètres contenus dans les messages de données. Elle définit des paramètres qui ne sont pas transmis mais qui sont utilisés par les éléments embarqués ou non embarqués et qui définissent des termes appliqués pour déterminer la solution de navigation et son intégrité.*

#### 3.1.4.2.1 Algorithmes de parité

3.1.4.2.1.1 Le message D1 utilise le codage BCH (15,11,1) comme algorithmes de parité, comme l'indique le § 3.1.4.1.2.1.5.

3.1.4.2.1.2 Le message B-CNAV1 et le message B-CNAV2 utilisent un CRC de 24 bits. Le code CRC est calculé conformément aux indications du § 3.7, au moyen du polynôme générateur suivant :

$$G(X) = \sum_{i=0}^{24} g_i X^i$$

où  $G_i = 1$  pour 0, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 17, 18, 23, 24, et 0 autrement.

#### 3.1.4.2.2 PARAMÈTRES DE CORRECTION D'HORLOGE DU SATELLITE

3.1.4.2.2.1 Le temps  $t$  du système BDS est calculé comme suit :

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

où :

$t_{SV}$  = temps réel de la phase de code de mesure de distance du satellite en secondes à la transmission du message ;

$\Delta t_{SV}$  = déphasage de code de mesure de distance du satellite en secondes défini comme suit :

$$\Delta t_{SV} = a_0 + a_1(t - t_{oc}) + a_2(t - t_{oc})^2 + \Delta t_r$$

où :

$a_0$ ,  $a_1$  et  $a_2$  et  $t_{oc}$  sont des paramètres transmis dans la sous-trame 1 du message de navigation D1, dans la sous-trame 2 du message B-CNAV1 et des types de message 30, 31, 32, 33 et 34 du message B-CNAV2 ;

$\Delta t_r$  est l'effet de correction relativiste défini comme suit :

$$\Delta t_r = F \cdot e \cdot \sqrt{A} \cdot \sin E_k$$

où :

$e$ ,  $\sqrt{A}$ ,  $E_k$  sont des paramètres que l'on peut obtenir de la sous-trame 2 et de la sous-trame 3 du message de navigation D1, de la sous-trame 2 du message B-CNAV1 et des types de message 10 et 11 du message B-CNAV2 ;



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

$\mu = 3,986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$ , 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 BDS-13.

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 BDS-13. 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 BDS-14.

**Note 1.—** La position actuelle du satellite est définie au moyen des paramètres de calcul d'éphémérides. Les paramètres de calcul d'éphémérides ( $t_{oe}, SatType, \Delta A, \dot{A}, \Delta n_0, \Delta \dot{n}_0, M_0, e, \omega, \Omega_0, i_0, \dot{\Omega}, \dot{i}_0, C_{is}, C_{ic}, C_{rs}, C_{rc}, C_{us}, C_{uc}$ ) utilisés dans la solution de position des satellites B1C et B2a sont des paramètres transmis par les sous-trames 2 et 3 du message de navigation B-CNAV1 ou par les types 10 et 11 du message de navigation B-CNAV2.

**Note 2.—** Des renseignements supplémentaires relatifs aux paramètres et aux algorithmes d'éphémérides figurent dans les documents BDS OS B1C ICD, section 7.7, et BDS OS B2a ICD, section 7.7.





**Tableau B BDS-14. Algorithme de calcul d'éphémérides des satellites B1C/B2a**

Étapes de calcul	Description
$\mu = 3,986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$	Constante gravitationnelle géocentrique du BDCS
$\dot{\Omega}_e = 7.2921150 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$	Vitesse de rotation de la Terre du BDCS
$\pi = 3,1415926535898$	Rapport de la circonférence d'un cercle à son diamètre
$t_k = t - t_{\text{oe}}^{**}$	Temps écoulé depuis l'impulsion du temps de référence des éphémérides
$A_0 = A_{\text{ref}} + \Delta A_*$	Demi-grand axe à l'heure de référence
$A_k = A_0 + (\dot{A})t_k$	Demi-grand axe
$n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{A_0^3}}$	Déplacement moyen calculé (radians/s) à l'heure de référence
$\Delta n_A = \Delta n_0 + 1/2 \Delta \dot{n}_0 t_k$	Différence entre le déplacement moyen et la valeur calculée
$n_A = n_0 + \Delta n_A$	Déplacement moyen corrigé
$M_k = M_0 + n_A t_k$	Anomalie moyenne
$M_k = E_k - e \sin E_k$	Formule de Kepler donnant l'anomalie excentrique (radians)
$\begin{cases} \sin v_k = \frac{\sqrt{1-e^2} \sin E_k}{1-e \cos E_k} \\ \cos v_k = \frac{\cos E_k - e}{1-e \cos E_k} \end{cases}$	Anomalie réelle
$\phi_k = v_k + \omega$	Latitude
$\begin{cases} \delta u_k = C_{\text{us}} \sin(2\phi_k) + C_{\text{uc}} \cos(2\phi_k) \\ \delta r_k = C_{\text{rs}} \sin(2\phi_k) + C_{\text{rc}} \cos(2\phi_k) \\ \delta i_k = C_{\text{is}} \sin(2\phi_k) + C_{\text{ic}} \cos(2\phi_k) \end{cases}$	Correction en latitude Correction de rayon Correction d'inclinaison
$u_k = \phi_k + \delta u_k$	Latitude corrigée
$r_k = A_k (1 - e \cos E_k) + \delta r_k$	Rayon corrigé
$i_k = i_0 + \dot{i}_0 \cdot t_k + \delta i_k$	Inclinaison corrigée
$\begin{cases} x_k = r_k \cos u_k \\ y_k = r_k \sin u_k \end{cases}$	Position dans le plan orbital
$\Omega_k = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \dot{\Omega}_c) t_k - \dot{\Omega}_e t_{\text{oe}}$	Latitude corrigée du nœud ascendant
$\begin{cases} X_k = x_k \cos \Omega_k - y_k \cos i_k \sin \Omega_k \\ Y_k = x_k \sin \Omega_k + y_k \cos i_k \cos \Omega_k \\ Z_k = y_k \sin i_k \end{cases}$	Coordonnées du centre de phase de l'antenne du satellite en MEO/IGSO dans le BDCS

\* Valeur de référence du demi-grand axe :  $A_{\text{ref}} = 27906100\text{m}$  (MEO)  $A_{\text{ref}} = 42162200\text{m}$  (IGSO/GEO).



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, <math>t_k</math> est l'écart total entre le temps t et l'instant de l'impulsion <math>t_{oe}</math>, compte tenu des changements de semaine (si <math>t_k</math> est supérieur à 302 400 secondes, lui soustraire 604 800 secondes ; si <math>t_k</math> 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 BDS-15.

**Tableau B BDS-15. Calcul du retard ionosphérique utilisant une fréquence unique pour B1I**

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

*Note.— Des renseignements supplémentaires relatifs aux paramètres de correction de retard ionosphérique du satellite B1I et aux algorithmes d'utilisateur figurent dans le document BDS OS B1I ICD,*



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.
$I_{BII}(t) = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{R}{R+h} \cdot \cos E\right)^2}} \cdot I'_z(t)$	$I_{BII}(t)$ est le retard ionosphérique le long de la trajectoire de propagation du satellite BII.

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 BDS-16.

**Tableau B BDS-16. Calcul du retard ionosphérique utilisant une fréquence unique pour les satellites B1C et B2a**

Étapes de calcul	Description
$\psi = \frac{\pi}{2} - E - \arcsin\left(\frac{Re}{Re + H_{ion}} \cdot \cos E\right)$	$\psi$ est l'angle au centre de la Terre entre la position de l'utilisateur et l'IPP. $E$ est l'angle de site entre l'utilisateur et le satellite (en radians). $H_{ion}$ est l'altitude de la couche ionosphérique à une couche (400 km). $Re$ est le rayon moyen de la Terre (6 378 km).
$\begin{cases} \varphi_g = \arcsin(\sin \varphi_u \cdot \cos \psi + \cos \varphi_u \cdot \sin \psi \cdot \cos A) \\ \lambda_g = \lambda_u + \arctan\left(\frac{\sin \psi \cdot \sin A \cdot \cos \varphi_u}{\cos \psi - \sin \varphi_u \cdot \sin \varphi_g}\right) \end{cases}$	$\varphi_g$ est la latitude géographique de la projection à la surface de la Terre de l'IPP. $\lambda_g$ est la longitude géographique de la projection à la surface de la Terre de l'IPP. $\varphi_u$ est la latitude géographique de l'utilisateur.



Étapes de calcul	Description
	<p><math>\lambda_u</math> est la longitude géographique de l'utilisateur.</p> <p><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.</p> <p><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.</p> <p><math>\lambda_M</math> est la longitude géographique du pôle Nord magnétique :</p> $\lambda_M = \frac{-72.58^\circ}{180^\circ} \cdot \pi \text{ rad}$ <p><math>\varphi_M</math> est la latitude géographique du pôle Nord magnétique :</p> $\varphi_M = \frac{80.27^\circ}{180^\circ} \cdot \pi \text{ rad}$
$S_{lon} = \pi \cdot (1 - 2 \cdot (t - \text{int}(t)))$	<p><math>S_{lon}</math> est la longitude géographique moyenne du Soleil (en radians).</p> <p><math>t</math> est le temps (en jours) de l'époque de calcul exprimé par la date julienne modifiée (MJD).</p> <p><math>\text{int}(\cdot)</math> est arrondi au chiffre inférieur.</p>
$\begin{cases} \varphi' = \varphi_m \\ \lambda' = \lambda_m - \arctan\left(\frac{\sin(S_{lon} - \lambda_M)}{\sin \varphi_M \cdot \cos(S_{lon} - \lambda_M)}\right) \end{cases}$	<p><math>\varphi'</math> est la latitude géomagnétique de l'IPP dans le cadre de référence fixe solaire.</p> <p><math>\lambda'</math> est la longitude géomagnétique de l'IPP dans le cadre de référence fixe solaire.</p>



Étapes de calcul	Description
$\begin{cases} P_{n,n}(\sin \varphi') = (2n-1)!! \left(1 - (\sin \varphi')^2\right)^{n/2}, & n = m \\ P_{n,m}(\sin \varphi') = \sin \varphi' \cdot (2m+1) \cdot P_{m,m}(\sin \varphi'), & n = m+1 \\ P_{n,m}(\sin \varphi') = \frac{(2n-1) \cdot \sin \varphi' \cdot P_{n-1,m}(\sin \varphi') - (n+m-1) \cdot P_{n-2,m}(\sin \varphi')}{n-m}, & \text{else} \end{cases}$	<p><math>P_{n,m}</math> est la fonction de Legendre classique non normalisée.  <math>(2n-1)!! = (2n-1) \cdot (2n-3) \cdots 1</math>  <math>P_{0,0}(\sin \varphi') = 1</math></p>
$\begin{cases} N_{n,m} = \sqrt{\frac{(n-m)! \cdot (2n+1) \cdot (2-\delta_{0,m})}{(n+m)!}} \\ \delta_{0,m} = \begin{cases} 1, & m = 0 \\ 0, & m > 0 \end{cases} \end{cases}$	<p><math>N_{n,m}</math> est la fonction de normalisation.</p>
$\tilde{P}_{n,m} = N_{n,m} \cdot P_{n,m}$	<p><math>\tilde{P}_{n,m}</math> est la fonction de Legendre normalisée de degré <math>n</math> et d'ordre <math>m</math>.</p>
$A_i = \begin{cases} \tilde{P}_{ m_i , m_i }(\sin \varphi') \cdot \cos(m_i \cdot \lambda') & m_i \geq 0 \\ \tilde{P}_{ m_i , m_i }(\sin \varphi') \cdot \sin(-m_i \cdot \lambda') & m_i < 0 \end{cases}$	<p>Les valeurs <math>n_i</math> et <math>m_i</math> figurent dans le tableau B BDS-17.</p>
$\begin{cases} \beta_j = a_{0,j} + \sum_{k=1}^{12} (a_{k,j} \cdot \cos(\omega_k \cdot t_p) + b_{k,j} \cdot \sin(\omega_k \cdot t_p)) \\ \omega_k = \frac{2\pi}{T_k} \end{cases}$	<p><math>a_{k,j}</math> et <math>b_{k,j}</math> sont les coefficients non destinés à la diffusion du modèle mondial de correction de retard ionosphérique du système BeiDou (BDGIM).  <math>T_k</math> est la période de prévision correspondant aux coefficients non destinés à la diffusion.  <math>t_p</math> 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.</p>
$\begin{cases} A_0 = \sum_{j=1}^{17} \beta_j \cdot B_j, \\ B_j = \begin{cases} \tilde{P}_{ m_j , m_j }(\sin \varphi') \cdot \cos(m_j \cdot \lambda') & m_j \geq 0 \\ \tilde{P}_{ m_j , m_j }(\sin \varphi') \cdot \sin(-m_j \cdot \lambda') & m_j < 0 \end{cases} \end{cases}$	<p><math>A_0</math> est le retard ionosphérique prédictif (en TECu).</p>
$VTEC = A_0 + \sum_{i=1}^9 \alpha_i A_i$	<p><math>VTEC</math> est le retard ionosphérique dans le sens vertical (en TECu) de l'IPP.</p>



Étapes de calcul	Description
$M_F = \frac{1}{\sqrt{1 - \left( \frac{Re}{Re + H_{ion}} \cdot \cos(E) \right)^2}}$	$M_F$ 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.

**Tableau B BDS-17. 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  $T_{GDB1cp}$ ) ;

$PR_{B1Cd}$  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 :

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

 <p data-bbox="220 235 502 309">Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p data-bbox="550 145 1002 212"><b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p data-bbox="718 224 837 257"><b>Volume I</b></p> <p data-bbox="598 280 949 313"><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p data-bbox="1024 168 1484 224">Appendice B Page APP B-97 de 139</p> <p data-bbox="1024 235 1484 268">Edition 2</p> <p data-bbox="1024 280 1484 313">Date Octobre 2023</p>
--	--	---

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 BDS-12-1.

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

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

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

où :

$SISA_{ocb}$  est la limite supérieure correspondant à l'indice « N »  $SISA_{ocb}$  transmise dans la sous-trame 3 du message B-CNAV1 pour le signal B1C et dans les types de message 34 et 40 du message B-CNAV2 pour le signal B2a, respectivement (définis au § 3.1.4.1.3.2.8) comme le montre le Tableau B BDS-12-2.

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

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

$SISA_{oc2}$  est la précision de la dérive de l'horloge du satellite en mètres par seconde dérivée de  $SISA_{oc2}$  (définie au § 3.1.4.1.3.2.8) comme suit :

$$SISA_{oc2} = 2^{-(SISA_{oc2}+28)}$$

où :

$t$  est le temps BeiDou en secondes ;

$t_{op}$  est le temps de la semaine en secondes pour la prédiction des données transmis dans la sous-trame 3 du message B-CNAV1 pour le signal B1C et dans les types de message 34 et 40 du message B-CNAV2 pour le signal B2a, respectivement.

### 3.1.4.3 ELEMENTS EMBARQUES


#### 3.1.4.3.1 RECEPTEUR DU BDS

**3.1.4.3.1.1 Poursuite du satellite.** Le récepteur doit offrir la possibilité de poursuivre en permanence au moins quatre satellites du BDS et de calculer une solution de position à l'aide des mesures fournies par ces derniers.

**3.1.4.3.1.2 Décalage Doppler.** Le récepteur doit être en mesure de compenser les effets dynamiques du décalage Doppler sur la phase de la porteuse du signal nominal du service ouvert du BDS et des mesures du code de mesure de distance. Le décalage à compenser est celui qui est propre à l'application envisagée.

**3.1.4.3.1.3 Protection contre le brouillage.** Le récepteur doit répondre aux exigences du § 3.7



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p>AMENDEMENT 5 DU RAS 10 TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES Volume I Aides radio à la navigation</p>	<p>Appendice B Page APP B-98 de 139 Edition 2 Date Octobre 2023</p>
--	---	---

relatives à la protection contre le brouillage.

**3.1.4.3.1.4** *Application des données d'horloge et d'éphémérides.* Le récepteur doit s'assurer qu'il utilise les données d'éphémérides et d'horloge adéquates avant de fournir quelque position que ce soit. Pour le signal B1I, il doit surveiller les paramètres  $t_{oc}$  et  $t_{oe}$  afin de mettre à jour les données d'horloge et d'éphémérides sur la base d'éventuelles modifications de ces paramètres correspondants. Pour les signaux B1C et B2a, le récepteur doit surveiller les paramètres IODC et IODE pour mettre à jour les données d'horloge et d'éphémérides sur la base d'éventuelles modifications de ces paramètres.

#### **3.1.4.4 TEMPS**

Le temps de référence du BDS est le temps du système de navigation par satellite BeiDou (BDT). Le BDT adopte les secondes du Système international d'unités (SI) et les accumule de façon continue sans secondes intercalaires. La première impulsion du temps BDT a lieu à 00:00:00, temps universel coordonné (UTC), le 1er janvier 2006. Le BDT suit le temps UTC via UTC (NTSC), et le décalage entre le BDT et le temps UTC est maintenu à 50 nanosecondes (modulo 1 seconde). Les secondes intercalaires sont transmises dans le message de navigation (NAV).

#### **3.1.4.5 SYSTEME DE COORDONNEES**

**3.1.4.5.1** *Système de coordonnées BeiDou.* Les éphémérides diffusées par le BDS décrivent la position du centre de phase de l'antenne d'émission d'un satellite quelconque dans le système de coordonnées BeiDou (BDCS).

**3.1.4.5.2** La différence entre la plus récente réalisation physique de l'ITRF et le BDCS ne doit pas dépasser 3 cm (95 %).

*Note 1.— Le système WGS-84 et le BDCS, le repère international de référence terrestre du BDS, sont tous deux des réalisations de l'ITRF. La différence entre le BDCS et le WGS-84 utilisé dans le GPS est jugée non importante pour l'aviation.*

*Note 2.— Des renseignements supplémentaires relatifs au BDCS figurent dans le Supplément D, § 4.1.4.9.*

### **3.2 (Réservé)**

### **3.3 Utilisation de constellations satellitaires de base multiples**


#### **3.3.1 ELEMENTS D'AERONEF**

**3.3.1.1** *Récepteur GNSS à constellations multiples.* Le récepteur GNSS à constellations multiples doit traiter les signaux provenant de deux ou plusieurs constellations satellitaires de base conformément aux spécifications des § 3.1.1.3.1 (GPS), 3.1.2.3.1 (GLONASS), 3.1.3.3.1 (Galileo) et 3.1.4.3.1 (BDS).

**3.3.1.1.1** *Immunité au brouillage.* Le récepteur GNSS à constellations multiples doit satisfaire aux spécifications particulières énoncées au § 3.7 relativement aux constellations satellitaires de base traitées.

**3.3.1.2 Antenne.** Les signaux des constellations satellitaires de base doivent être reçus à l'aide d'une ou de plusieurs antennes.



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B de 139 Page APP B-100 Edition 2 Date Octobre 2023</p>
--	--	--

### 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.*

(...)

#### 3.6.7 ELEMENTS NON EMBARQUES

(...)

##### 3.6.7.3.4 Atténuation du gradient ionosphérique

Pour les sous-systèmes sol FAST D, la probabilité d'une erreur ( $|Er|$ ) dans la pseudodistance corrigée lissée sur 30 secondes au LTP pour chaque piste prise en charge par GAST D, qui :

- a) est causée par un gradient de retard ionosphérique spatial ;
- b) est supérieure à la valeur  $E_{IG}$  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.*

*Note 3.— Pour diffuser des paramètres de type 2 tels que la valeur de l'EIG dépasse 2,75 m pour un LTP particulier soutenant des opérations GAST D, une analyse adaptée démontrera que la continuité et la disponibilité GAST D qui en résulteront soutiennent l'opération envisagée. Des orientations sur l'évaluation de l'acceptabilité de valeurs EIG supérieures à 2,75 m figurent au § 7.5.13.1.*

(...)

### 3.7 Protection contre le brouillage

#### 3.7.1 CRITÈRES DE PERFORMANCE

*Note 1.— Dans le cas des récepteurs GNSS qui n'utilisent pas de corrections différentielles pour un système de renforcement, la protection contre le brouillage se mesure par rapport aux paramètres de performance suivants pour les constellations satellitaires de base:*

---

---

---

	Erreur de poursuite (1 sigma)
GPS L1 (équipement à une seule fréquence)	0,36 m
GPS L1 (équipement à double fréquence)	0,15 m
GPS L5	0,15 m
GPS L1-L5**	0,40 m
GLONASS L1OF	0,80 m
GLONASS L1OF	0,80 m
GLONASS L1OC	0,30 m
GLONASS L3OC	0,10 m
GLONASS L1OC-L3OC**	0,65 m
Galileo DF E1-E5a**	0,40 m
Galileo SF E1	0,15 m
Galileo SF E5a	0,15 m
BDS B1I	0,60 m
BDS B1C	0,20 m
BDS B2a	0,15 m
BDS B1C-B2a**	0,40 m



\* Le niveau de précision de l'erreur de poursuite est spécifié pour les mesures lissées

\*\* Mesures de pseudodistance double fréquence sans le retard ionosphérique

*Note 2.— L'erreur de poursuite ne comprend pas les contributions des effets des trajets multiples, de la troposphère et de l'ionosphère sur la propagation des signaux, ni les erreurs d'éphémérides et les erreurs d'horloge des satellites GPS, GLONASS, Galileo et BDS.*

*Note 3.— Dans le cas des récepteurs SBAS, la protection contre le brouillage se mesure par rapport aux paramètres définis aux § 3.5.8.2.1, 3.5.8.4.1 et 3.5.15.3.2.*

*Note 4.— Dans le cas des récepteurs GBAS, la protection contre le brouillage se mesure par rapport aux paramètres définis en 3.6.7.1.1 et 3.6.8.2.1.*

*Note 5.— Les niveaux de signal spécifiés ici sont définis à la borne de l'antenne. Le gain maximal présumé de l'antenne de bord dans l'hémisphère inférieur est de  $-10$  dBic.*

*Note 6.— Ces critères de performance doivent être satisfaits dans les conditions de brouillage définies ci-dessous. Ces conditions de brouillage sont assouplies durant l'acquisition initiale des signaux GNSS lorsque le récepteur ne peut pas utiliser une solution de navigation stabilisée pour l'aider à acquérir le signal.*

*Note 7.— Si cela n'est pas précisé, les critères et spécifications de performance de l'équipement pour une constellation particulière s'appliquent que l'équipement ne serve que cette constellation (équipement pour constellation unique) ou cette constellation et une ou plusieurs autres constellations (équipement pour constellations multiples).*

### 3.7.2 BROUILLAGE PAR ONDES ENTRETENUES

#### 3.7.2.1 RÉCEPTEURS GPS L1 ET SBAS L1

*Note.— La puissance de brouillage tolérée par les seuils de brouillage des récepteurs GPS L1 et SBAS L1 est inférieure à celle tolérée par les récepteurs double*

*fréquence L1/L5 dans la bande 1 480 – 1 565 MHz décrits au § 3.7.2.3.*

3.7.2.1.1 Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que, une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs GPS L1 et SBAS L1 satisfont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-83 et illustrés à la Figure B-15, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-164$  dBW à la borne de l'antenne pour les signaux GPS L1 et SBAS L1.

3.7.2.1.2 Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que durant l'acquisition initiale des signaux GPS L1 et SBAS L1 (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs GPS L1 et SBAS L1 satisfont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de  $6$  dB à ceux du Tableau B-83.

#### 3.7.2.2 RÉCEPTEURS GLONASS

3.7.2.2.1 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 (à l'exception de ceux qui sont spécifiés au § 3.7.2.2.1.1) doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-84 et illustrés à la Figure B-16, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-166,5$  dBW à la borne de l'antenne.





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**AMENDEMENT 5 DU RAS 10**  
**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**  
**Volume I**  
**Aides radio à la navigation**

Appendice B  
de 139

Page APP B-104

Edition

2

Date

Octobre 2023

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 TAB-04C.



**Tableau B-83. Récepteurs GPS L1 et SBAS 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 < $f_i \leq 1\,500$ MHz	Décroissant linéairement de -4,5 dBW à -38 dBW
$1\,500$ MHz < $f_i \leq 1\,525$ MHz	Décroissant linéairement de -38 dBW à -42 dBW
$1\,525$ MHz < $f_i \leq 1\,565,42$ MHz	Décroissant linéairement de -42 dBW à -150,5 dBW
$1\,565,42$ MHz < $f_i \leq 1\,585,42$ MHz	-150,5 dBW
$1\,585,42$ MHz < $f_i \leq 1\,610$ MHz	Croissant linéairement de -150,5 dBW à -60 dBW
$1\,610$ MHz < $f_i \leq 1\,618$ MHz	Croissant linéairement de -60 dBW à -42 dBW
$1\,618$ MHz < $f_i \leq 2\,000$ MHz	Croissant linéairement de -42 dBW à -8,5 dBW*
$1\,618$ MHz < $f_i \leq 1\,626,5$ MHz	Croissant linéairement de -60 dBW à -22 dBW**
$1\,626,5$ MHz < $f_i \leq 2\,000$ MHz	Croissant linéairement de -22 dBW à -8,5 dBW**
$f_i > 2\,000$ MHz	-8,5 dBW

\* S'applique aux installations embarquées ne comprenant pas d'équipement de communications par satellite.

\*\* S'applique aux installations embarquées comprenant un équipement de communications par satellite.



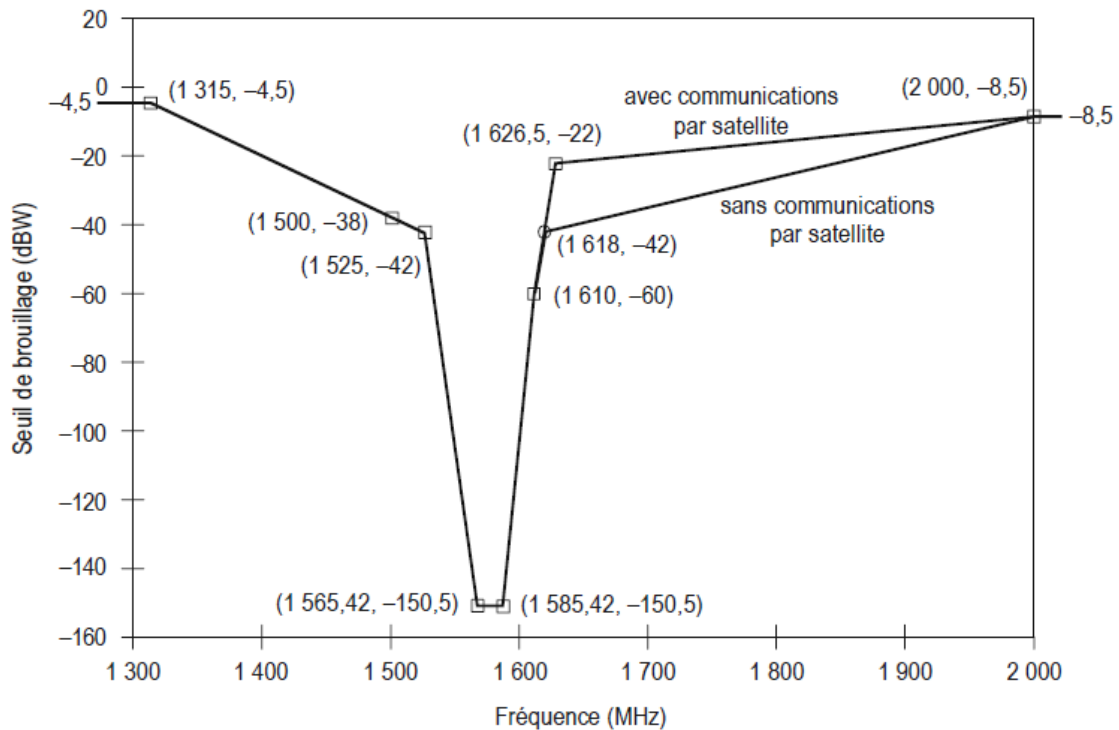


Figure B-15. Brouillage par ondes entretenues : seuil de brouillage des récepteurs GPS L1 et SBAS L1 en mode de navigation stabilisée

Tableau B-84. 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 < $f_i \leq 1635,15625$ 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.

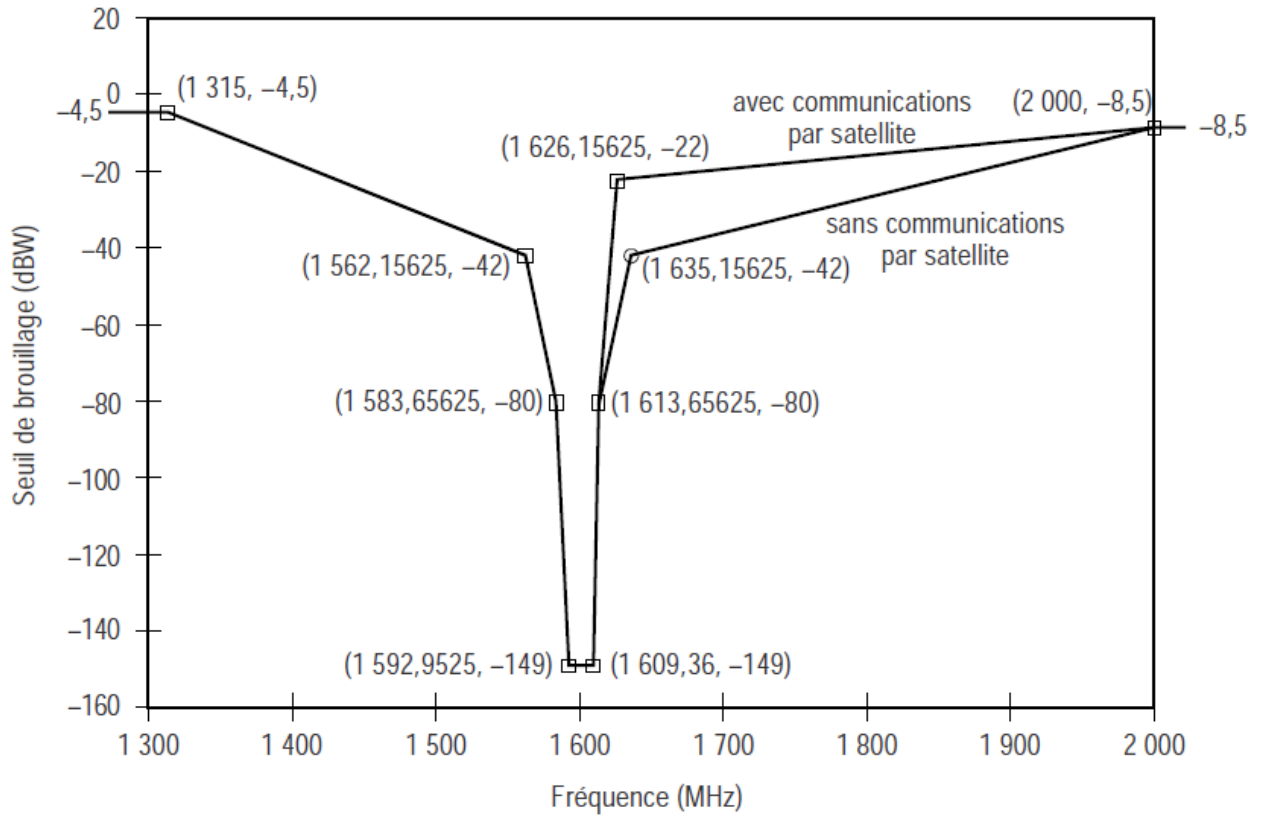


Figure B-16. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée

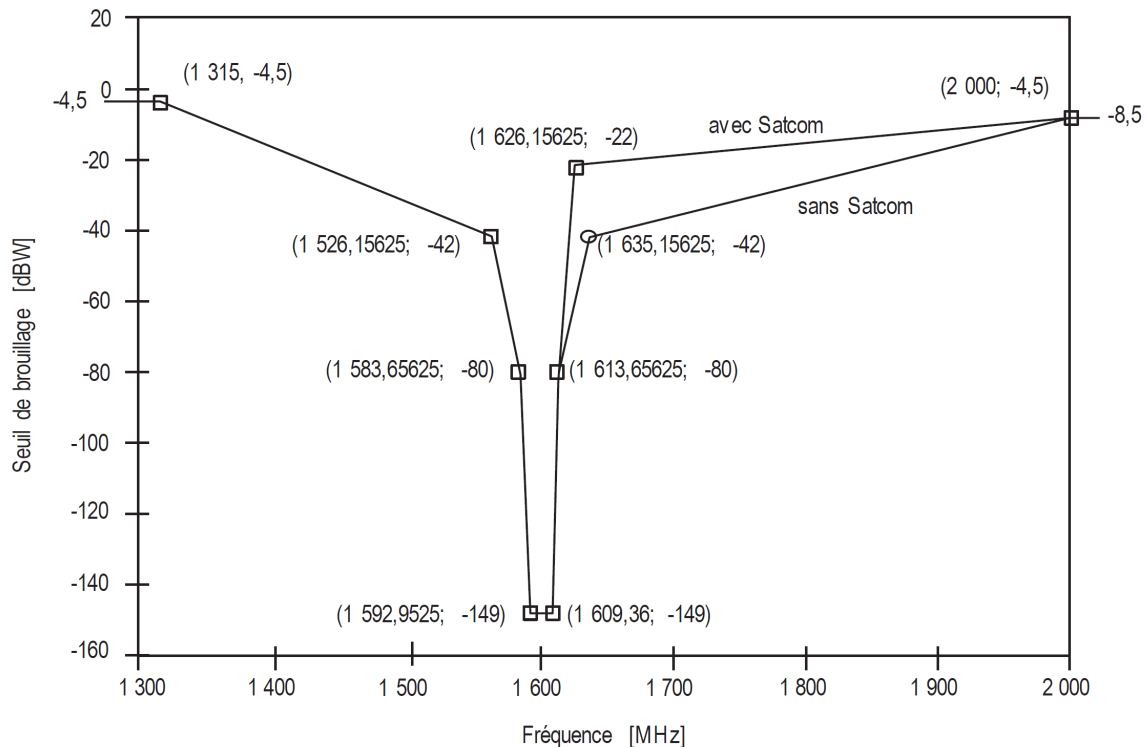


**Tableau TAB-01. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage par ondes entretenues**

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.

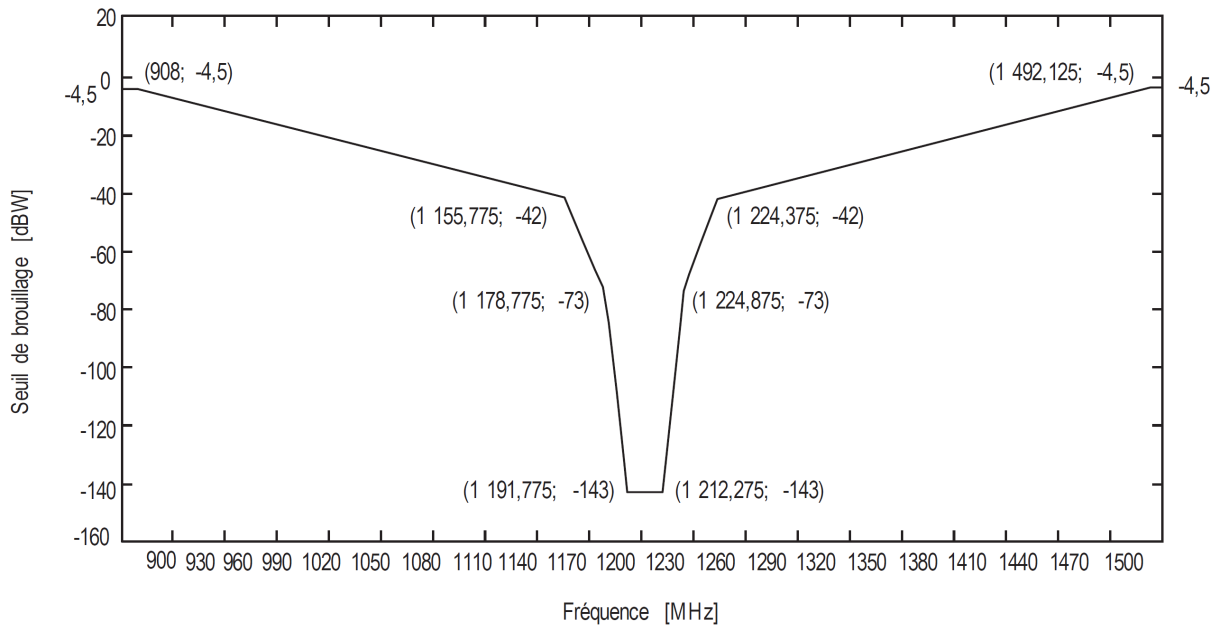


**Figure FIG-01. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée**




**Tableau TAB-02. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L3 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage par ondes entretenues**

Gamme de fréquences $f_i$ du signal brouilleur	Seuils de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée
$f_i \leq 908$ MHz	-4,5 dBW
908 MHz < $f_i \leq 1\ 155,775$ MHz	Décroissant linéairement de -4,5 dBW à -42 dBW
1 155,775 MHz < $f_i \leq 1\ 178,775$ MHz	Décroissant linéairement de -42 dBW à -73 dBW
1 178,775 MHz < $f_i \leq 1\ 191,775$ MHz	Décroissant linéairement de -73 dBW à -143 dBW
1 191,775 MHz < $f_i \leq 1\ 212,275$ MHz	-143 dBW
1 212,275 MHz < $f_i \leq 1\ 224,875$ MHz	Croissant linéairement de -143 dBW à -73 dBW
1 224,875 MHz < $f_i \leq 1\ 244,375$ MHz	Croissant linéairement de -73 dBW à -42 dBW
1 244,375 MHz < $f_i \leq 1\ 492,125$ MHz	Croissant linéairement de -42 dBW à -4,5 dBW
$f_i > 1\ 492,125$ MHz	-4,5 dBW



**Figure FIG-02. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L3 en mode de navigation stabilisée**

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b>  <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b>  <b>Volume I</b>  <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Appendice B de 139 Page APP B-110  Edition 2  Date Octobre 2023</p>
--	---	--

**Tableau TAB-03. Récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5a et SBAS DFMC : seuils de brouillage par ondes entretenues**

Gamme de fréquences $f_i$ du signal brouilleur	Seuils de brouillage des récepteurs
$f_i \leq 1\,000$ MHz	-21 dBW
$1\,000 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,100,45$ MHz	Décroissant linéairement de -21 dBW à -44 dBW
$1\,100,45 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,148,45$ MHz	Décroissant linéairement de -44 dBW à -54 dBW
$1\,148,45 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,166,45$ MHz	Décroissant linéairement de -54 dBW à -145 dBW
$1\,166,45 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,186,45$ MHz	-145 dBW
$1\,186,45 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,205,45$ MHz	Croissant linéairement de -145 dBW à -54 dBW
$1\,205,45 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,252,45$ MHz	Croissant linéairement de -54 dBW à -43 dBW
$1\,252,45 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,315$ MHz	Croissant linéairement de -43 dBW à -39 dBW
$1\,315 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,525$ MHz	Croissant linéairement de -39 dBW à -31,5 dBW
$1\,525 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,531$ MHz	Décroissant linéairement de -31,5 dBW à -34 dBW
$1\,531 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,536$ MHz	Décroissant linéairement de -34 dBW à -65 dBW
$1\,536 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,565,42$ MHz	Décroissant linéairement de -65 dBW à -150,5 dBW
$1\,565,42 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,585,42$ MHz	-150,5 dBW
$1\,585,42 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,610$ MHz	Croissant linéairement de -150,5 dBW à -60 dBW
$1\,610 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,618$ MHz	Croissant linéairement de -60 dBW à -42 dBW*
$1\,618 \text{ MHz} < f_i \leq 2\,000$ MHz	Croissant linéairement de -42 dBW à -12 dBW*
$1\,618 \text{ MHz} < f_i \leq 1\,626,5$ MHz	Croissant linéairement de -42 dBW à -22 dBW*
$1\,626,5 \text{ MHz} < f_i \leq 2\,000$ MHz	Croissant linéairement de -22 dBW à -12 dBW**
$f_i > 2\,000$ MHz	-12 dBW**

\* S'applique aux installations embarquées ne comprenant pas d'équipement de communications par satellite.

\*\* S'applique aux installations embarquées comprenant un équipement de communications par satellite.

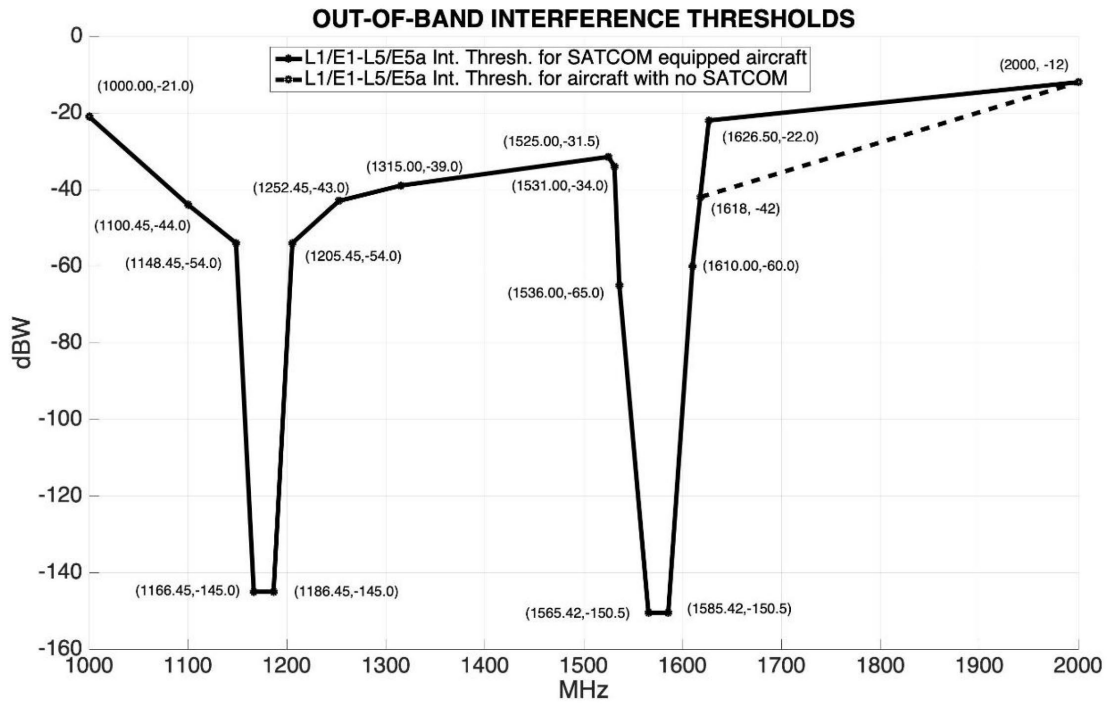


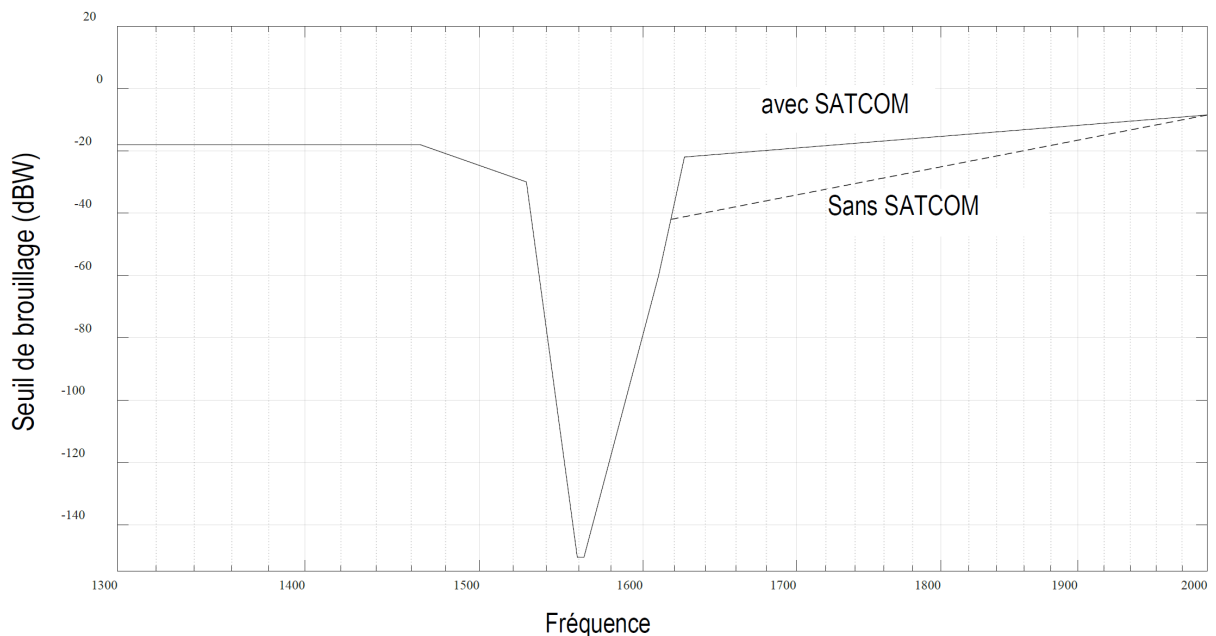
Figure FIG-03. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5A et SBAS DFMC



**Tableau TAB-04B. 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 FIG-04A. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs BDS B1I en mode de navigation stabilisée**

**Tableau TAB-04C. Récepteurs BDS B1C/B2a en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage par ondes entretenues**

Gamme de fréquences $f_i$ du signal brouilleur	Seuils de brouillage des récepteurs
$f_i \leq 1\,000$ MHz	-24 dBW
$1\,000$ MHz < $f_i \leq 1\,100,45$ MHz	Décroissant linéairement de -24 dBW à -44 dBW
$1\,100,45$ MHz < $f_i \leq 1\,148,45$ MHz	Décroissant linéairement de -44 dBW à -54 dBW
$1\,148,45$ MHz < $f_i \leq 1\,166,45$ MHz	Décroissant linéairement de -54 dBW à -145 dBW
$1\,166,45$ MHz < $f_i \leq 1\,186,45$ MHz	-145 dBW
$1\,186,45$ MHz < $f_i \leq 1\,205,45$ MHz	Croissant linéairement de -145 dBW à -54 dBW
$1\,205,45$ MHz < $f_i \leq 1\,252,45$ MHz	Croissant linéairement de -54 dBW à -43 dBW
$1\,252,45$ MHz < $f_i \leq 1\,315$ MHz	Croissant linéairement de -43 dBW à -39 dBW
$1\,315$ MHz < $f_i \leq 1\,525$ MHz	Croissant linéairement de -39 dBW à -31,5 dBW
$1\,525$ MHz < $f_i \leq 1\,531$ MHz	Décroissant linéairement de -31,5 dBW à -34 dBW
$1\,531$ MHz < $f_i \leq 1\,536$ MHz	Décroissant linéairement de -34 dBW à -65 dBW
$1\,536$ MHz < $f_i \leq 1\,565,42$ MHz	Décroissant linéairement de -65 dBW à -150,5 dBW
$1\,565,42$ MHz < $f_i \leq 1\,585,42$ MHz	-150,5 dBW
$1\,585,42$ MHz < $f_i \leq 1\,610$ MHz	Croissant linéairement de -150,5 dBW à -60 dBW
$1\,610$ MHz < $f_i \leq 1\,618$ MHz	Croissant linéairement de -60 dBW à -42 dBW*
$1\,618$ MHz < $f_i \leq 2\,000$ MHz	Croissant linéairement de -42 dBW à -8,5 dBW*
$1\,618$ MHz < $f_i \leq 1\,626,5$ MHz	Croissant linéairement de -60 dBW à -22 dBW**
$1\,626,5$ MHz < $f_i \leq 2\,000$ MHz	Croissant linéairement de -22 dBW à -8,5 dBW**
$f_i > 2\,000$ MHz	-8,5 dBW

\* S'applique aux installations embarquées ne comprenant pas un équipement de communications par satellite.

\*\* S'applique aux installations embarquées comprenant un équipement de communications par satellite.



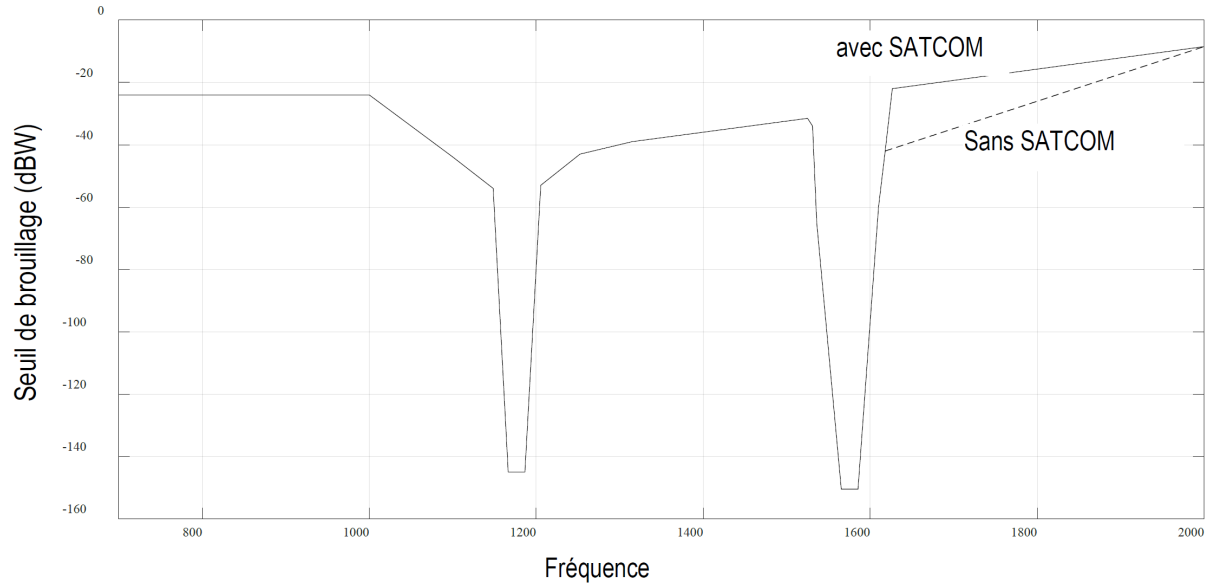


Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie


AMENDEMENT 5 DU RAS 10  
TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES  
Volume I  
Aides radio à la navigation

Appendice B  
de 139  
Edition  
Date

Page APP B-114  
2  
Octobre 2023



**Figure FIG-04B. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs BDS B1C/B2a en mode de navigation stabilisée**

 <p data-bbox="220 232 499 306">Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p data-bbox="549 143 1002 206"><b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b></p> <p data-bbox="719 226 831 250"><b>Volume I</b></p> <p data-bbox="608 286 948 313"><b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p data-bbox="1023 168 1177 219">Appendice B de 139</p> <p data-bbox="1023 232 1107 257">Edition</p> <p data-bbox="1023 273 1082 297">Date</p> <p data-bbox="1241 168 1449 197">Page APP B-115</p> <p data-bbox="1465 232 1481 257">2</p> <p data-bbox="1318 273 1481 297">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-85 et illustrés à la Figure B-17, 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-85.

#### 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-86 et illustrés à la Figure B-18, 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-86 et illustrés à la Figure B-18, 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-16 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 TAB-05 et TAB-06 et illustrés aux Figures FIG-05 et FIG-06, 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-86.

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 TAB-05 et TAB-06.



### 3.7.3.3 RÉCEPTEURS GPS L1/L5, GALILEO E1/E5A ET SBAS DFMC

3.7.3.3.1 Durant l'acquisition initiale des signaux L5/E5a (préalable au mode de navigation stabilisée) et une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5a et SBAS DFMC qui traitent des signaux centrés sur les fréquences L1/E1 et L5/E5a doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences  $1\ 176,45\ \text{MHz} \pm B_{wi}/2$  et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau TAB-07 et illustrés à la Figure FIG-07, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-162,5\ \text{dBW}$  pour le signal SBAS L5, de  $-159,4\ \text{dBW}$  pour le signal GPS L5 et de  $-160,4\ \text{dBW}$  pour le signal Galileo E5a à la sortie de l'antenne.

*Note.— Bwi représente ici la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.*

3.7.3.3.2 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5a et SBAS DFMC qui traitent des signaux centrés sur les fréquences L1/E1 et L5/E5a doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences  $1\ 575,42\ \text{MHz} \pm B_{wi}/2$  et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-85 et illustrés à la Figure B-17, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-163\ \text{dBW}$  pour les signaux GPS et SBAS L1 et de  $-162,25\ \text{dBW}$  pour le signal Galileo E5a à la borne de l'antenne. Durant l'acquisition initiale des signaux L1/E1, les récepteurs SBAS DFMC doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau B-85.

*Note.— Bwi représente ici la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.*

### 3.7.3.4 RÉCEPTEURS BDS

3.7.3.4.1 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs BDS B1I doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences  $1\ 561,098\ \text{MHz} \pm B_{wi}/2$  et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau TAB-08A et illustrés à la Figure FIG-08A, dans l'hypothèse d'un niveau de signal B1I désiré de  $-164,5\ \text{dBW}$  à la sortie de l'antenne. Durant l'acquisition initiale des signaux BDS B1I (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs BDS doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau TAB-08A.


*Note.— Bwi représente ici la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.*

3.7.3.4.2 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs BDS B1C doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences  $1\ 575,42\ \text{MHz} \pm B_{wi}/2$  et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau TAB-08B et illustrés à la Figure FIG-08B, dans l'hypothèse d'un niveau de signal B1C désiré de  $-163,5\ \text{dBW}$  à la sortie de l'antenne. Durant l'acquisition initiale des signaux BDS B1C (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs BDS doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau TAB-08B.

*Note.— Bwi représente ici la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.*

3.7.3.4.3 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs BDS B2a doivent satisfaire aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences  $1\ 176,45\ \text{MHz} \pm B_{wi}/2$  et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau TAB-08C et illustrés à la figure FIG-08C, dans l'hypothèse d'un niveau de signal B2a désiré de  $-160,5\ \text{dBW}$  à la sortie de l'antenne. Durant l'acquisition initiale des signaux BDS B2a (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs BDS doivent satisfaire aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau TAB-08C.

*Note.— Bwi représente ici la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.*

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p style="text-align: center;"><b>AMENDEMENT 5 DU 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 style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 60%;">Appendice B de 139</td> <td style="width: 40%;">Page APP B-117</td> </tr> <tr> <td>Edition</td> <td style="text-align: right;">2</td> </tr> <tr> <td>Date</td> <td style="text-align: right;">Octobre 2023</td> </tr> </table>	Appendice B de 139	Page APP B-117	Edition	2	Date	Octobre 2023
Appendice B de 139	Page APP B-117							
Edition	2							
Date	Octobre 2023							

**3.7.3.5** *Brouillage par impulsions.* Une fois en mode de navigation stabilisée, le récepteur **GNSS** doit satisfaire aux critères de performance lors de la réception des signaux de brouillage par impulsions présentant les caractéristiques indiquées au Tableau B-87, dans lequel le seuil de brouillage est défini à l'accès de l'antenne.

**3.7.3.6** Les récepteurs **GNSS** ne doivent pas produire d'informations trompeuses en présence de brouillage, y compris à des niveaux de brouillage supérieurs à ceux qui sont spécifiés au § 3.7.

*Note.— Des éléments indicatifs sur cette spécification figurent au Supplément D, § 10.5.*



**Tableau B- 85. 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
$0 \text{ Hz} < Bw_i \leq 700 \text{ Hz}$	-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  $1\,575,42 \pm 10$  MHz.

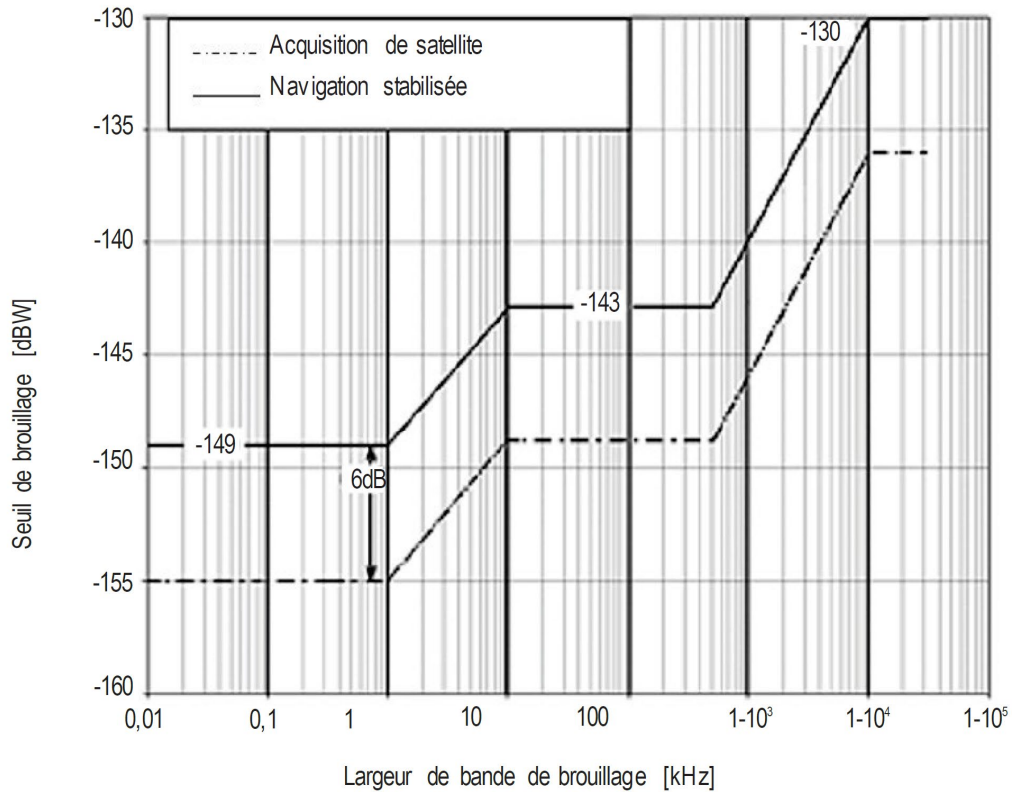
**Tableau B-86. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée**

Largeur de bande de brouillage	Seuil de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée
$0 \text{ Hz} < Bw_i \leq 1 \text{ kHz}$	-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



**Tableau TAB-05. 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

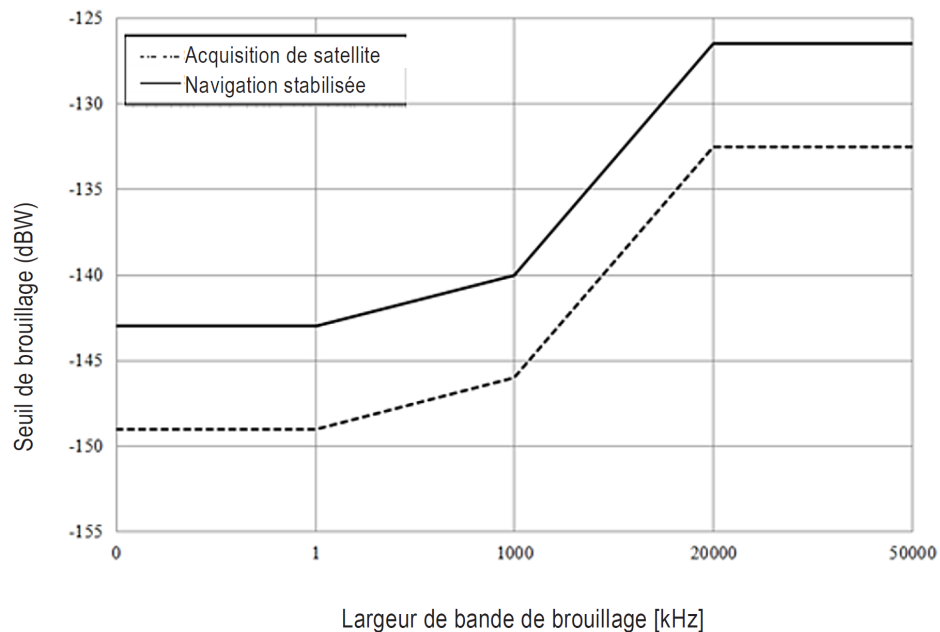


**Figure FIG-05. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L1**



**Tableau TAB-06. 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



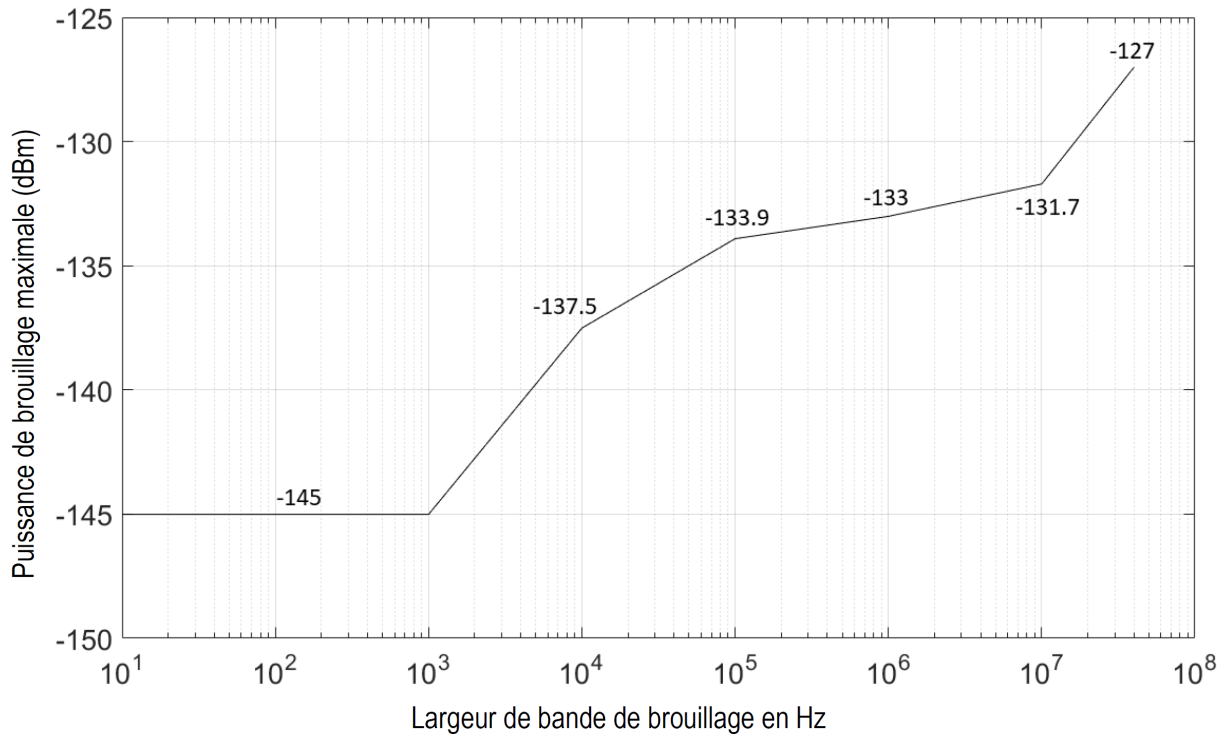
**Figure FIG-06. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L3**



**Tableau TAB-07. Récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5a et SBAS DFMC : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée**

Largeur de bande du brouillage	Seuil de brouillage des récepteurs
$0 \text{ Hz} < Bw_i \leq 1 \text{ kHz}$	-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 dBW/MHz dans la gamme de fréquences  $1\ 176,45 \pm 10 \text{ MHz}$ .



**Figure FIG-07. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5a et SBAS DFMC**

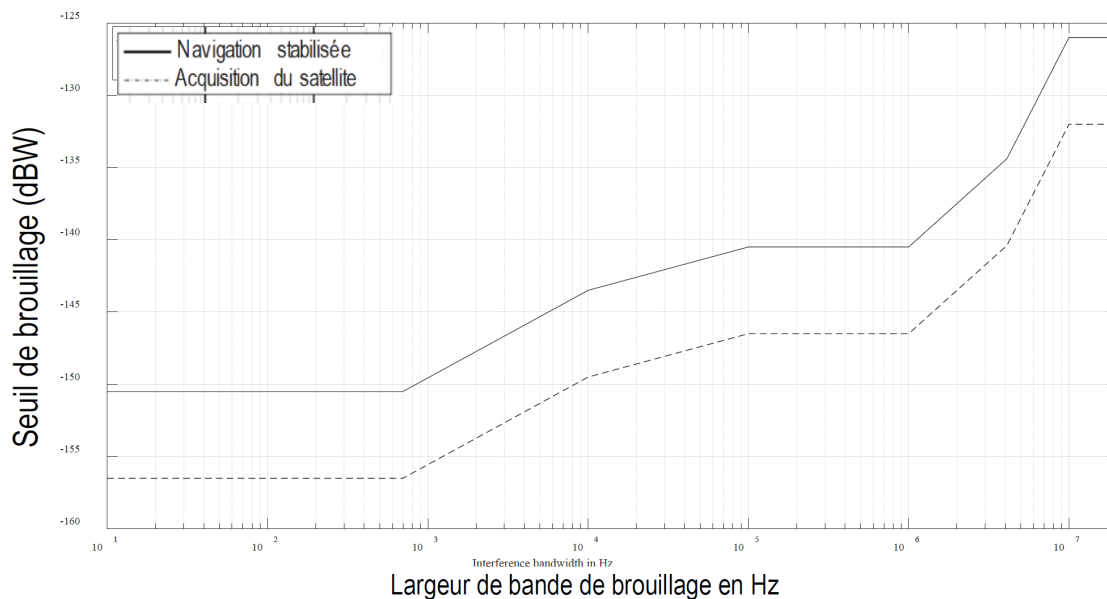




**Tableau TAB-08A. Récepteurs BDS B1I en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée**

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  $1\,561,098 \pm 2,046 \text{ MHz}$ .



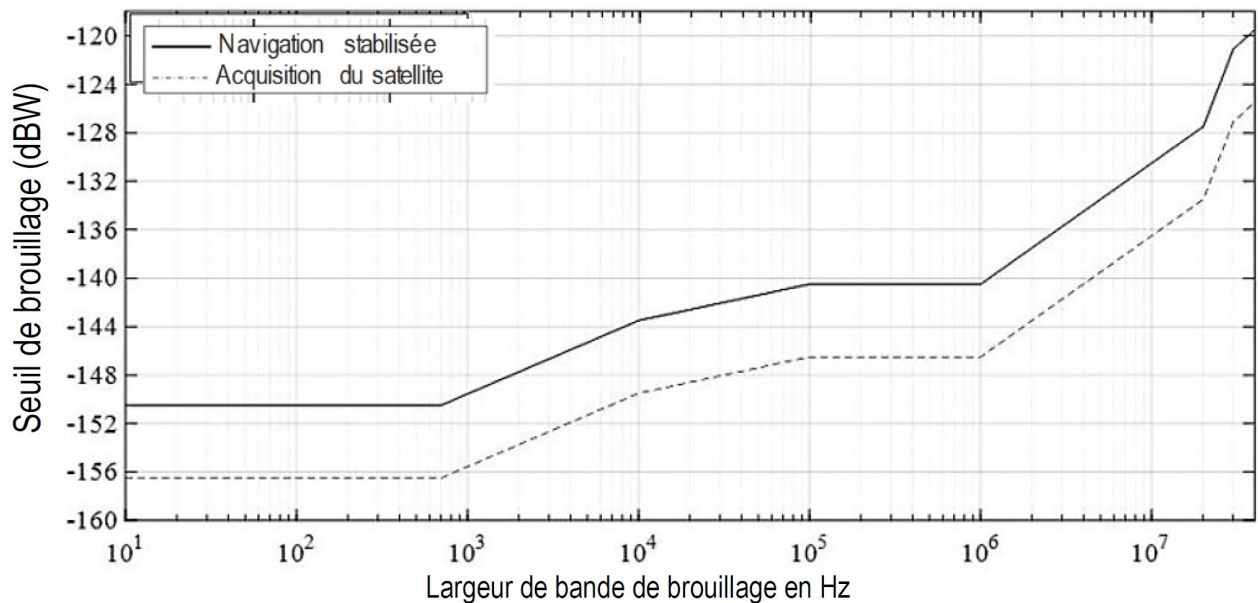
**Figure FIG-08A. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs BDS B1I**



**Tableau TAB-08B. 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.



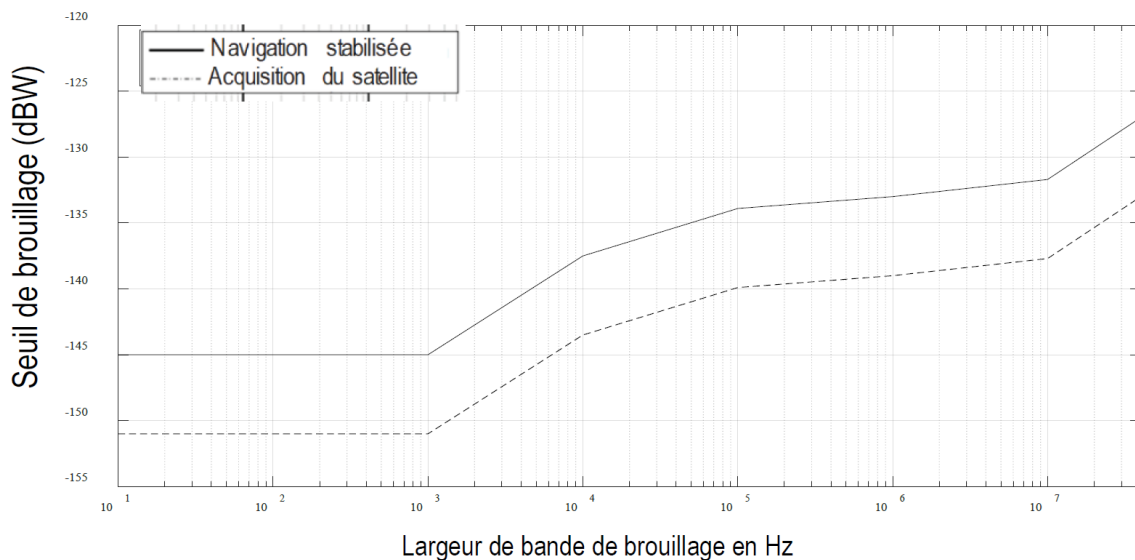
**Figure FIG-08B. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs BDS B1C**



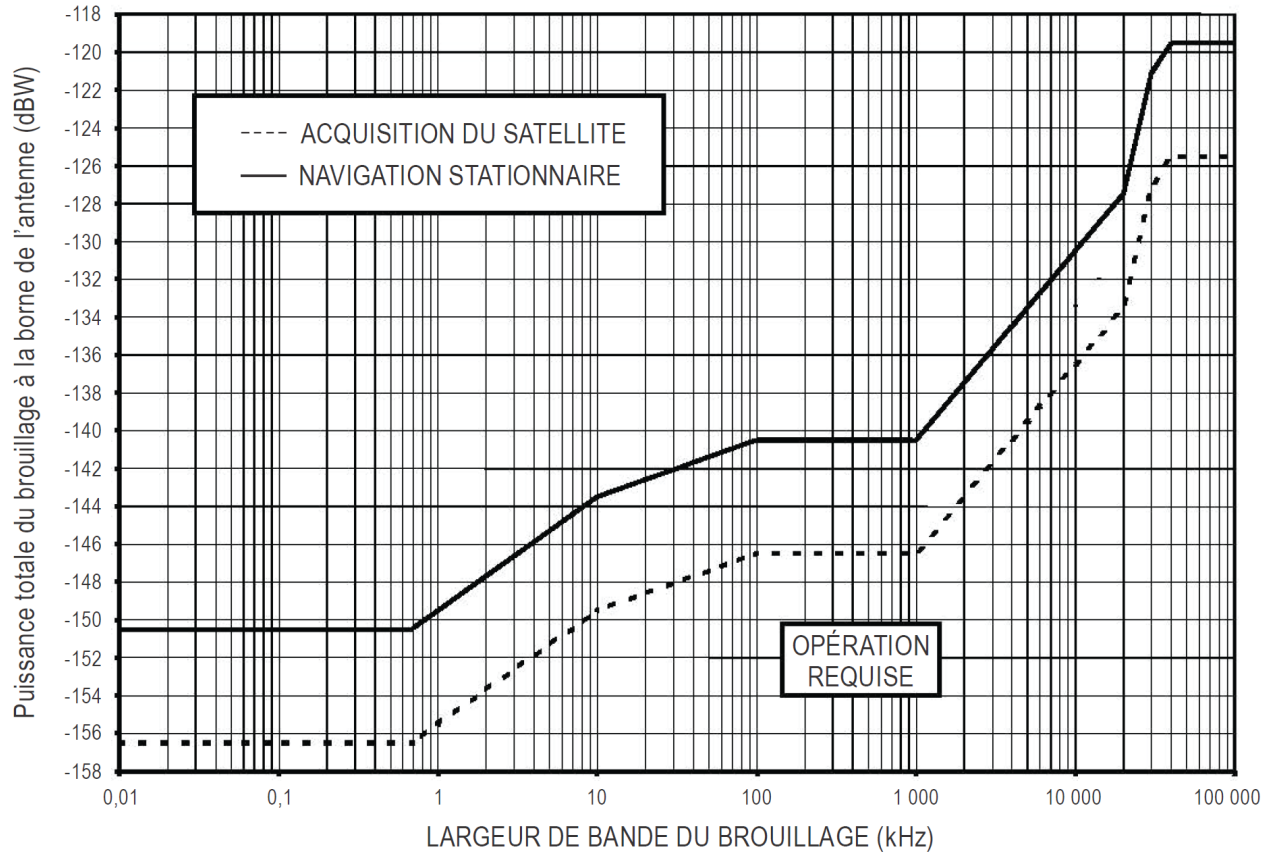
**Tableau TAB-08C. Récepteurs BDS B2a en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée**

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 FIG-08C. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs BDS B2a**



**Figure B-17. Seuil de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs GPS L1 et SBAS L1**

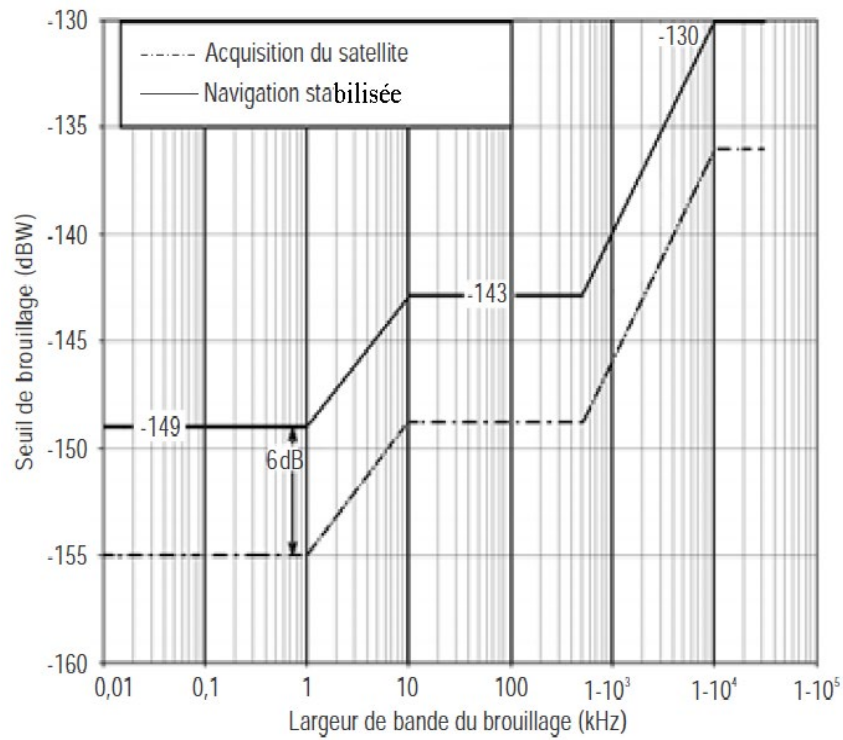


Figure B-18. Seuil de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1

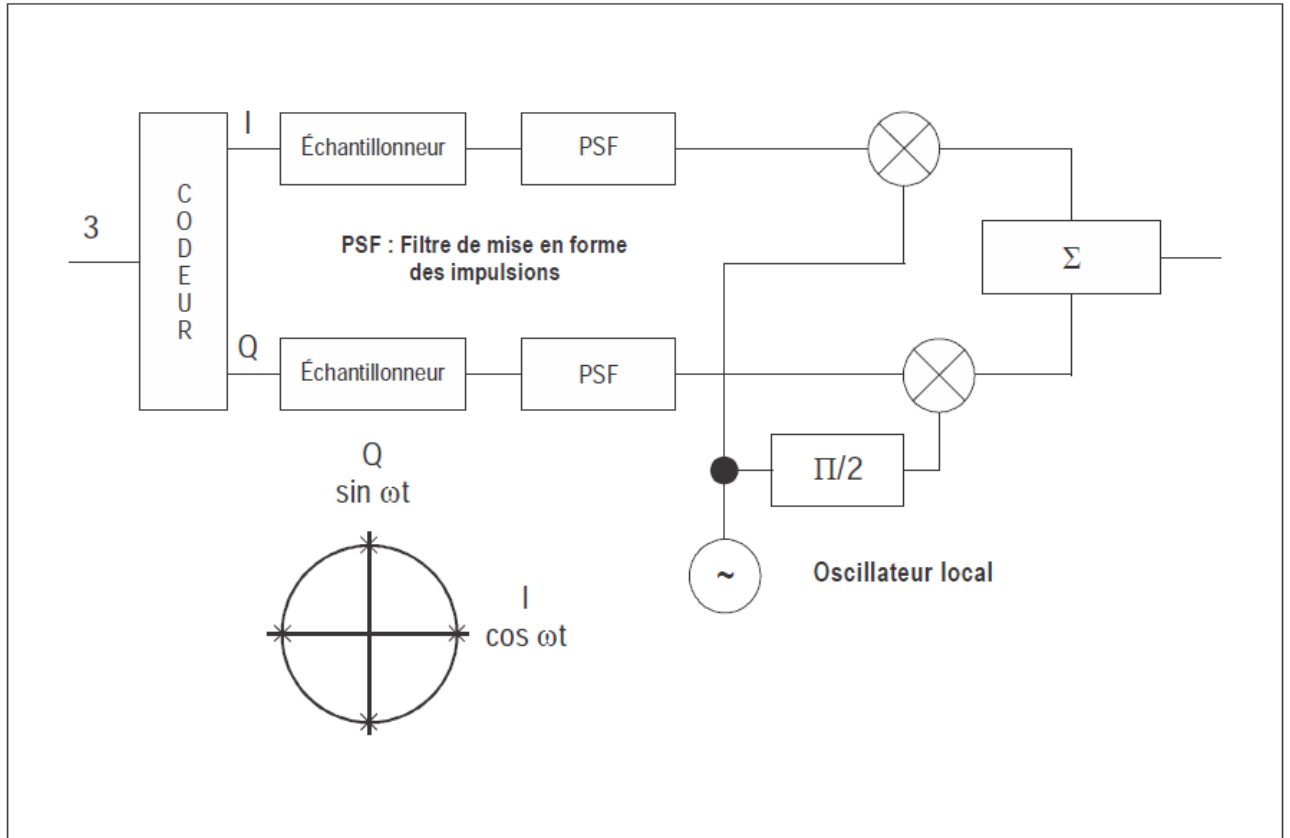


Figure B-19. Exemple de modulation de données



**Tableau B-87. Seuils du brouillage par impulsions**

	<b>GPS L1, Galileo L1, et SBAS L1</b>	<b>GLONASS AMRF</b>	<b>GLONASS AMRC</b>	<b>BDS</b>	<b>BDS B1I</b>
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 B-88A, et le gain d'antenne maximal ne doit pas dépasser +4 dBic pour les angles de site supérieurs à 5



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**AMENDEMENT 5 DU RAS 10**  
**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**  
**Volume I**  
**Aides radio à la navigation**

Appendice B  
de 139  
Edition  
Date

Page APP B-129  
2  
Octobre 2023

degrés. Dans le cas des antennes à double fréquence, pour les angles de site au-dessus de l'horizon donnés et les deux fréquences, les gains d'élément d'antenne passive minimaux doivent être conformes aux indications du Tableau B-88B, et le gain d'élément d'antenne passive maximal doit être limité à +4 dBic pour les angles de site supérieurs à 75 degrés.

3.8.3 *Polarisation.* Les exploitants d'aéronef doivent s'assurer que l'antenne GNSS est à polarisation circulaire droite (sens des aiguilles d'une montre par rapport à la direction de propagation).

3.8.3.1 Le taux d'ellipticité de l'antenne, mesuré à l'axe de pointage, ne doit pas dépasser 3,0 dB. Dans le cas des antennes à double fréquence, le taux d'ellipticité mesuré dans une zone s'étendant de l'axe de pointage vers le bas jusqu'à 40 degrés par rapport à l'axe de pointage à tous les angles d'azimut doit être inférieur ou égal à 3 dB dans la bande de fréquences d'utilisation.





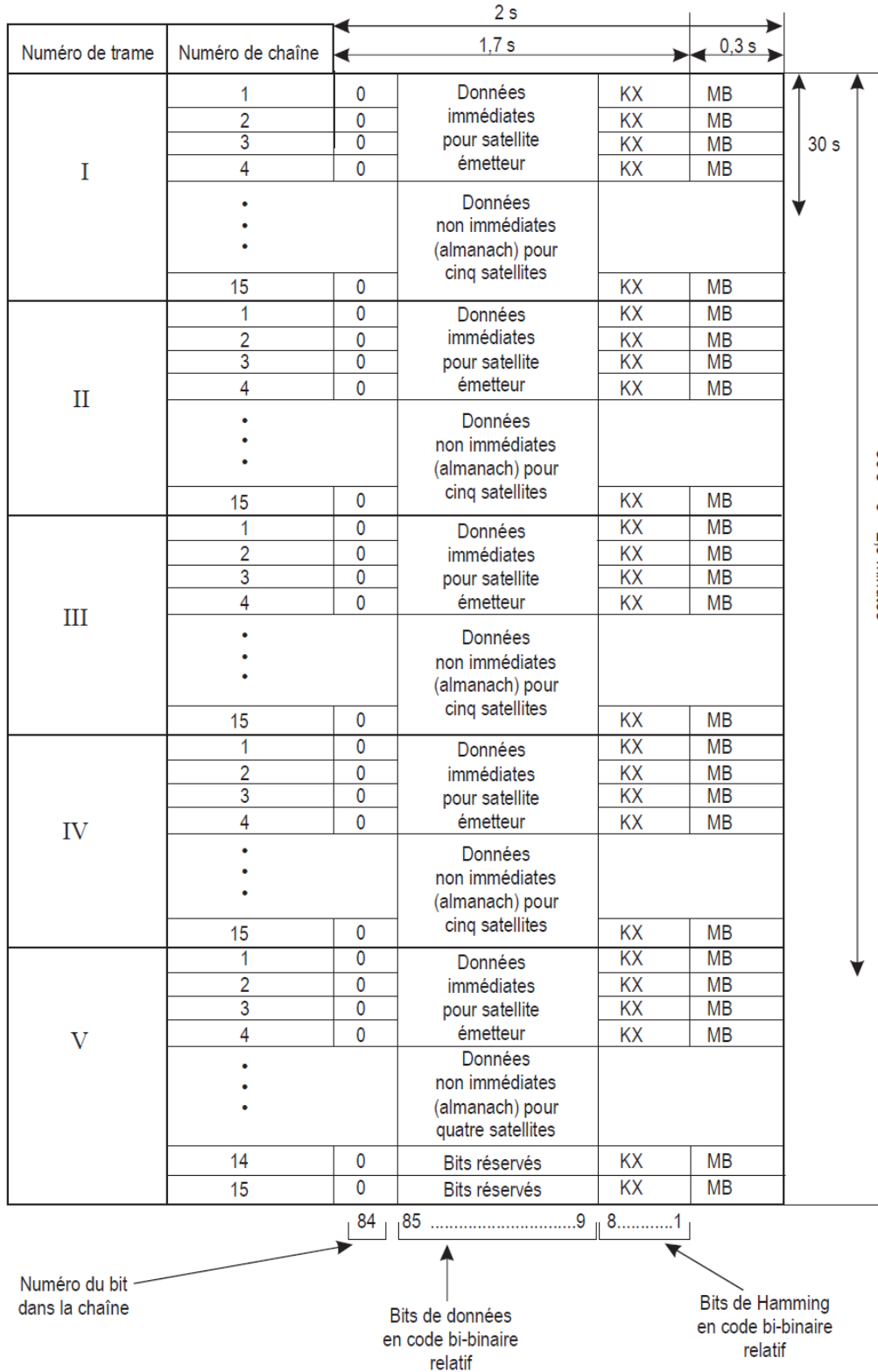
**Tableau B-88A. Gain d'antenne minimal — Antennes à fréquence unique pour GPS (L1), GLONASS (L1OF), BDS (B1C), BDS (B1I) et/ou SBAS L1**

Angle de site (en degrés)	Gain minimal dBic
0	-7
5	-5,5
10	-4
15 à 90	-2,5

**Tableau B-88B. Gain d'antenne minimal — Antennes double fréquence pour GPS (L1/L5), GLONASS (L1OC/L3OC), Galileo (E1/E5a), BDS (B1C/B2a) et/ou SBAS (L1/L5)**

Angle de site (en degrés)	Gain minimal dBic
0	-7
5	-4,5
10	-3,0
15	-1,5
30	0,5
≥ 75	1,5

(...)



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

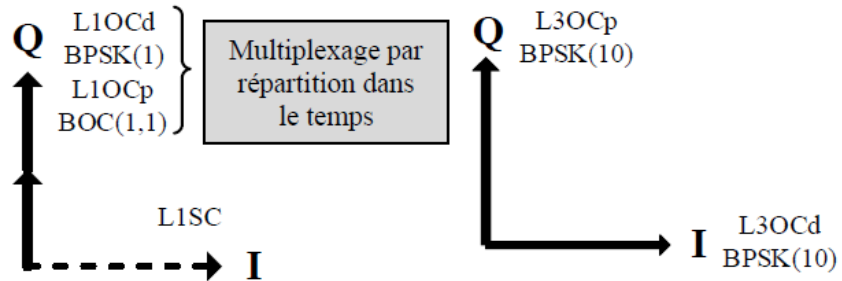


Figure B-7A. : Structure des signaux L1OC et L3OC

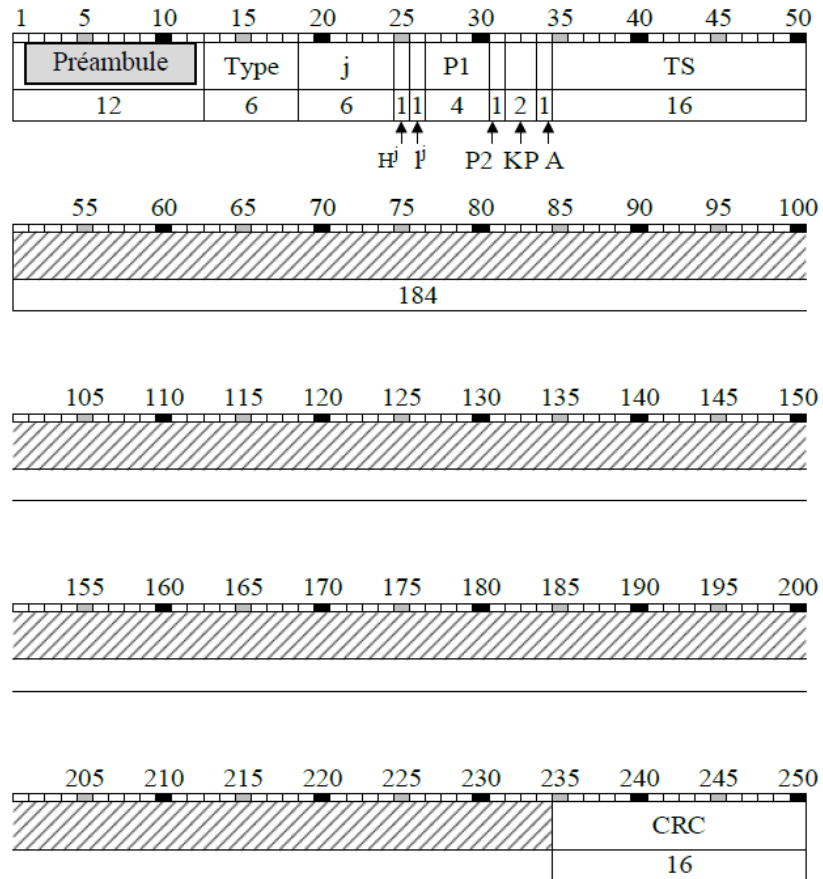


Figure B-7B. Structure générale des chaînes de données du signal L1OCd

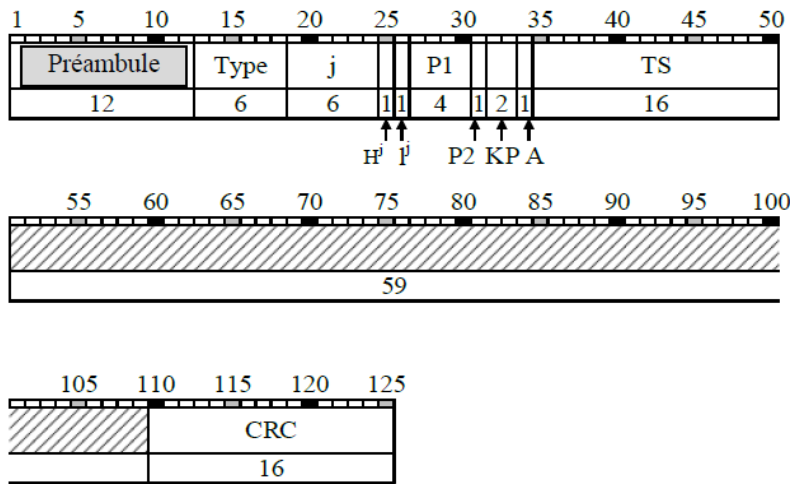


Figure B-7C. Chaîne de données anormale de type 1 du signal L1OCd

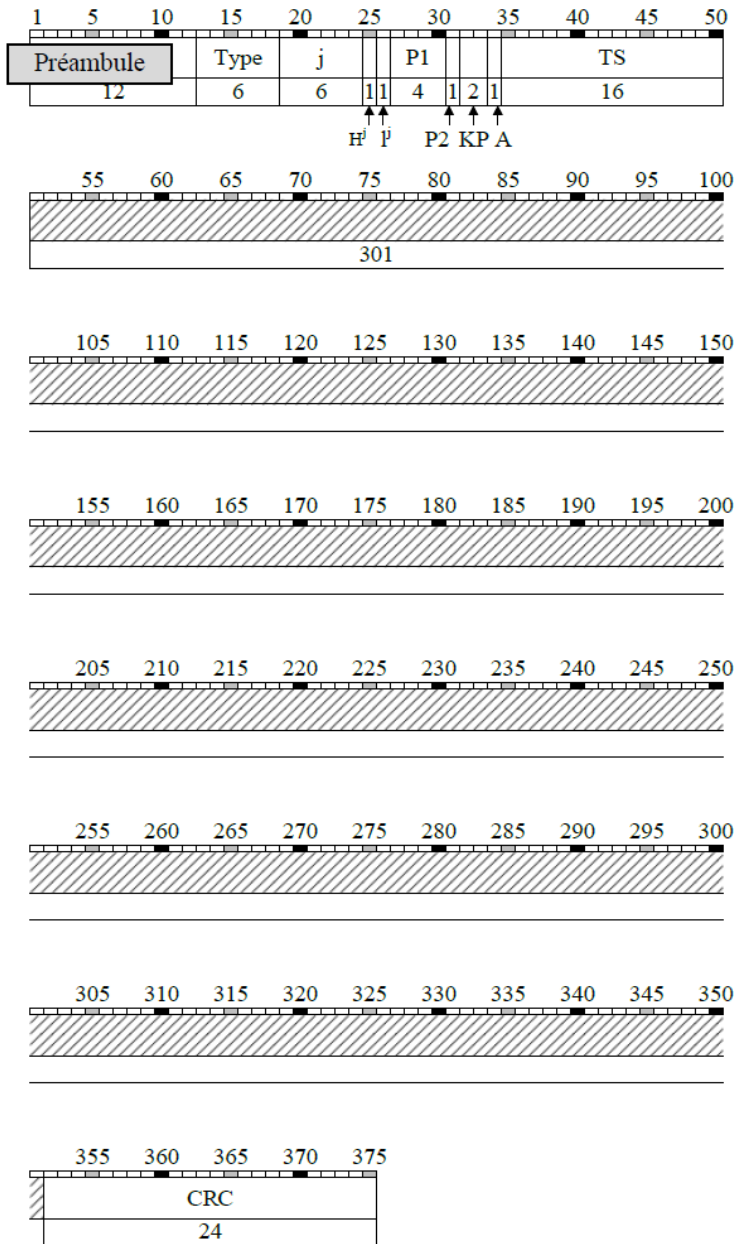


Figure B-7D. Chaîne de données anormale de type 2 du signal L1OCd

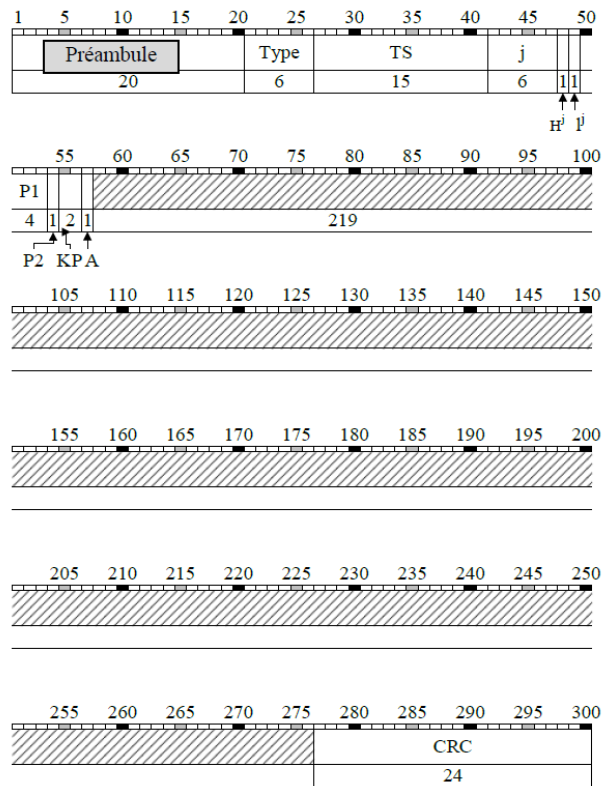


1	m	4	2	2	t <sub>k</sub>		12	x <sub>n</sub> '(t <sub>b</sub> )		24	x <sub>n</sub> "(t <sub>b</sub> )		5	x <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> )		27	KX		8	MB							
		*	P1																								
(P2)	m	4	3	1	t <sub>b</sub>		5	y <sub>n</sub> '(t <sub>b</sub> )		24	y <sub>n</sub> "(t <sub>b</sub> )		5	y <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> )		27	KX		8	MB							
		B <sub>1</sub>																									
(P3)	m	4	1	1	γ <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> )		11	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							
4	m	4	τ <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> )		22	Δτ <sub>n</sub>		5	E <sub>n</sub>		*	P <sub>4</sub>		14	1	4	3	N <sub>T</sub>		11	n		5	M		8	MB
5	m	4	N <sup>A</sup>		11	τ <sub>c</sub>		32	1	1	5	N <sub>4</sub>		22	1		τ <sub>GPS</sub>		22	1		I <sub>n</sub>		8	MB		
6	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				
7	m	4	ω <sup>A</sup> <sub>n</sub>		16	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>		21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>		22	H <sub>n</sub> <sup>A</sup>		5	I <sub>n</sub>		7	KX		8	MB						
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				
9	m	4	ω <sup>A</sup> <sub>n</sub>		16	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>		21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>		22	H <sub>n</sub> <sup>A</sup>		5	I <sub>n</sub>		7	KX		8	MB						
10	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				
11	m	4	ω <sup>A</sup> <sub>n</sub>		16	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>		21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>		22	H <sub>n</sub> <sup>A</sup>		5	I <sub>n</sub>		7	KX		8	MB						
12	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				
13	m	4	ω <sup>A</sup> <sub>n</sub>		16	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>		21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>		22	H <sub>n</sub> <sup>A</sup>		5	I <sub>n</sub>		7	KX		8	MB						
14	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				
15	m	4	ω <sup>A</sup> <sub>n</sub>		16	τ <sub>λ,n</sub> <sup>A</sup>		21	ΔI <sub>n</sub> <sup>A</sup>		22	H <sub>n</sub> <sup>A</sup>		5	I <sub>n</sub>		7	KX		8	MB						

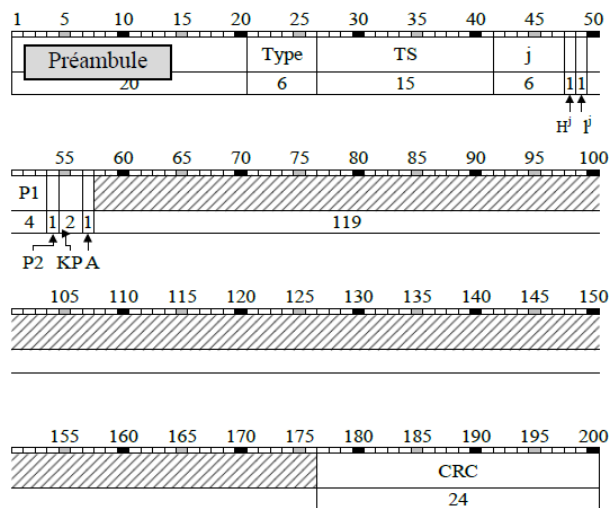
\* Bits réservés dans la trame.

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-8. Structure des trames 1 à 4



**Figure B-8A. Structure générale des chaînes de données du signal L3OCd**



**Figure B-8B. Chaîne de données anormale de type 1 du signal L3OCd**

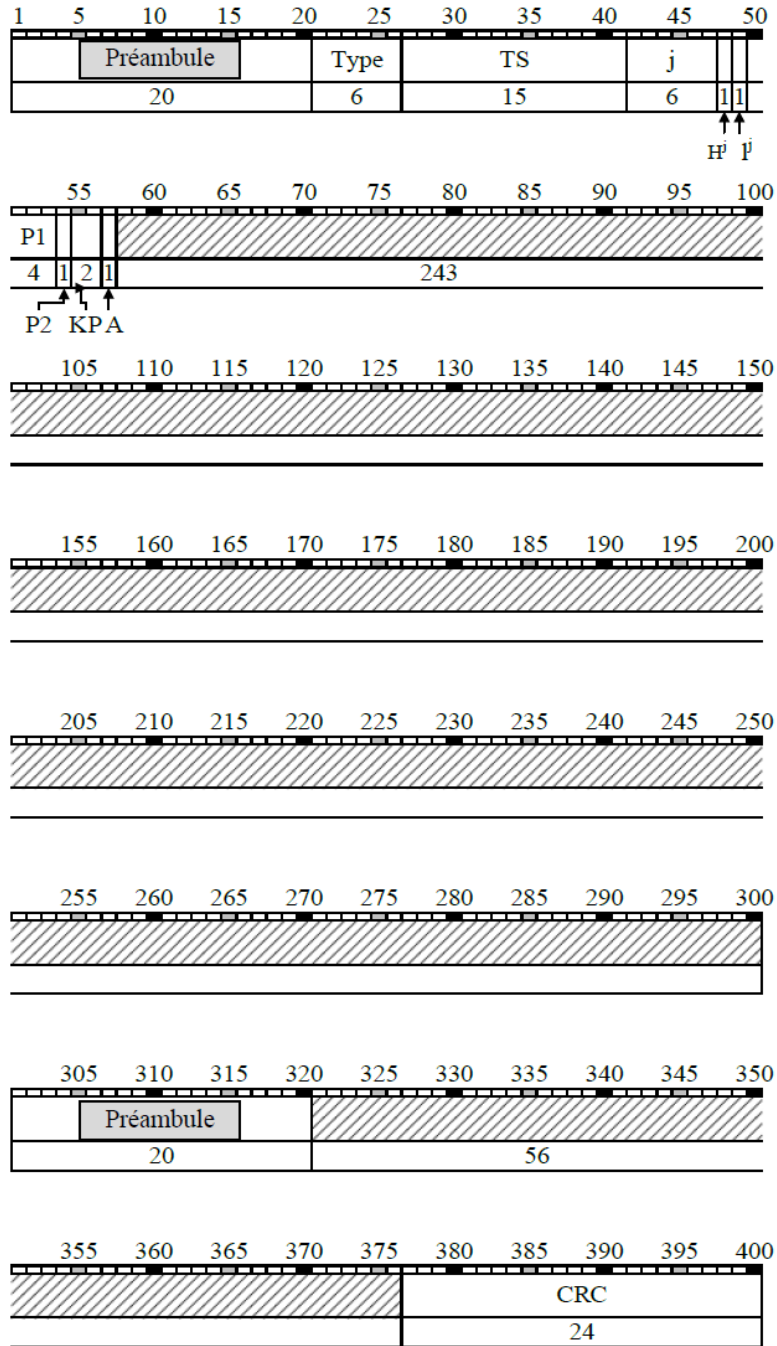



Figure B-8C. Chaîne de données anormale de type 2 du signal L3OCd

(...)



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Supplément D de 59 Edition Date	Page SUPP D-1  2 Octobre 2023
--	---	---------------------------------------	--

## SUPPLEMENT D – ELEMENTS INDICATIFS RELATIFS A L'APPLICATION DES SPECIFICATIONS SUR LE SYSTEME MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS)

### 3. Critères de performance relatifs aux systèmes de navigation

(,,)

#### 3.2 Précision

(...)

3.2.9 Les récepteurs SBAS et GBAS seront plus précis, et leur précision sera caractérisée en temps réel, les récepteurs utilisant des modèles d'erreur normalisés décrits à l'Appendice B, § 3.5, pour le SBAS et à l'Appendice B, § 3.6, pour le GBAS.

*Note 1.— Le terme « récepteur SBAS » désigne l'avionique GNSS répondant au moins aux exigences relatives à un récepteur SBAS définies à l'Annexe 10, volume I, et aux spécifications du document RTCA/DO-229D après le Changement 1 (ou un équivalent) ou du document ED-259 de l'EUROCAE (ou un équivalent).*


*Note 2.— Le terme « récepteur GBAS » désigne l'avionique GNSS répondant au moins aux exigences relatives à un récepteur GBAS définies à l'Annexe 10, Volume I, et aux spécifications des documents de la RTCA sur les types de performances applicables,, amendés par les documents TSO de la Federal Aviation Administration des États-Unis (ou un équivalent).*

(...)

### 3.3 Intégrité et délai d'alarme

(...)

3.3.14 Les systèmes de renforcement du GNSS qui utilisent une seule fréquence subissent aussi plusieurs effets atmosphériques, principalement attribuables à l'ionosphère. Les variations spatiales et temporelles de l'ionosphère affecteront surtout la navigation à une seule fréquence parce qu'elles peuvent causer des erreurs de retard ionosphérique locales ou régionales qui ne peuvent pas être corrigées dans les architectures SBAS L1 ou GBAS en raison de la définition des protocoles des messages et de l'échantillonnage clairsemé assuré par les systèmes de renforcement. Ces événements sont rares et leur probabilité varie d'une région à l'autre, mais ils ne seront sans doute pas négligeables. Les erreurs ainsi causées peuvent être assez importantes pour produire des informations trompeuses et il faut les atténuer dès la conception du système en tenant compte de leurs incidences dans les paramètres diffusés (par exemple,  $\sigma_{iono\_vert}$  dans le GBAS), et en surveillant les conditions extrêmes où les paramètres diffusés ne suffisent pas. La probabilité que ces événements se produisent doit être prise en compte dans l'élaboration de tout dispositif de surveillance du système. Les systèmes de renforcement satellitaires (SBAS) double fréquence utilisent des pseudodistances qui ne tiennent pas compte des effets ionosphériques afin d'éliminer le retard ionosphérique

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59      Page SUPP D-2</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	--

de premier ordre dans le calcul de la position. Le niveau de protection double fréquence tient compte d'une légère erreur afin de limiter les erreurs ionosphériques résiduelles et de réduire considérablement l'incidence des variations locales et temporelles des retards dus à l'ionosphère sur la solution de navigation.

3.3.15 Les erreurs dues aux trajets multiples qui se produisent aux récepteurs de référence au sol sont un autre effet environnemental dont il faut tenir compte dans la conception du système sol ; ces erreurs dépendent de l'environnement physique des antennes de la station de surveillance ainsi que de l'angle de site des satellites et de la durée de la poursuite des satellites.

3.3.16 Le SBAS doit garantir l'intégrité de ses corrections diffusées, comme l'exige le chapitre 3, § 3.7.2.4, dans toute sa zone de couverture. Cette spécification s'applique également hors de la zone de service prévue, où les récepteurs des utilisateurs pourraient naviguer en utilisant soit une solution de navigation SBAS, si celle-ci est disponible, soit une solution de navigation L1 avec détection et exclusion des anomalies (FDE) qui combine des satellites avec corrections SBAS et des satellites sans corrections SBAS. Les corrections SBAS DFMC ne sont pas destinées à être utilisées dans une solution de navigation avec FDE. Les contributions du SBAS L1 à une solution de navigation FDE à une seule fréquence se limitent à assurer l'intégrité des corrections transmises. Les systèmes SBAS doivent être conformes à toutes les spécifications d'intégrité définies dans le chapitre 3, Tableau 3.7.2.4-1, pour tous les types d'opérations, allant des opérations en route aux opérations de catégorie I, dans la zone de couverture quand, pour une opération donnée, les niveaux de protection horizontale et verticale se trouvent au-dessous des seuils d'alarme correspondants. Ces spécifications sont particulièrement importantes pour les opérations avec guidage vertical au SBAS qui ne sont pas contrôlées par bloc de données FAS.

(...)

### 3.5 Disponibilité

#### 3.5.6 Détermination de la disponibilité du GNSS

Note.— Le Supplément F contient des éléments indicatifs supplémentaires sur la disponibilité et la fiabilité des moyens de radiocommunication et des aides radio à la navigation.

3.5.6.1 La disponibilité du GNSS est compliquée par le déplacement des satellites par rapport à la zone de couverture considérée et les délais parfois longs de remise en service des satellites défectueux. La mesure précise de la disponibilité exigerait de nombreuses années, puisqu'il faudrait y consacrer une période de durée supérieure à la moyenne des temps de bon fonctionnement (MTBF) et aux délais de réparation. Il faut donc définir, dès la conception du système, la disponibilité recherchée, puis la vérifier par analyse et modélisation. La modélisation de la disponibilité devrait tenir compte des modèles d'erreurs ionosphériques, troposphériques et du récepteur utilisés par le récepteur pour vérifier l'intégrité (par exemple, le calcul des valeurs niveau de protection horizontale (HPL), niveau de protection latérale (LPL) et niveau de protection verticale (VPL)). La disponibilité spécifiée au Chapitre 3, § 3.7.2.4 est la disponibilité calculée.

3.5.6.2 La disponibilité de l'ABAS, du GBAS et du SBAS doit être évaluée en comparant les performances renforcées aux spécifications opérationnelles du chapitre 3, § 3.7.2.4. La disponibilité de l'ABAS, du GBAS et du SBAS n'est pas directement liée aux normes sur la disponibilité du service des constellations de base qui figurent au chapitre 3. L'analyse de disponibilité est basée sur le nombre de satellites utilisables de la ou des constellations et sur les performances du ou des systèmes de renforcement. Des informations sur les satellites et les créneaux opérationnels figurent dans les normes sur la disponibilité des satellites, créneaux et constellations ou dans les éléments indicatifs pour chaque constellation de base.




Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**AMENDEMENT 5 DU RAS 10**  
**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**  
**Volume I**  
**Aides radio à la navigation**

Supplément D  
de 59  
Edition  
Date

Page SUPP D-3  
2  
Octobre 2023

(...)

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Supplément D de 59      Page SUPP D-4 Edition      2 Date      Octobre 2023</p>
--	--	--

## 4. Eléments de base du GNSS

### 4.1 Constellations de base

#### 4.1.1 GPS


*Note.*— Les documents Global Positioning System Standard Positioning Service — Performance Standard (septembre 2008) *GPS SPS PS*, *IS GPS-200K* et *IS-GPS-705F* contiennent des renseignements supplémentaires sur le GPS.

4.1.1.1 Les spécifications de performance pour la L1 en code C/A sont définies en supposant qu'un récepteur représentatif du SPS est utilisé. Un récepteur représentatif présente les caractéristiques suivantes :

- a) conçu conformément à la norme IS-GPS-200K ;
- b) poursuit le signal électromagnétique du SPS transmis sur la fréquence unique L1 en code C/A par tous les satellites visibles au-dessus d'un angle de masquage de 5° ;
- c) utilise la mise en œuvre la plus récente du système de coordonnées orthogonal dextrorsum, géocentrique, à axes fixes (ECEF) du système géodésique mondial — 1984 (WGS-84) pour calculer la position du satellite et la distance géométrique ;
- d) génère une solution de position et de temps à partir des données diffusées par tous les satellites visibles transmettant les PRN 1 à 32 ;
- e) compense les effets dynamiques du décalage Doppler sur la phase nominale de la porteuse du signal de mesure de distance SPS et les mesures du code C/A ;
- f) exclut de la solution de position les satellites marginaux et ceux qui ne sont pas en état de fonctionner ;
- g) emploie des données d'éphémérides et d'horloge à jour et intrinsèquement cohérentes dans les intervalles d'ajustement des courbes respectifs pour tous les satellites utilisés dans la solution de position ;
- h) cesse la poursuite lorsqu'un satellite GPS arrête de transmettre un signal qui peut être suivi.

La précision du transfert de temps s'applique aux données du message de navigation diffusé, qui ramène le temps du SPS du GPS au temps UTC du U.S. Naval Observatory. Un récepteur de 12 canaux satisfera aux performances spécifiées au Chapitre 3, § 3.7.3.1.1.1 et 3.7.3.1.1.2. Un récepteur qui ne peut poursuivre que quatre satellites (Appendice B, § 3.1.1.3.1.2) ne satisfera pas complètement aux performances de précision en position et de disponibilité.

*Note 1.*— Aucune norme de performance de précision en position de l'utilisateur n'est disponible à l'heure actuelle pour le fonctionnement en L5 uniquement parce qu'aucune norme de performance de disponibilité ou de continuité du signal électromagnétique n'a encore été définie pour les signaux L5. Les normes de performance en matière de disponibilité et de continuité des signaux L5 seront fournies avant toute déclaration en faveur d'un renforcement du SPS incluant le service L5. Les normes de performance pour les signaux L5 (précision en distance, fiabilité, défaillance majeure du service) sont établies pour le signal électromagnétique et ne mentionnent pas la notion de récepteur de l'utilisateur. Toutefois, il peut être utile, lors de l'examen des normes de précision et d'intégrité des signaux L5, de considérer que le récepteur de l'utilisateur devrait être conçu pour assurer un traitement des signaux L5 analogue à celui qu'il applique aux signaux L1, notamment en traitant ces signaux conformément à la norme IS-GPS-705, en surveillant en permanence l'état de fonctionnement du signal sur L5, en utilisant des données de navigation (CNAV) actualisées et intrinsèquement cohérentes et en utilisant uniquement les satellites désignés comme étant en état de fonctionner pendant les opérations normales du GPS.

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p style="text-align: center;"><b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Supplément D de 59 Edition Date</p>	<p>Page SUPP D-5   2 Octobre 2023</p>
--	---	--	---

*Note 2.* — Les conditions indiquant qu'un satellite est « en état de fonctionner », « marginal » ou « hors d'état de fonctionner » sont décrites dans le document [GPS SPS PS Section 2.3.2.](#)

4.1.1.2 *Précision en position.* La précision en position est mesurée au moyen d'un récepteur représentatif et d'un intervalle de mesure de 24 heures pour un point quelconque de la zone de couverture. La précision en positionnement et en temps ne s'applique qu'au signal électromagnétique (SIS) et ne tient pas compte de sources d'erreur telles que l'ionosphère, la troposphère, le brouillage, le bruit du récepteur et les trajets multiples. Afin de maintenir la rétrocompatibilité, la norme de précision en position est respectée avec un récepteur SPS représentatif ne poursuivant que les PRN 1 à 32.


4.1.1.3 *Précision en distance.* La spécification relative à la précision en distance s'applique aux opérations normales, ce qui signifie que les données de navigation actualisées sont transmises régulièrement aux satellites. La précision en distance est fonction de la transmission, par le satellite, d'informations indiquant qu'il est en état de fonctionner et de la transmission du code C/A par le satellite ; elle ne tient pas compte des défaillances des satellites en dehors des caractéristiques normales de fonctionnement. Les limites de précision en distance peuvent être dépassées lorsqu'il y a une défaillance ou une anomalie du satellite pendant que des données lui sont transmises. La limite d'erreur de distance est le maximum pour tout satellite mesuré sur un intervalle de 3 s en un point quelconque de la zone de couverture. La limite d'erreur sur l'accélération est le maximum pour tout satellite mesuré sur un intervalle de 3 s en un point quelconque de la zone de couverture. Dans des conditions nominales, tous les satellites suivent les mêmes normes ; il convient donc aux fins de la modélisation de la disponibilité de supposer que tous les satellites ont une erreur de mesure de distance pour l'utilisateur (URE) SIS RMS de 3,6 mètres. Les spécifications ne concernent que les erreurs de distance imputables au secteur spatial et au secteur de contrôle.

4.1.1.4 *Disponibilité.* La spécification relative à la disponibilité s'applique aux opérations normales, ce qui signifie que les données de navigation actualisées sont transmises régulièrement aux satellites. La disponibilité est le pourcentage du temps sur tout intervalle de 24 heures, pendant lequel l'erreur prévue de détermination de la position (95 %) (due aux erreurs du secteur spatial et du secteur de contrôle) est inférieure à son seuil en un point quelconque de la zone de couverture. Elle est basée sur un seuil horizontal de 15 mètres (95 %) et un seuil vertical de 33 mètres (95 %) ainsi que sur l'emploi d'un récepteur représentatif et le fonctionnement dans le volume de service pendant un intervalle de 24 heures. La disponibilité du service suppose une constellation qui répond aux critères du Chapitre 3, § 3.7.3.1.1.7. Comme il est indiqué pour la précision en position, afin de maintenir la rétrocompatibilité, la norme de disponibilité est respectée avec un récepteur SPS représentatif ne poursuivant que les PRN 1 à 32.

4.1.1.5 *Fiabilité.* La fiabilité est le pourcentage du temps dans un intervalle de temps donné pendant lequel l'URE SIS SPS instantanée se maintient dans la limite d'erreur de distance, en un point quelconque de la zone de couverture, pour tous les satellites GPS en état de fonctionner. La spécification de fiabilité est basée sur un intervalle de mesure d'un an et la moyenne des valeurs quotidiennes dans la zone de couverture. La pire fiabilité moyenne en un point suppose que la durée totale d'interruption de service de 18 heures se produira en ce point particulier (3 interruptions de 6 heures chacune).

#### 4.1.1.6 *Défaillance de service majeure*

4.1.1.6.1 Une défaillance de service majeure se définit comme un état au cours d'un intervalle pendant lequel une erreur instantanée du signal de mesure de distance d'un satellite GPS en état de fonctionner (à l'exclusion des erreurs atmosphériques et des erreurs du récepteur) dépasse la limite d'erreur de distance de 4,42 fois la précision de distance pour l'utilisateur (IURA) diffusée par un satellite pendant plus longtemps que le délai d'alarme (10 s) admissible. Une défaillance de service majeure ne se produit que si aucune alarme n'est émise dans le délai d'alarme de 10 secondes. Les événements durant lesquels l'erreur instantanée de distance pour l'utilisateur (URE) dépasse de 4,42 fois l'IURA pour une durée totale de moins de 10 secondes ne sont pas comptés comme des défaillances de service majeures. Une fois qu'une alarme a été émise, l'événement de défaillance de service majeure cesse d'avoir une incidence sur l'intégrité du SIS SPS.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Supplément D de 59	Page SUPP D-6
		Edition	2
		Date	Octobre 2023

4.1.1.6.2 L'URE SIS instantanée dépendra de la combinaison des composantes du SIS utilisées. Les normes relatives à la défaillance de service majeure s'appliquent aux utilisateurs de la fréquence unique et de la double fréquence qui utilisent les combinaisons de composantes du SIS mentionnées dans le Tableau D-X.

**Tableau D-X. Combinaisons de composantes du SIS du SPS du GPS**

Une seule porteuse, fréquence unique (SF)	Deux porteuses, double fréquence (DF)
Code C/A + données LNAV	codes (C/A + I5) + données CNAV
Code I5 + données CNAV	codes (C/A + Q5) + données CNAV
Code Q5 + données CNAV	codes (C/A + I5+Q5) + données CNAV
codes (I5+Q5) + données CNAV	

4.1.1.6.3 Pour les combinaisons de composantes du SIS utilisant des données LNAV, l'IAURA est égale à la limite supérieure de la valeur de l'URA correspondant à l'indice URA « N » actuellement diffusé par le satellite dans la sous-trame 1. Cette URA est spécifique au satellite émetteur. Pour les combinaisons de composantes du SIS utilisant des données CNAV, l'IAURA est la résultante quadratique (RSS) d'une fonction, dépendante de l'angle de site, de la limite supérieure de la composante  $URA_{ED}$  et d'une fonction, indépendante de l'angle de site, de la limite supérieure de la composante  $URA_{NED}$  actuellement émise par le satellite en messages de types 10 et 3x respectivement. Cette IAURA est également spécifique au satellite émetteur. Aucune IAURA n'est définie pour le signal électromagnétique d'un SPS marginal et il n'y a pas d'IAURA pour le signal électromagnétique d'un SPS hors d'état de fonctionner. Comme les URA et les IAURA varient dans le temps, une période de validité pour chacune est spécifiée dans les spécifications de l'interface GPS.

4.1.1.6.4 La valeur de déclenchement,  $R_{sat}$ , est définie comme la probabilité d'une défaillance de service majeure d'un satellite quelconque au cours d'une heure donnée lorsque l'URE instantanée maximale du SIS du SPS n'a pas dépassé 4,42 fois l'IAURA au début de cette heure. La durée moyenne de l'anomalie est d'une heure et la durée du pire scénario est de six heures.

4.1.1.6.5 Les probabilités d'une défaillance de service majeure d'un satellite particulier ( $P_{sat}$ ) et d'une défaillance de service majeure de causes communes pour plusieurs satellites ( $P_{const}$ ) sont des probabilités d'état instantané équivalant à la fraction de temps où l'URE instantanée du SIS du SPS dépasse de 4,42 fois l'IAURA pendant plus de 10 secondes sans qu'une alarme soit émise dans ces 10 secondes.


4.1.1.6.6 La probabilité de  $1 \times 10^{-5}$  indiquée au chapitre 3, § 3.7.3.1.1.4 correspond à un maximum de 3 défaillances de service majeures, d'une durée d'une heure, pour toute la constellation, par année, en supposant une constellation maximale de 32 satellites.

4.1.1.7 **Continuité** La continuité pour un satellite GPS en état de fonctionner est la probabilité que le SIS du SPS continue à fonctionner sans interruption imprévue au cours d'un intervalle de temps spécifié. Les interruptions prévues qui sont annoncées avec un préavis d'au moins 48 heures ne contribuent pas à une perte de continuité.

4.1.1.8 **Couverture** Le service de localisation standard dessert la zone de couverture terrestre, de la surface de la Terre jusqu'à une altitude de 3 000 km.

4.1.1.9 **Opérations normales.** En mode d'opérations normales, le secteur de contrôle télécharge régulièrement sur les satellites des données de messages de navigation (NAV) actualisées. Le SIS du SPS indique lorsque le satellite est en mode d'opérations normales en réglant sur « 0 » l'indicateur d'intervalle



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59      Page SUPP D-7</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	--

d'ajustement du flux de données LNAV du signal en code C/A, conformément à la norme IS-GPS-200K. Lorsque l'indicateur d'intervalle d'ajustement est réglé sur « 1 » (un), le satellite fonctionne en mode élargi. Des normes spéciales de précision du SIS du SPS s'appliquent au mode élargi. Voir l'IS-GPS-200K pour plus de détails sur l'indicateur d'intervalle d'ajustement.

*Note 1.— Il n'y a pas d'indicateur équivalent de « mode d'opérations normales » (indicateur d'intervalle d'ajustement) dans le flux de données CNAV sur le signal en code I5.*

*Note 2.— Des renseignements supplémentaires concernant les opérations normales figurent dans le GPS SPS PS, sections A.4.3.2 et A.4.3.3.*


## 4.1.2 GLONASS

*Note.— D'autres renseignements figurent dans les documents GLONASS FDMA ICD et GLONASS CDMA ICD General Description.*

**4.1.2.1 Hypothèses.** La spécification de performance est définie en supposant qu'un récepteur représentatif du canal de précision standard (CSA) est utilisé. Un récepteur représentatif présente les caractéristiques suivantes : conçu conformément à la norme ICD GLONASS ; utilise un angle de masquage de 5° ; utilise la mise en œuvre la plus récente du système de coordonnées PZ-90 et les paramètres de conversion PZ - 90 — WGS-84 indiqués à l'Appendice B, § 3.1.2.5.2, pour calculer la position du satellite et la distance géométrique ; génère une solution de position et de temps à partir des données diffusées par tous les satellites visibles ; compense les effets dynamiques du décalage Doppler sur la phase nominale de la porteuse du signal de mesure de distance CSA et les mesures du signal de précision standard ; exclut de la solution de position les satellites GLONASS qui ne sont pas en état de fonctionner ; emploie des données d'éphémérides et d'horloge à jour et intrinsèquement cohérentes pour tous les satellites utilisés dans la solution de position ; cesse la poursuite lorsqu'un satellite GLONASS arrête de transmettre le code de précision standard. La précision du transfert de temps s'applique à un récepteur stationnaire fonctionnant à un emplacement ayant fait l'objet d'un levé.

**4.1.2.2 Précision.** La précision est mesurée au moyen d'un récepteur représentatif et d'un intervalle de mesure de 24 heures pour un point quelconque de la zone de couverture. La précision en positionnement et en temps des solutions à fréquence unique ne s'applique qu'au signal électromagnétique (SIS) et ne tient pas compte de sources d'erreur telles que l'ionosphère, la troposphère, le brouillage, le bruit du récepteur et les trajets multiples. La précision des solutions à double fréquence tient compte des erreurs ionosphériques résiduelles. La précision est établie en supposant que les deux pires satellites des 24 satellites sont retirés de la constellation et que l'erreur de distance pour l'utilisateur (URE) SIS RMS de la constellation est de 6 mètres.

**4.1.2.3 Précision en distance.** La précision en distance est fonction de l'indication par le satellite qu'il est en état de fonctionner et de la transmission du code de précision standard par le satellite ; elle ne tient pas compte des défaillances des satellites en dehors des caractéristiques normales de fonctionnement. Les limites de précision en distance peuvent être dépassées lorsqu'il y a une défaillance ou une anomalie du satellite pendant que des données lui sont transmises. Le dépassement de la limite d'erreur de distance constitue une défaillance de service majeure (§ 4.1.2.6). La limite d'erreur de distance est le maximum pour tout satellite mesuré sur un intervalle de 3 s en un point quelconque de la zone de couverture. La limite d'erreur sur l'accélération est le maximum pour tout satellite mesuré sur un intervalle de 3 s en un point quelconque de la zone de couverture. La précision de l'erreur de distance sur tous les satellites est le seuil de 95% de l'URE de tous les satellites sur un intervalle de 24 heures en un point quelconque de la zone de couverture. La précision de l'erreur de distance, quel que soit le satellite, est calculée sur un intervalle de 30 jours. Dans des conditions nominales, tous les satellites suivent les mêmes normes ; il convient donc aux fins de la modélisation de la disponibilité de supposer que tous les satellites ont une URE SIS RMS de 6 mètres. Les spécifications ne concernent que les erreurs de distance imputables au secteur spatial et au secteur de contrôle.

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Supplément D de 59 Edition Date</p>	<p>Page SUPP D-8  2 Octobre 2023</p>
--	--	--	--

4.1.2.4 *Disponibilité.* La disponibilité est le pourcentage du temps sur tout intervalle de 24 heures, pendant lequel l'erreur prévue de détermination de la position (95 %) (due aux erreurs du secteur spatial et du secteur de contrôle) est inférieure à son seuil en un point quelconque de la zone de couverture. Elle est basée sur un seuil horizontal de 12 m (40 ft) et un seuil vertical de 25 m (80 ft) ainsi que sur l'emploi d'un récepteur représentatif et le fonctionnement dans le volume de service pendant un intervalle de 24 heures. La disponibilité du service suppose la pire combinaison de deux satellites hors service.

4.1.2.4.1 *Disponibilité des satellites/constellations.* Il y a 24 satellites opérationnels disponibles en orbite avec une probabilité de 0,95 (moyenne pour un jour quelconque), un satellite étant opérationnel s'il est capable de transmettre, sans nécessairement transmettre, un signal de mesure de distance utilisable. Au moins 21 satellites des 24 positions nominales du plan/créneau orbital doivent être en état de fonctionner et transmettre un signal de navigation avec une probabilité de 0,98 (moyenne annuelle).

4.1.2.5 *Fiabilité.* La fiabilité est le pourcentage du temps dans un intervalle de temps donné pendant lequel l'URE SIS CSA instantanée se maintient dans la limite d'erreur de distance, en un point quelconque de la zone de couverture, pour tous les satellites GLONASS en état de fonctionner. La spécification de fiabilité est basée sur un intervalle de mesure d'un an et la moyenne des valeurs quotidiennes dans la zone de couverture. La fiabilité moyenne en un point suppose que la durée totale d'interruption de service de 18 heures se produira en ce point particulier (trois interruptions de six heures chacune).

4.1.2.6 *Défaillance de service majeure.* Une défaillance de service majeure se définit comme un état au cours d'un intervalle pendant lequel une erreur du signal de mesure de distance d'un satellite GLONASS en état de fonctionner (à l'exclusion des erreurs atmosphériques et des erreurs du récepteur) dépasse la limite d'erreur de distance de 70 m (définie au Chapitre 3, § 3.7.3.1.2.4).

4.1.2.7 *Dysfonctionnement de constellation.* Un dysfonctionnement de constellation se définit comme un état au cours d'un intervalle pendant lequel une erreur du signal de mesure de distance, qui est attribuable à une même cause et qui touche plus d'un satellite GLONASS en état de fonctionner (à l'exclusion des erreurs atmosphériques et des erreurs du récepteur), dépasse la limite d'erreur de distance de 70 m (comme il est défini au chapitre 3, § 3.7.3.1.2.5).

4.1.2.8 *Continuité.* La continuité pour un satellite GLONASS en état de fonctionner est la probabilité que le SIS du système GLONASS continue à fonctionner sans interruption imprévue au cours d'un intervalle de temps spécifié. Les interruptions prévues qui sont annoncées avec un préavis d'au moins 48 heures ne contribuent pas à une perte de continuité.

4.1.2.9 *Couverture.* Le CSA GLONASS dessert la zone de couverture terrestre, de la surface de la Terre jusqu'à une altitude de 2 000 km.


4.1.2.10 *Temps GLONASS.* Le temps GLONASS est fondé sur l'heure du synchroniseur central GLONASS. Les variations journalières de l'horloge à hydrogène de ce dernier n'excèdent pas  $5 \times 10^{-14}$ . L'écart entre le temps GLONASS et l'échelle de temps nationale UTC-SU ne dépasse pas 1 ms, et le message de navigation contient des données permettant d'établir la correspondance à 0,7  $\mu$ s près.

4.1.2.10.1 *Transformation des données GLONASS-M sur la date du jour en format commun.* Le paramètre NT du message de navigation du satellite contient des données sur la date du jour. Ces données peuvent être transformées en format commun au moyen de l'algorithme suivant :

- a) Le numéro de l'année courante J dans l'intervalle de quatre ans est calculé comme suit :
- |                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| si $1 \leq N_T \leq 366$ ;         | J = 1 ; |
| si $367 \leq N_T \leq 731$ ;       | J = 2 ; |
| si $732 \leq N_T \leq 1\ 096$ ;    | J = 3 ; |
| si $1\ 097 \leq N_T \leq 1\ 461$ ; | J = 4.  |





 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59      Page SUPP D-10</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	---

g) n'utilise pas les données de navigation (éphémérides, correction d'horloge du satellite et paramètres du SISA) au-delà de la durée maximale de validité de 4 heures.

#### 4.1.3.2 Précision en position

4.1.3.2.1 *Précision en position pour le service ouvert de Galileo à fréquence unique.* La précision en position horizontale/verticale est mesurée au moyen d'un récepteur représentatif et d'un intervalle de mesure de 30 jours pour un point quelconque de la zone de couverture. La position est calculée à l'aide d'un SIS à fréquence unique en état de fonctionner. La précision en positionnement et en temps ne s'applique qu'au SIS et ne tient pas compte de sources d'erreur telles que l'ionosphère, la troposphère, le brouillage, le bruit du récepteur et les trajets multiples.


4.1.3.2.2 *Précision en position pour le service ouvert de Galileo à double fréquence.* La précision en position horizontale/verticale est mesurée au moyen d'un récepteur représentatif et d'un intervalle de mesure de 30 jours pour un point quelconque de la zone de couverture. La position est calculée à l'aide d'un SIS à double fréquence en état de fonctionner. La précision en positionnement et en temps ne s'applique qu'au SIS et ne tient pas compte de sources d'erreur telles que l'ionosphère, la troposphère, le brouillage, le bruit du récepteur et les trajets multiples.

4.1.3.3 *Précision en distance.* La précision en distance de Galileo est définie comme une mesure statistique d'une série chronologique d'erreur de distance du SIS. Elle n'est mesurée que pour des périodes de temps où le SIS émis est en état de fonctionner. La précision en distance de Galileo est évaluée à toutes les valeurs d'âge des données, c'est-à-dire que la série chronologique des erreurs de distance du SIS examinera le message de navigation à l'âge des données auquel il a été observé. Elle est calculée pour les utilisateurs de la fréquence unique et de la double fréquence. La limite d'erreur de distance est le maximum pour tout satellite mesuré sur un intervalle de 3 s en un point quelconque de la zone de couverture. Le 95<sup>e</sup> percentile de la précision de l'erreur du SIS pour tout satellite est calculé sur un intervalle de 30 jours. Le 99,9<sup>e</sup> percentile de la précision de l'erreur du SIS pour tout satellite est normalisé annuellement.

4.1.3.3.1 *Précision du SIS.* La précision du SIS est une prédiction de l'écart-type minimum (1 sigma) de la distribution de Gauss non biaisée qui englobe la distribution prévisible de l'erreur de distance du SIS pour tous les emplacements possibles de l'utilisateur dans la zone de couverture du satellite. Le paramètre du SISA, diffusé dans le message de navigation du SIS de Galileo, donne à l'utilisateur une indication de la précision du SIS conformément à l'Appendice B, § 3.1.3.1.3.4.2. Le paramètre du SISA peut assumer 255 valeurs. Néanmoins, lorsqu'il est utilisé pour déterminer l'état du SIS d'un satellite de Galileo, il doit être considéré comme un indicateur binaire, ses seules valeurs significatives étant « pas de prédiction de précision disponible » (NAPA) lorsque le SISA = 255 ou « non NAPA » lorsque le SISA ≠ 255. Les valeurs du SISA de 126 à 254 sont décrites comme des valeurs de réserve, et devraient être considérées comme « non NAPA ».

4.1.3.3.2 *BGD de Galileo.* Le BGD de Galileo est l'estimation du temps de propagation de groupe entre les différentes fréquences d'un satellite particulier de Galileo. Il est fourni dans le cadre des données de navigation diffusées par Galileo comme il est précisé dans l'Appendice B, § 3.1.3.1.3.1 et 3.1.3.1.3.2.

4.1.3.4 *Précision de la détermination du temps UTC de Galileo.* La précision de la détermination du temps UTC de Galileo dépend à la fois de l'erreur de détermination instantanée du GST et de l'erreur dans la diffusion des paramètres de conversion GST-UTC. Le second élément est défini comme la précision de la diffusion du temps UTC du SIS de Galileo.

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Supplément D de 59      Page SUPP D-11</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	---

**4.1.3.4.1** *Précision de la diffusion du temps UTC du SIS de Galileo.* La précision de la diffusion du temps UTC du SIS de Galileo est définie comme le 95e percentile de l'erreur des paramètres de conversion GST/UTC diffusés. La précision de la diffusion du temps UTC du SIS de Galileo est la composante SIS de la détermination d'ensemble du temps UTC de l'utilisateur qui est dérivée de la précision des paramètres GST-UTC diffusés. Elle ne comprend pas d'effets qui échappent au contrôle de l'exploitant de Galileo comme les contributions locales de l'utilisateur selon les récepteurs ou les effets atmosphériques.

**4.1.3.5** *Disponibilité du service.* La disponibilité du service est le pourcentage du temps sur un intervalle de 30 jours, pendant lequel l'erreur prévue de détermination de la position (95 %) (due aux erreurs du secteur spatial et du secteur de contrôle) est inférieure à son seuil en un point quelconque de la zone de couverture. Elle est basée sur un seuil horizontal de 10 m (95 %) et un seuil vertical de 16 m (95 %) ainsi que sur l'emploi d'un récepteur représentatif et le fonctionnement dans le volume de service pendant l'intervalle de 30 jours. La disponibilité du service suppose une constellation qui remplit les critères définis au § 4.1.3.5.1.

**4.1.3.5.1** *Disponibilité du SIS par créneau/constellation.* La probabilité qu'un créneau opérationnel dans la constellation de Galileo soit occupé par un satellite transmettant un SIS en état de fonctionner est supérieure à 0,95 (normalisée annuellement). Pour la configuration de base de Galileo, la probabilité qu'au moins 21 satellites des 24 positions nominales du créneau orbital soient en état de fonctionner et transmettent un signal de navigation est supérieure à 0,97 (normalisée annuellement). La disponibilité du SIS par constellation peut être dérivée de la disponibilité du SIS par créneau au moyen d'un modèle binomial.


#### **4.1.3.6** *Probabilité de défaillance*

**4.1.3.6.1**  *$P_{sat}$ .*  $P_{sat}$  est la probabilité que l'erreur instantanée du signal de mesure de distance d'un satellite de Galileo en état de fonctionner (à l'exception des erreurs atmosphériques et des erreurs du récepteur) dépasse  $k$  fois la précision de distance pour l'utilisateur de Galileo (URA de Galileo). L'URA de Galileo dans la définition de  $P_{sat}$  correspond à  $\sigma_{URA,DF}$  ou à  $\sigma_{URA,SF}$  pour les utilisateurs de la double fréquence ou de la fréquence unique, respectivement.  $k$  est le nombre d'écart-types par rapport à la moyenne correspondant à une probabilité de  $P_{sat}$  dans une distribution normale. Le facteur  $k$  est 4,17, correspondant à  $3 \times 10^{-5}$  la valeur  $P_{sat}$ .  $P_{sat}$  s'applique aux utilisateurs de la fréquence unique et de la double fréquence, à n'importe quel moment et emplacement dans la zone de visibilité du satellite.

**4.1.3.6.2**  *$P_{const}$ .*  $P_{const}$  est la probabilité que les erreurs instantanées du signal de mesure de distance de deux satellites de Galileo ou plus en état de fonctionner (à l'exception des erreurs atmosphériques et des erreurs du récepteur) dépasse  $k$  fois la précision de distance pour l'utilisateur de Galileo (URA de Galileo) due à une défaillance commune. L'URA de Galileo dans la définition  $P_{const}$  correspond à  $\sigma_{URA,DF}$  ou à  $\sigma_{URA,SF}$  pour les utilisateurs de la double fréquence ou de la fréquence unique, respectivement.  $P_{const}$  s'applique aux utilisateurs de la fréquence unique et de la double fréquence, à n'importe quel moment et emplacement dans les zones de visibilité respectives des satellites touchés.

**4.1.3.6.3**  *$\sigma_{URA,DF}$ .* L' $\sigma_{URA,DF}$  de Galileo est défini comme l'écart type d'une distribution normale à moyenne nulle qui englobe la distribution réelle des erreurs de distance du SIS de manière plus probable que  $P_{sat}$ . L' $\sigma_{URA,DF}$  de Galileo s'applique à n'importe quel emplacement de l'utilisateur et à une combinaison à double fréquence E1/E5a d'un SIS en bon état.

**4.1.3.6.4**  *$\sigma_{URA,SF}$ .* L' $\sigma_{URA,SF}$  de Galileo est défini comme l'écart type d'une distribution normale à moyenne nulle qui englobe la distribution réelle des erreurs de distance du SIS de manière plus probable que  $P_{sat}$ . L' $\sigma_{URA,SF}$  de Galileo s'applique à n'importe quel emplacement de l'utilisateur et à l'utilisateur d'un SIS à

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p style="text-align: center;"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59      Page SUPP D-12</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	---

fréquence unique (E1 ou E5a) en bon état. L'  $\sigma_{URA,SF}$  prend en considération le  $\sigma_{BGD}$  de Galileo et peut être dérivé de l'expression suivante :

$$\sigma_{URA,SF}^2 = \sigma_{URA,DF}^2 + \gamma_f^2 \cdot \sigma_{BGD}^2$$

où :

$\gamma_f$  représente le facteur d' inflation de fréquence égal à  $f_{E1}^2 / f_{E5a}^2$  pour les utilisateurs du signal E5a et à 1 pour les utilisateurs du signal E1.

**4.1.3.6.5  $\sigma_{BGD}$ .** Le  $\sigma_{BGD}$  de Galileo est défini comme l'écart type d'une distribution normale à moyenne nulle qui englobe la distribution réelle des erreurs résiduelles du BGD de sorte que la probabilité d'erreurs non englobée est négligeable par rapport à  $P_{sat}$ . Les erreurs résiduelles de BGD sont les erreurs qui restent après avoir appliqué les corrections BGD de Galileo diffusées dans le message de navigation.


**4.1.3.7 Continuité.** La continuité pour un satellite de Galileo en état de fonctionner est la probabilité que le SIS du service ouvert de Galileo continue à fonctionner sans interruption imprévue au cours de la prochaine heure. Les interruptions prévues qui sont annoncées avec un préavis d'au moins 48 heures ne contribuent pas à une perte de continuité du SIS.

**4.1.3.8 Couverture.** Le service ouvert de Galileo dessert la zone de couverture terrestre, de la surface de la Terre jusqu'à une altitude de 30,48 km.

**4.1.3.9 Temps système Galileo (GST).** Le GST est une échelle de temps continue basée sur la définition de la seconde (selon le système international d'unités, SI) dont l'origine/instant de référence GST ( $t_0$ ) est défini comme étant 13 secondes avant 1999-08-22 00:00:00 UTC. L'information sur la synchronisation diffusée dans le SIS de Galileo (p. ex., décalages de l'horloge du satellite) est rapportée au GST. Cette information permet aux utilisateurs du service ouvert de Galileo d'estimer leur temps local rapporté à la réalisation du GST calculée par le récepteur du service ouvert de Galileo. Afin de mieux prendre en charge les applications de synchronisation basées sur l'UTC, le message de données du service ouvert de Galileo comprend des paramètres supplémentaires qui permettent aux utilisateurs du service ouvert de Galileo d'obtenir une réalisation du temps UTC en appliquant une correction au GST.

**4.1.3.10 Repère de référence terrestre de Galileo (GTRF).** Le GTRF est une réalisation indépendante hautement précise du Repère international de référence terrestre (ITRS) basé sur les estimations des coordonnées de chacun des sites de station de capteur (GSS) de Galileo. Le système Galileo utilise les informations géodésiques d'entrée pour produire les données de navigation (p. ex., éphémérides du satellite) rapportées au GTRF. Par conséquent, les coordonnées de la position de l'utilisateur dérivées des solutions de position de Galileo sont rapportées au GTRF. Du fait du bon alignement entre le GTRF et l'ITRF, les deux repères de référence sont considérés comme équivalents pour l'aviation. Le GTRF est régulièrement aligné si les nouvelles réalisations de l'ITRF sont publiées. Pour obtenir la position de tout repère de référence différent de l'ITRF, l'équipement de l'utilisateur du service ouvert de Galileo doit appliquer les paramètres de transformation valides entre le dernier ITRF et le repère de référence souhaité. L'utilisateur du service ouvert de Galileo a la complète maîtrise et responsabilité de cette transformation. Concernant l'interopérabilité entre le GPS et Galileo, le repère de référence terrestre WGS-84 du GPS et le GTRF sont deux réalisations de l'ITRF. Par conséquent, pour la plupart des applications du service ouvert de Galileo, un niveau élevé d'interopérabilité est assuré entre les positions spatiales obtenues par le GPS et celles qui sont obtenues par Galileo, sans intervention supplémentaire de l'équipement de l'utilisateur.

**4.1.3.11 Age des éphémérides.** L'âge des éphémérides correspond au temps écoulé entre la

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p style="text-align: center;"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59      Page SUPP D-13</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	---

référence  $t_{0e}$  (fixé au début de chaque ensemble de données de navigation) et le temps de l'utilisation des éphémérides par un récepteur.

*Note.*— Des renseignements détaillés sur la manière de calculer l'âge des éphémérides figurent dans le document Galileo OS SDD, Annexe C, section 4.4.1.

4.1.3.12 *Age des données (AOD).* L'âge des données (AOD) est le temps écoulé entre la génération d'un message de navigation par le secteur au sol et son utilisation par l'utilisateur. Le vieillissement des données (caractérisé par l'âge des données) a une incidence sur la précision de l'orbite et des modèles d'horloge. La précision de leur prévision se dégrade inévitablement à mesure de leur vieillissement.

## 4.1.4 BDS

4.1.4.1 *Hypothèses.* La norme de performance part de l'hypothèse qu'on utilise un récepteur représentatif du service ouvert du BDS (OS du BDS). Un récepteur représentatif présente les caractéristiques suivantes : il est conçu conformément à la norme des documents de contrôle d'interface (ICD) du BDS ; il utilise un angle de masquage de 5 degrés pour les satellites en MEO et un angle de masquage de 12 degrés pour les satellites en IGSO ; il utilise la réalisation la plus récente du BDCS (équivalent au WGS-84) pour calculer la position du satellite et la distance géométrique ; il compense les effets dynamiques du décalage Doppler sur la phase nominale de la porteuse du signal de mesure de distance du service ouvert du BDS et les mesures du signal de précision standard ; il exclut de la solution de position les satellites BDS marginaux ou qui ne sont pas en état de fonctionner ; il emploie des données d'éphémérides et d'horloge à jour et intrinsèquement cohérentes pour tous les satellites utilisés dans la solution de position ; il cesse la poursuite lorsqu'un satellite BDS arrête de transmettre le code de précision standard. La précision du transfert de temps s'applique à un récepteur stationnaire fonctionnant à un emplacement ayant fait l'objet d'un levé.


4.1.4.2 *Précision.* La précision de position est mesurée à l'aide d'un récepteur représentatif et d'un intervalle de mesure de 168 heures (sept jours sidéraux) à partir de tout point situé dans la zone de couverture. La précision de position et de synchronisation ne concerne que le SIS et ne tient pas compte des sources d'erreurs telles que l'ionosphère, la troposphère, le brouillage, le bruit du récepteur ou les multitrajets. Son calcul se fait en excluant de la constellation les deux satellites les moins performants de tous les satellites opérationnels et en appliquant une erreur de distance pour l'utilisateur de 4,6 mètres au 95e percentile.

4.1.4.2.1 *Précision du transfert de temps.* La précision du transfert de temps est le 95e percentile de l'écart statistique entre la sortie du récepteur de signaux de rythme du service ouvert du BDS et le temps universel coordonné (UTC) maintenu par le NTSC en Chine. Il peut être utilisé pour évaluer la synchronisation du système de satellite de navigation.

4.1.4.3 *Précision en distance.* La précision est mesurée au moyen d'un récepteur représentatif et d'un intervalle de mesure de 168 heures. La précision en distance dépend de l'indication par le satellite qu'il est en état de fonctionner et transmet le code de précision standard du service ouvert du BDS et elle ne tient pas compte des défaillances des satellites en dehors des caractéristiques normales de fonctionnement. Les limites de précision en distance peuvent être dépassées lorsqu'il y a une défaillance ou une anomalie du satellite pendant que des données lui sont transmises. Le dépassement de la limite d'erreur de distance constitue une défaillance de service majeure (§ 4.1.4.5). La limite d'erreur sur le taux de variation de la distance est le maximum pour tout satellite mesuré sur un intervalle de 3 s en un point quelconque de la zone de couverture. La limite d'erreur sur l'accélération est le maximum pour tout satellite mesuré sur un intervalle de 3 s en un point quelconque de la zone de couverture. Dans des conditions nominales, tous les satellites suivent les





 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59      Page SUPP D-15</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	---

4.1.4.8 *Temps BDS*. Le temps de référence pour le BDS utilise le temps du Système de navigation par satellite BeiDou (BDT), décrit dans l'Appendice B, § 3.1.4.4.

4.1.4.9 *Système de coordonnées du BDS*. Le BDS utilise le système de coordonnées BeiDou (BDCS).

4.1.4.9.1 *Origine, axe et échelle du BDCS*. L'origine est située au centre de masse de la Terre ; l'axe Z est la direction du pôle international de référence (IRP) de l'IERS (Service international de la rotation terrestre et des systèmes de référence) ; l'axe X est l'intersection du méridien international de référence (IRM) de l'IERS et le plan passant par l'origine et la normale jusqu'à l'axe Z ; l'ensemble axe Y, axe Z et axe X constitue un repère orthogonal droit. L'unité de longueur est le mètre du système international d'unités.

4.1.4.9.2 *Ellipsoïde du BDCS*. Le centre géométrique de l'ellipsoïde du BDCS coïncide avec le centre de masse de la Terre, et l'axe Z est l'axe de rotation de l'ellipsoïde du BDCS. Les paramètres de l'ellipsoïde du BDCS sont définis comme suit :

Demi-grand axe :	$a = 6378137,0 \text{ m}$
Constante gravitationnelle géocentrique (y compris la masse de l'atmosphère de la Terre) :	$\mu = 3,986004418 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Aplatissement :	$f = 1/298,257222101$
Vitesse de rotation de la Terre :	$\dot{\Omega}_e = 7,2921150 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$

(...)


#### 4.4 Récepteur et antenne GNSS

4.4.1 Les spécifications de l'Appendice B, § 3.8.3.1 déterminent le taux d'ellipticité des antennes., Les spécifications applicables aux antennes à fréquence unique ne régissent le taux d'ellipticité de l'antenne qu'à l'axe de pointage.

4.4.2 Il faut supposer une polarisation rectiligne de l'antenne embarquée pour les signaux GEO reçus à de faibles angles de site. Par exemple, quand un signal GEO du SBAS reçu doit être fourni à un angle minimal de 5 degrés, il conviendrait de supposer que les antennes à fréquence unique sont à polarisation rectiligne avec un gain de  $-2,5 \text{ dBil}$  ( $-5,5 \text{ dBic}$ ). Cet élément devrait être pris en compte dans le bilan de liaison des satellites GEO du SBAS pour s'assurer que le signal RF minimal reçu à la borne de l'antenne est conforme aux spécifications du Chapitre 3, § 3.7.3.4.5.3.2 et 3.7.3.4.6.3.

4.4.3 Les défaillances imputables au récepteur peuvent avoir deux conséquences sur le système de navigation : l'arrêt des transmissions destinées à l'utilisateur ou l'envoi de données erronées. La spécification relative aux signaux électromagnétiques ne tient compte ni de l'une ni de l'autre.

4.4.4 L'erreur nominale de l'élément embarqué du GNSS est déterminée par le bruit du récepteur, le brouillage et les erreurs résiduelles liées aux trajets multiples et au modèle de retard troposphérique. Les spécifications relatives au bruit du récepteur embarqué du SBAS et du GBAS tiennent compte de l'effet du

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Supplément D de 59 Edition Date	Page SUPP D-16  2 Octobre 2023
--	---	---------------------------------------	---

brouillage en deçà des spécifications énoncées à l'Appendice B, § 3.7. Les performances requises ont été mesurées sur des récepteurs à corrélation étroite ou assurant le lissage du code.

4.4.5 La méthode pour déterminer le brouillage non aéronautique maximal tolérable dans la bande, dans les bandes voisines et hors bande consiste, pour chaque largeur de bande de brouillage  $BW_i$ , à calculer la valeur la plus élevée du coefficient de séparation spectrale (SSC) pour tous les PRN et toutes les fréquences centrales  $f_{Ci} = f_{CL1orL5} \pm \max(BW_{GNSS}/2, BW_i/2)$ , où  $BW_{GNSS} = 20$  MHz. Pour toutes les modulations du signal GNSS (BPSK et MBOC) prises en compte dans les SARP, ce processus donne un brouillage non aéronautique maximal tolérable dans la bande et dans les bandes voisines qui augmente de façon monotone avec la  $BW_i$ . Le brouillage maximal tolérable hors bande est évalué pour  $BW_i = 1$  kHz.

4.4.6 D'après la Note 5 du Tableau B-87 de l'Appendice B, ce tableau ne décrit pas les brouillages par impulsions non aéronautiques présents dans l'environnement à prendre en compte pour le canal L5 d'un récepteur L1/L5, vu leur incidence négligeable par rapport à ceux du DME/TACAN et du JTIDS/MIDS considérés dans l'environnement.

(...)

## 5. Système de renforcement embarqué (ABAS)

(...)


5.2 L'ABAS comporte des modes de traitement qui :

(...)

- d) renforcent la précision par des techniques de filtrage et/ou l'estimation des erreurs résiduelles pour certaines plages de valeurs.

(...)



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59      Page SUPP D-17</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	---

## 6. Système de renforcement satellitaire (SBAS)

6.1 Le SBAS peut assurer un service SBAS L1 renforçant les constellations GPS et/ou GLONASS, un service SBAS double fréquence, multiconstellation (DFMC) renforçant une ou plusieurs (jusqu'à quatre) constellations, ou les deux. Le SBAS L1 utilise les données des messages L1 pour appuyer le service à une seule fréquence, et le SBAS DFMC, les données des messages L5 pour appuyer le service SBAS DFMC. Les messages et les données des services SBAS L1 et SBAS DFMC sont indépendants ; les utilisateurs ne peuvent appliquer que les données transmises par le canal associé à l'un ou l'autre service. De plus, lorsque le SBAS assure les mesures de distance, le satellite SBAS peut servir de source de mesure de distance à une seule fréquence sur L1 au moyen des données L1, ou de source de mesure de distance double fréquence combinant les pseudodistances L1 et L5 au moyen des données L5. Le SBAS se compose de trois éléments :

- a) l'infrastructure au sol ;
- b) les satellites SBAS ;
- c) le récepteur SBAS embarqué.

6.1.1 L'infrastructure au sol comprend les stations de contrôle et de traitement qui reçoivent l'information transmise par les satellites de navigation et génèrent les données d'intégrité, de correction et de mesure de distance qui constituent le signal SBAS. Les satellites SBAS retransmettent les données reçues du sol aux récepteurs SBAS embarqués qui déterminent la position et le temps à partir des informations fournies par les satellites de la ou des constellations satellitaires de base et du SBAS. Les récepteurs SBAS embarqués obtiennent ensuite les données de correction et de mesure de distance et les utilisent pour déterminer l'intégrité de la position calculée et pour en améliorer la précision.

6.1.2 Le réseau sol du SBAS détermine la pseudodistance entre la source de mesure de distance et le récepteur SBAS situé en un point dont la position est connue, ce qui lui permet de fournir des corrections distinctes applicables aux erreurs des éphémérides de la source de mesure, aux erreurs d'horloge et, de plus, dans le cas du service SBAS L1, aux retards et aux erreurs liés à la propagation ionosphérique. L'utilisateur applique de son côté un modèle tenant compte des retards troposphériques.

6.1.3 L'erreur des éphémérides de la source de mesure de distance et l'erreur due à la dérive des horloges sont l'objet principal de des corrections fournies par le service SBAS DFMC et dans la correction à long terme assurée par le service SBAS L1. L'erreur d'horloge de la source de mesure de distance est rectifiée en fonction de la correction à long terme et de l'erreur due aux effets troposphériques ; elle est l'objet principal de la correction rapide assurée par le service SBAS L1. Les erreurs dues à la propagation ionosphérique et relevant des nombreuses sources de mesure de distance en jeu sont combinées et ramenées à des erreurs définies à la verticale de points de grille ionosphérique prédéterminés. Ces erreurs sont l'objet principal des corrections des effets ionosphériques fournies par le service SBAS L1. Il n'est pas fourni de corrections rapides dans le cadre du service SBAS DFMC en raison de la lente dérive des horloges des constellations de base du GNSS. Il n'est pas fourni de corrections ionosphériques dans le cadre du service SBAS DFMC étant donné que celui-ci fournit des corrections pour des mesures de distance issues de la combinaison, sans le retard ionosphérique, de signaux satellitaires, qui élimine des mesures de distance la presque totalité du retard dû à l'ionosphère.

## 6.2 Zones de couverture et zones de service SBAS

6.2.1 Il est important de distinguer entre zones de couverture et zones de service du SBAS. Une zone de couverture correspond normalement à l'empreinte combinée des satellites SBAS et comprend une



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**AMENDEMENT 5 DU RAS 10**  
**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**  
**Volume I**  
**Aides radio à la navigation**

Supplément D de 59 Page SUPP D-18  
Edition 2  
Date Octobre 2023

ou plusieurs zones de service. Les zones de service sont déclarées par les fournisseurs SBAS ou par l'État ou le groupe d'États qui gère le SBAS, pour les types d'opérations définis au Tableau 3.7.2.4-1 (p. ex. opérations en route, APV-I, catégorie I) où les spécifications correspondantes de précision, d'intégrité et de continuité sont satisfaites avec une certaine disponibilité (soit 99 %). Certains fournisseurs SBAS publient les zones de service de leurs systèmes (p. ex. WAAS Performance Standard, EGNOS Service Definition Document et AIP). La zone de service pour les opérations en route peut être plus étendue que celle pour les opérations APV-I. Les zones de service du SBAS DFMC peuvent être plus étendues que celles du SBAS L1 pour les mêmes niveaux de service. Pour le récepteur GNSS, le SIS est utilisable dès que les niveaux de protection se trouvent au-dessous des seuils d'alarme pour l'opération prévue (VPL<VAL et HPL<HAL), que le récepteur GNSS se trouve ou non dans la zone de service correspondante définie par le fournisseur SBAS. Les systèmes SBAS prennent en charge les opérations fondées sur toutes les fonctions ou une partie des fonctions SBAS définies au chapitre 3, § 3.7.3.4.2. Ces fonctions se rattachent aux différents types d'opérations comme suit :

a) *Mesure de distance* : Fonction SBAS pouvant fournir une source de mesure de distance à une seule fréquence, soit L1. Une mesure de distance L1 peut être utilisée dans la solution SBAS ou pour les autres systèmes de renforcement (ABAS, GBAS ou autre SBAS) ; le SBAS peut fournir une source de mesure de distance à deux fréquences, soit L1 et L5, qui permet une position SBAS DFMC issue du système SBAS émetteur.

b) *Indication de l'état de fonctionnement du satellite et fourniture des corrections différentielles sommaires de base* : Fonctions SBAS L1 assurées pour les opérations en route ou en région terminale, et pour les approches de non-précision. Les opérations prises en charge peuvent différer (vols en navigation fondée sur les performances, par exemple) d'une zone de service à l'autre.

c) *Fourniture des corrections différentielles précises* : Fonction SBAS L1 assurée pour le service APV et les approches de précision. Les opérations prises en charge (APV-I et approches de précision de catégorie I) peuvent différer d'une zone de service à l'autre ;

d) *Fourniture des corrections différentielles sans le retard ionosphérique* : Fonction SBAS DFMC assurée pour les opérations en route, de région terminale, d'approche classique, APV et d'approche de précision (c.-à-d. APV-I et approche de précision de catégorie I). Différentes opérations (vols PBN, par exemple) peuvent être prises en charge dans différentes zones de service.

6.2.2 Les services de renforcement satellitaire sont assurés par le système de renforcement à couverture étendue (WAAS) (Amérique du Nord), le complément géostationnaire européen de navigation (EGNOS) (Europe et Afrique), le service de renforcement satellitaire Michibiki (MSAS) (Japon), le système de navigation renforcée GPS et GEO (GAGAN) (Inde). Le système de correction différentielle et de surveillance (SDCM) (Russie), le système de renforcement satellitaire BeiDou (BDSBAS) (Chine), le système de renforcement satellitaire coréen (KASS) (République de Corée), l'Augmented Navigation for Africa (ANGA) (ASECNA) et le Southern Positioning Augmentation Network (SPAN) (Australie et Nouvelle-Zélande), en cours d'élaboration, assureront aussi ces services.

6.2.3 Le SBAS peut assurer un service précis et fiable à l'extérieur de la ou des zones de service définies. Les fonctions de mesure de distance, d'indication de l'état de fonctionnement du satellite et de fourniture des corrections différentielles de base et des corrections différentielles sans le retard ionosphérique peuvent être utilisées dans toute la zone de couverture. Les performances assurées peuvent être suffisantes pour permettre la prise en charge des opérations en route et en région terminale et les approches de non-précision si des données de contrôle et d'intégrité sont fournies sur les satellites des constellations satellitaires de base et du SBAS. Le SBAS L1 atténue les erreurs qui ne peuvent pas être contrôlées par son réseau sol au moyen du message de type 27 ou du message de type 28. Le SBAS DFMC atténue les erreurs qui ne peuvent pas être contrôlées par son réseau sol au moyen du message de type 32.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**AMENDEMENT 5 DU RAS 10**  
**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**  
**Volume I**  
**Aides radio à la navigation**

Supplément D Page SUPP D-19  
de 59  
Edition 2  
Date Octobre 2023


6.2.4 Chaque État est responsable de l'approbation des opérations au SBAS à l'intérieur de son espace aérien. Dans certains cas, les États devront fournir l'infrastructure SBAS au sol liée à un SBAS. Dans d'autres cas, ils peuvent approuver les zones de service et les opérations au SBAS effectuées en utilisant les signaux SBAS disponibles. Dans un cas comme dans l'autre, il incombe à chaque État de s'assurer que le SBAS respecte les spécifications du chapitre 3, § 3.7.2.4, à l'intérieur de son espace aérien, et que des comptes rendus de l'état de fonctionnement des satellites et des NOTAM appropriés sont fournis dans son espace aérien.

6.2.5 Avant d'approuver les opérations au SBAS, un État doit déterminer si les opérations proposées sont adéquatement prises en charge par un ou plusieurs SBAS. Il doit plus particulièrement évaluer la possibilité d'utiliser les signaux SBAS compte tenu de l'emplacement relatif du réseau sol SBAS, et pourrait donc avoir à travailler en collaboration avec les États ou les organisations responsables de l'exploitation de ces SBAS. Si l'espace aérien est situé relativement loin du réseau sol SBAS, le nombre de satellites visibles pour lesquels ce SBAS fournit des comptes rendus d'état de fonctionnement et des corrections de base est réduit. Étant donné que les récepteurs SBAS L1 peuvent traiter les données de deux SBAS simultanément et, au besoin, utiliser la détection et l'exclusion des anomalies de façon autonome, la disponibilité peut être suffisante pour autoriser les opérations. Au contraire du service SBAS L1, qui ne peut fournir qu'une estimation du retard ionosphérique à proximité du réseau de référence SBAS, les corrections différentielles sans le retard ionosphérique procureront une solution valide dans l'espace aérien situé relativement loin du réseau de référence. Dans la plupart des cas, il y aura chevauchement des services DFMC entre les systèmes SBAS voisins, et les utilisateurs seront capables de passer directement d'un système SBAS à un autre. La combinaison de sources de mesure de distance corrigées par deux ou plusieurs services SBAS n'apporte aucun avantage mais assurerait une limitation supplémentaire des erreurs permettant de tenir compte des différences possibles entre les services SBAS. L'utilisation de plusieurs SBAS n'est donc pas permise lorsqu'il est fait appel au service double fréquence.

6.2.6 Avant de publier les procédures fondées sur les signaux SBAS, un État doit fournir un système de suivi de l'état de fonctionnement et de diffusion de NOTAM. Pour déterminer l'incidence d'une défaillance d'un élément du système sur le service, l'État doit utiliser un modèle mathématique de volume de service. Il peut soit obtenir le modèle de l'exploitant du SBAS, soit mettre au point son propre modèle. Ces modèles permettent, à partir des données sur l'état actuel et prévu des éléments de base du système et sur les endroits où l'État a autorisé les opérations, de déterminer l'espace aérien et les aéroports où risquent de se produire des interruptions de service ; ils pourraient également être utilisés pour créer des NOTAM. L'État peut obtenir les données sur l'état (actuel et prévu) des éléments du système nécessaires pour le modèle par le biais d'un accord bilatéral avec le fournisseur des services SBAS ou par l'établissement d'une connexion permettant de recevoir les données diffusées en temps réel, si le fournisseur choisit de communiquer les données de cette façon.

6.2.7 Les régions ou États participants se concerteront par l'entremise de l'OACI de façon que le SBAS assure une couverture mondiale continue, en tenant compte de la recommandation 2.2/2 b) de la treizième Conférence de navigation aérienne, qui demande aux États d'éviter en principe d'interdire l'utilisation d'éléments GNSS disponibles s'ils fonctionnent conformément aux SARP de l'OACI et satisfont à toutes les exigences de sécurité et exigences réglementaires applicables aux opérations prévues.

6.2.8 Étant donné le chevauchement entre les couvertures des satellites du SBAS (leurs empreintes), il sera nécessaire que l'équipement SBAS gère la sélection et la transition entre les différents systèmes SBAS. Les récepteurs SBAS embarqués doivent à tout le moins pouvoir fonctionner à l'intérieur de la zone de couverture de n'importe quel SBAS. Tout fournisseur de services SBAS L1 seulement est en mesure de contrôler et de transmettre les données d'intégrité et de correction relatives aux satellites géostationnaires des autres fournisseurs. Dans le cas du SBAS L1, renforcer les satellites SBAS de télémétrie peut améliorer la disponibilité en créant d'autres sources de mesure de distance pour les récepteurs

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59</p> <p>Edition</p> <p>Date</p>	<p>Page SUPP D-20</p> <p align="right">2</p> <p align="right">Octobre 2023</p>
--	--	--	--

d'utilisateur qui peuvent poursuivre des satellites SBAS supplémentaires. Comme cette amélioration ne nécessite pas l'interconnexion des systèmes SBAS, tous les fournisseurs sont invités à agir en ce sens. Dans le cas du SBAS DFMC, le signal de mesure de distance du PRN SBAS en cours d'utilisation peut servir. Le signal de mesure de distance d'un ou de plusieurs autres satellites SBAS relevant du même fournisseur peut être utilisé avec les données de renforcement contenus dans le message de type 32. Le signal de mesure de distance d'autres fournisseurs de système SBAS ne peut pas être utilisé.

6.2.9 Un niveau supplémentaire d'intégration peut être obtenu par interconnexion des réseaux SBAS, par exemple sous forme d'une voie de communication par satellite distincte. Les SBAS peuvent alors échanger soit les mesures par satellite brutes fournies par une ou plusieurs stations de référence, soit les données traitées (corrections ou données d'intégrité) provenant de leurs stations principales respectives. Ces données peuvent servir à améliorer la fiabilité, la précision (grâce à l'établissement de moyennes) ou l'intégrité (à l'aide de contre vérifications). La disponibilité augmentera également à l'intérieur des zones de service, et les performances techniques satisferont aux SARP sur le GNSS d'un bout à l'autre de la zone de couverture (meilleur contrôle des éphémérides satellitaires). En outre, les données SBAS de contrôle et d'état de fonctionnement peuvent être échangées pour faciliter la maintenance du système.

### 6.3 Intégrité


6.3.1 Les dispositions relatives à l'intégrité sont complexes, car certains attributs sont déterminés par le réseau au sol SBAS avant d'être intégrés aux signaux électromagnétiques, tandis que d'autres sont déterminés par l'équipement SBAS embarqué. Concernant les fonctions d'indication de l'état de fonctionnement du satellite et de fourniture des corrections différentielles de base et des corrections différentielles sans le retard ionosphérique, le réseau sol détermine une incertitude sur les erreurs pour les corrections d'éphémérides et d'horloge. Cette incertitude dépend de la variance de la distribution normale à moyenne nulle qui décrit l'erreur de distance différentielle pour l'utilisateur (UDRE) ou l'erreur de distance double fréquence (DFRE) pour chaque source de mesure de distance, après application des corrections rapides (SBAS L1) et à long terme (SBAS L1 et DFMC), compte non tenu des effets atmosphériques et des erreurs dues au récepteur.

6.3.2 Concernant la fonction de fourniture des corrections différentielles précises, une incertitude sur les erreurs est également déterminée pour la correction des effets ionosphériques. Cette incertitude dépend de la variance de la distribution normale à moyenne nulle qui décrit l'erreur résiduelle de mesure de distance de l'utilisateur due aux effets ionosphériques (UIRE) sur fréquence L1, pour chaque source de mesure de distance et après correction de ces effets. La variance est déterminée à partir d'un modèle des effets ionosphériques en utilisant l'erreur GIVE (à la verticale des points de grille ionosphérique) diffusée.

6.3.3 Il existe une probabilité finie pour qu'un récepteur SBAS ne reçoive pas un message SBAS quelconque. Pour continuer d'assurer la navigation, le SBAS envoie alors des paramètres de dégradation dans les signaux électromagnétiques. Ces paramètres entrent dans divers modèles mathématiques qui caractérisent l'erreur résiduelle supplémentaire à partir des corrections différentielles de base, précises et sans le retard ionosphérique, en utilisant des données antérieures mais encore valides. Les modèles permettent ensuite de modifier comme il convient la variance des erreurs UDRE/DFRE et UIRE.

6.3.4 Le récepteur utilise les incertitudes décrites ci-dessus pour établir un modèle d'erreur applicable à la solution de navigation. Il le fait en rapportant les modèles d'erreur de pseudodistance à la donnée « position ». Le niveau de protection horizontale (HPL) borne l'erreur de position dans le sens horizontal par une probabilité découlant de la spécification d'intégrité. De même, le niveau de protection verticale (VPL) borne l'erreur dans le sens vertical. Si le niveau HPL calculé dépasse le seuil d'alarme horizontal (HAL) pour une opération donnée, l'intégrité du SBAS ne permet pas la prise en charge de cette opération. Il en est de même pour les approches de précision et APV si le niveau VPL excède le seuil d'alarme vertical (VAL).

6.3.5 L'une des tâches les plus difficiles du fournisseur de services SBAS est de déterminer les variances des erreurs UDRE /GIVE ou DFRE de façon à respecter les spécifications relatives à l'intégrité du

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59</p> <p>Edition</p> <p>Date</p>	<p>Page SUPP D-21</p> <p align="right">2</p> <p align="right">Octobre 2023</p>
--	--	--	--

niveau de protection sans que la disponibilité en souffre. Les performances d'un SBAS dépendent de la configuration, de l'étendue géographique et de la densité du réseau, du type et de la qualité des mesures utilisées, et des algorithmes de traitement des données. Les méthodes générales de détermination des variances du modèle sont décrites à la section 14.

**6.3.6 Erreur résiduelle d'horloge et d'éphémérides ( $\sigma_{UDRE}$ ).** L'erreur résiduelle d'horloge est caractérisée par une distribution normale à moyenne nulle vu que de nombreux récepteurs contribuent à l'erreur. L'erreur résiduelle d'éphémérides dépend de l'emplacement de l'utilisateur. Dans le cas de la fonction différentielle précise, le fournisseur SBAS doit s'assurer que l'erreur résiduelle pour tous les utilisateurs dans une zone de service définie est exprimée dans  $\sigma_{UDRE}$ . Dans le cas de la fonction de correction différentielle de base, l'erreur résiduelle d'éphémérides doit être évaluée et il se peut que sa valeur soit estimée négligeable.

**6.3.7 Erreur résiduelle d'horloge et d'éphémérides sans le retard ionosphérique ( $\sigma_{DFRE}$ ).** L'erreur résiduelle d'horloge est bien caractérisée par une distribution normale à moyenne nulle vu que de nombreux récepteurs contribuent à cette erreur. L'erreur résiduelle d'éphémérides dépend de l'emplacement de l'utilisateur. Pour la fonction de correction différentielle sans le retard ionosphérique, le fournisseur SBAS s'assurera que l'erreur résiduelle pour tous les utilisateurs dans une zone de couverture est reflétée dans  $\sigma_{DFRE}$ . L'erreur résiduelle doit tenir compte du bruit accru présent dans la combinaison double fréquence sans le retard ionosphérique.

**6.3.8 Erreur ionosphérique verticale ( $\sigma_{GIVE}$ ).** L'erreur résiduelle due aux effets ionosphériques est représentée par une distribution normale à moyenne nulle vu que de nombreux récepteurs contribuent à l'estimation ionosphérique. Les erreurs sont dues au bruit de mesure, au modèle ionosphérique et à la décorrélation spatiale de l'ionosphère. L'erreur de position causée par l'erreur ionosphérique est atténuée par la corrélation positive de l'ionosphère elle-même. En outre, les queues de la distribution des erreurs ionosphériques résiduelles sont tronquées, car l'ionosphère ne peut pas créer de retard négatif et a donc un retard maximal.

**6.3.9 Erreurs de l'élément d'aéronef.** La contribution combinée des trajets multiples et du récepteur est délimitée comme il est décrit à la section 14. Cette erreur peut être divisée en contribution des trajets multiples et contribution du récepteur, comme il est défini à l'Appendice B, § 3.6.5.5.1, et le modèle standard des trajets multiples décrit à l'Appendice B, § 3.6.5.5.1.1.2, peut être utilisé. La contribution du récepteur peut être tirée des spécifications relatives à la précision (Appendice B, § 3.5.8.2 et 3.5.8.4.1 et 3.5.15.3.2) et extrapolée pour les conditions de signal normales. Plus précisément, on suppose que l'aéronef a  $\sigma_{air}^2 = \sigma_{récepteur}^2 + \sigma_{trajets\ multiples}^2$ , en partant du principe que la valeur du paramètre  $\sigma_{récepteur}$  est la  $RMS_{pr\_air}$  spécifiée pour l'équipement GBAS embarqué ayant l'indicateur de précision A et que le paramètre  $\sigma_{trajets\ multiples}$  a la valeur spécifiée à l'Appendice B, § 3.6.5.5.1, pour l'équipement SBAS L1, et § 3.5.15.3.4.1, pour l'équipement SBAS DFMC. La contribution de l'aéronef aux trajets multiples comprend les effets des réflexions sur l'aéronef lui-même ; elle ne comprend pas les erreurs dues aux trajets multiples causés par les réflexions sur d'autres objets. Si l'expérience montre que ces erreurs sont importantes, elles devront être prises en compte dans la pratique. Le modèle standard des trajets multiples figurant à l'Appendice B, § 3.5.15.3.4.1, tient compte de l'erreur due aux trajets multiples dans la combinaison sans le retard ionosphérique.

**6.3.10 Erreur troposphérique.** Le récepteur doit employer un modèle pour corriger les effets troposphériques. L'erreur résiduelle du modèle est limitée par l'erreur systématique et la variance maximales définies à l'Appendice B, § 3.5.8.4.2, 3.5.8.4.3 et 3.5.15.3.4. Les effets de cette moyenne doivent être pris en compte par le sous-système sol. L'utilisateur embarqué applique un modèle spécifique pour l'erreur résiduelle due aux effets troposphériques ( $\sigma_{tropo}$ ).

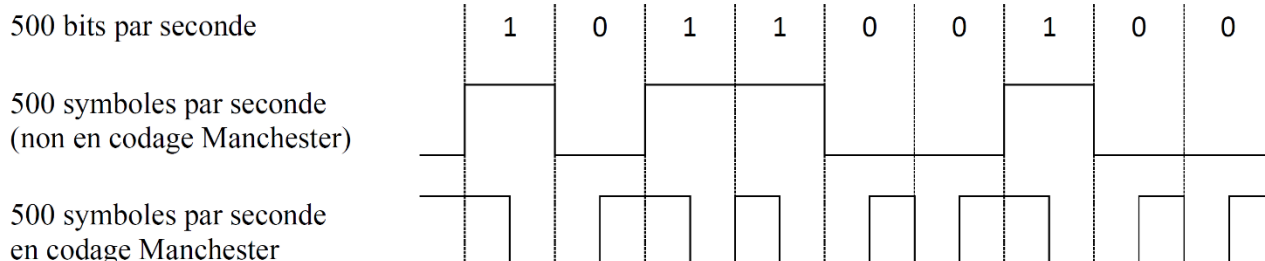
## **6.4 Caractéristiques radioélectriques**

**6.4.1 Niveau minimal de la puissance du signal GEO SBAS L1.** L'équipement embarqué minimal (cf. RTCA/DO-229D) après le Changement 1 doit fonctionner avec une force de signal minimale de -164 dBW à la borne de l'antenne en présence de brouillage non RNSS (Appendice B, § 3.7) et d'une densité de bruit RNSS composite de -172,8 dBm/Hz. En présence de brouillage, les récepteurs peuvent présenter des





**Figure D-19. Codage bi-binaire (Manchester)**



**6.4.5 Synchronisation des messages.** Les décodeurs convolutionnels des utilisateurs introduisent un retard fixe (généralement 5 longueurs de contrainte, soit 35 bits) qui dépend des algorithmes mis en œuvre et dont ils doivent tenir compte pour déterminer le temps réseau SBAS à partir du signal reçu.

**6.4.6 Caractéristiques du signal SBAS.** Les différences entre les caractéristiques de la phase relative et du temps de propagation de groupe des signaux SBAS et celles des signaux GPS peuvent créer une erreur systématique relative en distance dans les algorithmes de poursuite du récepteur. Le fournisseur de services SBAS est censé tenir compte de cette erreur, car elle a une incidence sur les récepteurs dont les caractéristiques de poursuite s'inscrivent dans les limites indiquées au § 8.11 ci-dessous et dans l'Appendice B, § 3.5.15.1.1.3. Dans le cas des satellites géostationnaires prenant en charge la fonction de mesure de distance SBAS L1 pour laquelle les caractéristiques du filtre RF de bord ont été publiées dans le document RTCA/DO-229D après le Changement 1, Appendice T, les fournisseurs de services SBAS sont censés s'assurer que les UDRE limitent les erreurs résiduelles, y compris les erreurs systématiques maximales en distance spécifiées dans le document RTCA/DO-229D après le Changement 1. Dans le cas des autres satellites SBAS qui prennent en charge la fonction de mesure de distance SBAS L1 ou SBAS DFMC, les fournisseurs de services SBAS sont censés travailler avec les fabricants d'équipement pour déterminer, par analyse, les erreurs systématiques maximales en distance que peuvent présenter les récepteurs actuels lorsqu'ils traitent ces satellites. On peut réduire ces incidences au minimum en veillant à ce que les satellites aient une grande largeur de bande de transmission et un faible temps de propagation de groupe dans toute la bande passante. De plus, l'erreur de poursuite SBAS DFMC visée à l'Appendice B, § 3.5.15.4.1, est fondée sur la supposition que le signal SBAS L1 qui prend en charge la fonction de mesure de distance SBAS DFMC est un signal à large bande. Les fournisseurs de services SBAS sont censés veiller à ce que les DFRE limitent les erreurs résiduelles, y compris les erreurs systématiques de poursuite pour les signaux de mesure de distance SBAS DFMC.

**6.4.7 Codes de bruit pseudo-aléatoire (PRN) du SBAS.** Les récepteurs conformes au document RTCA/DO-229D avec le Changement 1, Appendice A, fournit deux méthodes pour la génération des codes PRN du SBAS L1. Le document EUROCAE/ED-259, Appendice A, fournit une méthode pour la génération des codes PRN du SBAS L5.

**6.4.8 Bruit de phase de la porteuse SBAS L5.** Une façon pratique de satisfaire à la spécification relative au bruit de phase de la porteuse SBAS L5 consiste à se conformer au Tableau suivant :

**Tableau D-15. Bruit de phase de la porteuse L5**

Décalage de fréquence par rapport à la porteuse (Hz)	Bruit de phase par rapport à la porteuse (dBc/Hz)
0	0
1	-19,5
5	-47,5
10	-52,5



10 <sup>2</sup>	-66,5
10 <sup>3</sup>	-74,5
10 <sup>4</sup>	-85,5
10 <sup>5</sup>	-90,5
3 x 10 <sup>5</sup>	-90,5
Supérieur à 10 <sup>6</sup>	-92,5

6.4.9 *Perte de corrélation croisée.* La perte de corrélation croisée est définie comme le rapport des deux produits de corrélation suivants : (1) le signal reçu réel corrélé avec un signal de référence non filtré parfait ; et (2) un signal non filtré parfait normalisé à la même puissance totale que le signal du cas (1), corrélé avec un signal de référence non filtré parfait. La perte de corrélation peut être calculée au moyen de l'équation suivante :

$$-20\text{Log}_{10} \left[ \frac{C_{XY}}{\sqrt{C_{XX}}\sqrt{C_{YY}}} \right] < 1 \text{ dB}$$

où « C<sub>XX</sub> » est la valeur résultant de la corrélation avec lui-même du signal de référence non filtré, « C<sub>YY</sub> » est la valeur résultant de la corrélation avec lui-même du signal reçu réel, et « C<sub>XY</sub> » est la valeur résultant de la corrélation du signal reçu réel avec le signal de référence non filtré lorsque ces deux signaux sont alignés de façon optimale pour une corrélation croisée maximale. Le terme entre crochets est le coefficient de corrélation entre le signal reçu réel et le signal de référence non filtré.

## 6.5 Caractéristiques des données du signal SBAS L1

6.5.1 *Messages SBAS.* En raison de la largeur de bande limitée, les données du signal SBAS L1 sont codées dans des messages conçus de manière à tenir au minimum le débit requis. Le document RTCA/DO-229D après le Changement 1, Appendice A, contient des spécifications détaillées sur les messages SBAS.


6.5.2 *Intervalles entre diffusions des données.* Les intervalles maximaux entre les diffusions des messages SBAS L1 sont définis à l'Appendice B, Tableau B-54. Ces intervalles ont été définis de façon qu'un utilisateur qui pénètre dans la zone de service SBAS L1 soit en mesure de déterminer la position corrigée ainsi que les données d'intégrité SBAS en un temps raisonnable. Pour les opérations en route ou en région terminale et pour les approches de non-précision, toutes les données nécessaires seront reçues en au plus 2 minutes ; ce délai passe à 5 minutes dans le cas des approches de précision. Ces intervalles de séparation entre les messages ne garantissent pas les niveaux de précision définis au chapitre 3, Tableau 3.7.2.4-1. Pour assurer un niveau de précision donné, chaque fournisseur de services adoptera un ensemble d'intervalles de diffusion prenant en compte différents paramètres, notamment le type de constellation (par exemple, GPS avec ou sans disponibilité sélective) et l'état de l'ionosphère.

6.5.3 *Délai d'alarme.* La Figure D-2 précise le découpage dans le temps du délai d'alarme total défini au chapitre 3, Tableau 3.7.2.4-1. Les spécifications données à l'Appendice B, § 3.5.7.3.1, 3.5.7.4.1 et 3.5.7.5.1 (correspondant respectivement aux fonctions d'indication de l'état de fonctionnement des satellites GNSS, de fourniture des corrections différentielles de base et de fourniture des corrections différentielles précises) comprennent la tranche de temps attribuée au secteur sol et au secteur spatial (voir Figure D-2).

6.5.4 *Effets troposphériques.* Le retard troposphérique dépendant du lieu considéré, les utilisateurs calculeront eux-mêmes les corrections correspondantes. Une valeur estimée de ce retard est indiquée dans le document RTCA/DO-229D après le Changement 1 pour les approches de précision, mais d'autres modèles peuvent être utilisés.

6.5.5 *Considérations relatives aux trajets multiples.* Les trajets multiples constituent l'une des plus importantes sources d'erreurs de position dans le cas du SBAS L1, affectant aussi bien les éléments au sol



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59</p> <p>Edition</p> <p>Date</p>	<p>Page SUPP D-25</p> <p align="right">2</p> <p align="right">Octobre 2023</p>
--	--	--	--

que les éléments embarqués. Pour les premiers, il est recommandé avant tout de réduire ou de compenser les effets du mieux possible de façon à minimiser les incertitudes entachant les signaux électromagnétiques. De nombreuses techniques palliatives ont été étudiées sur le plan théorique ou pratique. La meilleure façon de mettre en œuvre des stations de référence SBAS comportant un minimum d'erreurs dues aux trajets multiples consiste à :

- a) choisir une antenne à réduction des trajets multiples ;
- b) recourir à la technique du plan de sol ;
- c) veiller à placer l'antenne en un point peu sujet aux trajets multiples ;
- d) choisir pour le récepteur un matériel et des techniques de traitement qui réduisent les trajets multiples.

**6.5.6** *Identification des données du GLONASS.* Comme la conception actuelle du GLONASS ne fournit pas d'identificateur unique pour les ensembles de données d'éphémérides et d'horloge, le SBAS L1 utilisera un mécanisme spécial pour éviter toute ambiguïté dans l'application des corrections diffusées. Ce mécanisme est expliqué à la Figure D-3. Le temps d'attente et l'intervalle de validité ainsi que les spécifications de codage correspondantes sont définis à l'Appendice B, § 3.5.4. L'utilisateur ne peut appliquer les corrections à long terme reçues que si l'ensemble des données d'éphémérides et d'horloge GLONASS utilisé à bord est reçu à l'intérieur de l'intervalle de validité.

## **6.6 Bloc de données de segment d'approche finale (FAS) du SBAS**

**6.6.1** Le bloc de données FAS du SBAS concernant une procédures d'approche particulière est décrit à l'Appendice B, § 3.5.8.4.2.6.1, et au Tableau B-57A. Une description supplémentaire des champs utilisés par l'équipement de l'utilisateur du SBAS DFMC figure à l'Appendice B, § 3.5.15.3.5. Le format est le même que le celui du bloc de données FAS du GBAS défini à l'Appendice B, § 3.6.4.5.1, et au Tableau B-66, avec les exceptions suivantes. Le bloc de données FAS du SBAS contient aussi les seuils HAL et VAL à utiliser dans la procédure d'approche, comme il est décrit au § 6.3.4. L'équipement de l'utilisateur du SBAS interprète certains champs différemment de l'équipement de l'utilisateur du GBAS, et l'équipement de l'utilisateur du SBAS DFMC utilise deux champs que l'équipement de l'utilisateur du SBAS L1 n'utilise pas. Les nouveaux champs ont été définis de telle façon que les blocs de données FAS existants destinés au service SBAS L1 sont compatibles avec l'équipement de l'utilisateur du SBAS DFMC. Les blocs de données FAS qui contiennent des codages APD différents de 0 sont destinés uniquement à l'équipement de l'utilisateur du SBAS DFMC et ne devraient être installés que dans des aéronefs dotés d'un tel équipement.

**6.6.2** Les blocs de données FAS pour les approches SBAS et certaines approches GBAS sont conservés dans une base de données commune embarquée qui peut être utilisée à la fois pour le SBAS et le GBAS. Dans cette base de données, des canaux uniques doivent être assignés à chaque approche, en coordination avec les autorités civiles. Il incombe aux États de fournir les données FAS à incorporer dans la base de données.

**6.6.3** Le Tableau D-1 donne un exemple de codage du bloc de données FAS du SBAS. Cet exemple montre le codage des divers paramètres d'application, notamment des paramètres de contrôle de redondance cyclique (CRC). Les valeurs utilisées dans le tableau pour les paramètres des messages servent à illustrer le processus de codage des messages.

**6.6.4** L'équipement de l'utilisateur du SBAS DFMC utilise le champ du type d'opération contenu dans le bloc de données FAS afin de déterminer l'identificateur de fournisseur de services SBAS (SPID) nécessaire pour l'approche. Le service SBAS DFMC transmet un SPID de 5 bits alors que le bloc de données FAS ne prend en charge qu'un SPID de 4 bits. Pour différencier les 16 autres valeurs de SPID, l'équipement de l'utilisateur du SBAS DFMC fait appel au champ du type d'opération. L'équipement d'utilisateur qui reçoit une valeur de 0 pour le type d'opération ou qui ne lit pas le champ du type d'opération interprétera le SPID comme il est publié, avec des valeurs comprises entre 0 et 15. L'équipement d'utilisateur qui reçoit une valeur de 8 pour le



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**AMENDEMENT 5 DU RAS 10**  
**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**  
**Volume I**  
**Aides radio à la navigation**

Supplément D Page SUPP D-26  
de 59  
Edition 2  
Date Octobre 2023

type d'opération ajoutera 16 à la valeur du SPID du bloc de données FAS, ce qui donne une gamme allant de 16 à 31. Cette gamme étendue ne peut être diffusée que dans le cadre du service SBAS DFMC et est destinée aux systèmes SBAS qui assurent seulement un service SBAS DFMC.

**Tableau D-1. Exemple d'un bloc de données FAS du SBAS**

TENEUR DES DONNÉES	BITS UTILISÉS	PLAGE	RÉSOLUTION	RÈGLES DE CODAGE (Note 5)	VALEURS DE CONCEPTION DES PROCÉDURES FOURNIES	VALEUR UTILISÉE POUR LE BLOC DE DONNÉES FAS	DÉFINITION BINAIRE	REPRÉSENTATION BINAIRE (Note 1)	REPRÉSENTATION HEXADÉCIMALE
Type d'opération	4	[0..15]	1	0 : Procédure d'approche en ligne droite 1-7 : de réserve 8 : Approche en ligne droite, avec extension de l'identificateur de fournisseur de services SBAS 9-15 : de réserve (Note 1)	Approche en ligne droite	0	m <sub>4</sub> ..m <sub>1</sub>	0000	08
Identificateur de fournisseur de services SBAS	4	[0..15]	1	0--WAAS 1--EGNOS 2--MSAS 3--GAGAN 4--SDCM 5..13--de réserve Pour le type d'opération = 0 0-13 : Voir tableau B-27 14 : GBAS seulement 15 : Un fournisseur SBAS, quel qu'il soit  Pour le type d'opération = 8 0-15: Identificateur du fournisseur de services SBAS 16 à 31 (Voir tableau B-27)	EGNOS	1	m <sub>8</sub> ..m <sub>5</sub>	0001	
Identificateur d'aéroport	32	a <sub>1</sub> a <sub>2</sub> a <sub>3</sub> a <sub>4</sub>	-	a <sub>1</sub> , a <sub>2</sub> , a <sub>3</sub> = [0..9, A..Z] a <sub>4</sub> = [<espace>, 0..9, A..Z] D <sub>OUT</sub> = valeur ASCII et 3F	LFBO	LFBO	m <sub>40</sub> ..m <sub>33</sub> m <sub>32</sub> ..m <sub>25</sub> m <sub>24</sub> ..m <sub>17</sub> m <sub>16</sub> ..m <sub>9</sub>	'L' 00 001100 'F' 00 000110 'B' 00 000010 'O' 00 001111 (Note 2)	F0 40 60 30
Numéro de piste	6	[01..36]	1	-	14	14	m <sub>46</sub> ..m <sub>41</sub>	001110	72



TENEUR DES DONNÉES	BITS UTILISÉS	PLAGE	RÉSOLUTION	RÈGLES DE CODAGE (Note 5)	VALEURS DE CONCEPTION DES PROCÉDURES FOURNIES	VALEUR UTILISÉE POUR LE BLOC DE DONNÉES FAS	DÉFINITION BINAIRE	REPRÉSENTATION BINAIRE (Note 1)	REPRÉSENTATION HEXADÉCIMALE
Lettre de piste	2	[0..3]	1	0 : Aucune lettre 1 : Droite (R) 2 : Centre (C) 3 : Gauche (L)	R	1	m48..m47	01	
Indicateur de performance d'approche	3	[0..7]	1	N'est pas utilisé par le SBAS	0 (valeur par défaut)	0	m51..m49	000	0B
Indicateur de route	5	$\alpha$	-	$\alpha = [ < \text{espace} >, A..Z ]$ $\alpha \neq I$ et $\alpha \neq O$	Z	Z	m56..m52	11010	
Sélecteur de données de trajectoire de référence	8	[0..48]	-	N'est pas utilisé par le SBAS Voir Appendice B, § 3.5.15.3.5	0 (valeur par défaut SBAS L1 ou SBAS DFMC)	0	m64..m57	00000000	00
Identificateur de trajectoire de référence	32	$\alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4$	-	$\alpha_1 = [E, M, W]$ $\alpha_2, \alpha_3 = [0..9]$ $\alpha_4 = [ < \text{espace} >, A, B, D..K, M..Q, S..Z ]$ D <sub>OUT</sub> = valeur ASCII et 3F	E14A	E14A	m366..m389 m388..m381 m380..m373 m372..m365	'E' 00 000101 '1' 00 110001 '4' 00 110100 'A' 00 000001 (Note 2)	80 2C 8C A0
Latitude LTP/FTP	32	[-90,0°..90,0°]	0,0005 seconde d'arc	D <sub>CONV1</sub> = D <sub>N</sub> -> méthode d'arrondissement (Note 3) D <sub>CONV2</sub> = D <sub>CONV1</sub> -> décimal (s) D <sub>OUT</sub> = D <sub>CONV2</sub> x 2 000 N : D <sub>OUT</sub> S : complément à 2 (D <sub>OUT</sub> )	D <sub>N</sub> = 43°38'38,8103" N	D <sub>CONV1</sub> = 43°38'38,8105" N D <sub>CONV2</sub> = 157 118,8105 s D <sub>OUT</sub> = 314237621	m128..m121 m120..m113 m112..m105 m104..m07	00010010 10111010 11100010 10110101	AD 47 5D 48
Longitude LTP/FTP	32	[-180,0°..180,0°]	0,0005 seconde d'arc	D <sub>CONV1</sub> = D <sub>N</sub> -> méthode d'arrondissement (Note 3) D <sub>CONV2</sub> = D <sub>CONV1</sub> -> décimal (s) D <sub>OUT</sub> = D <sub>CONV2</sub> x 2 000 E : D <sub>OUT</sub> W : complément à 2 (D <sub>OUT</sub> )	D <sub>N</sub> = 001°20'45,3591" E	D <sub>CONV1</sub> = 001°20'45,3590" E D <sub>CONV2</sub> = 4 845,359 s D <sub>OUT</sub> = 9690718	m160..m153 m152..m145 m144..m137 m136..m129	00000000 10010011 11011110 01011110	7A 7B C9 00
Hauteur LTP/FTP	16	[-512..6 041,5]	0,1 m	D <sub>CONV</sub> = arrondi (D <sub>N</sub> , résolution) D <sub>OUT</sub> = (D <sub>N</sub> + 512) x 10	D <sub>N</sub> = 148,74 m	D <sub>CONV</sub> = 148,7 D <sub>OUT</sub> = 6607	m176..m169 m168..m161	00011001 11001111	F3 98
ΔLatitude FPAP	24	[-1,0°..1,0°]	0,0005 seconde d'arc	D <sub>CONV1</sub> = D <sub>N</sub> -> méthode d'arrondissement (Note 3) D <sub>CONV2</sub> = D <sub>CONV1</sub> -> décimal (s) D <sub>OUT</sub> = D <sub>CONV2</sub> x 2 000 + : D <sub>OUT</sub> - : complément à 2 (D <sub>OUT</sub> )	D <sub>N</sub> = - 0°01'37,8973"	D <sub>CONV1</sub> = - 00°01'37,8975" D <sub>CONV2</sub> = - 97,8975" D <sub>OUT</sub> = complément à 2 (195795) D <sub>OUT</sub> = 16 581 421	m200..m193 m192..m185 m184..m177	11111101 00000011 00101101	B4 C0 BF
ΔLongitude FPAP	24	[-1,0°..1,0°]	0,0005 seconde d'arc	D <sub>CONV1</sub> = D <sub>N</sub> -> méthode d'arrondissement (Note 3) D <sub>CONV2</sub> = D <sub>CONV1</sub> -> décimal (s) D <sub>OUT</sub> = D <sub>CONV2</sub> x 2 000 + : D <sub>OUT</sub> - : complément à 2 (D <sub>OUT</sub> )	D <sub>N</sub> = 0°01'41,9329"	D <sub>CONV1</sub> = 0°01'41,9330" D <sub>CONV2</sub> = 101,9330" D <sub>OUT</sub> = 203 866	m224..m217 m216..m209 m208..m201	00000011 00011100 01011010	5A 38 C0
TCH à l'approche	15	[0..1 638,35 m] [0..3 276,7 ft]	0,05 m 0,1 ft	D <sub>CONV</sub> = arrondi (D <sub>N</sub> , résolution) m : D <sub>OUT</sub> = D <sub>N</sub> x 20 ft : D <sub>OUT</sub> = D <sub>N</sub> x 10	D <sub>N</sub> = 15,00 m	D <sub>CONV</sub> = 15,00 m D <sub>OUT</sub> = 300	m239..m233 m232..m225	00000001 00101100	34 81
Indicateur d'unité TCH à l'approche	1	[0,1]	-	0 : pieds 1 : mètres	m	1	m240	1	
Angle de l'alignement de descente (GPA)	16	[0..90,00°]	0,01°	D <sub>CONV</sub> = arrondi (D <sub>N</sub> , résolution) D <sub>OUT</sub> = D <sub>N</sub> x 100	D <sub>N</sub> = 3,00°	D <sub>CONV</sub> = 3,00° D <sub>OUT</sub> = 300	m256..m249 m248..m241	00000001 00101100	34 80
Largeur de radioalignement	8	[80,00 m..143,75 m]	0,25 m	D <sub>CONV</sub> = arrondi (D <sub>N</sub> , résolution) D <sub>OUT</sub> = (D <sub>CONV</sub> - 80) x 4	D <sub>N</sub> = 105,00 m	D <sub>CONV</sub> = 105,00 m D <sub>OUT</sub> = 100	m264..m257	01100100	26



TENEUR DES DONNÉES	BITS UTILISÉS	PLAGE	RÉSOLUTION	RÈGLES DE CODAGE (Note 5)	VALEURS DE CONCEPTION DES PROCÉDURES FOURNIES	VALEUR UTILISÉE POUR LE BLOC DE DONNÉES FAS	DÉFINITION BINAIRE	REPRÉSENTATION BINAIRE (Note 1)	REPRÉSENTATION HEXADÉCIMALE
ΔÉcart longitudinal	8	[0..2 032 m]	8 m	$D_{CONV}$ = arrondi ( $D_{IN}$ , résolution) $D_{OUT}$ = (division entière de $D_{CONV}$ par 8) + 1 $D_{OUT}$ = 255 : valeur non fournie	$D_{IN}$ = 284,86 m	$D_{CONV}$ = 288 m $D_{OUT}$ = 36	m <sub>272</sub> ..m <sub>265</sub>	00100100	24
Seuil d'alarme horizontal (HAL)	8	[0..50,8 m]	0,2 m	$D_{CONV}$ = arrondi ( $D_{IN}$ , résolution) $D_{OUT}$ = $D_{IN}$ * 5	$D_{IN}$ = 40,0 m	$D_{CONV}$ = 40,0 m $D_{OUT}$ = 200	m <sub>280</sub> ..m <sub>273</sub>	11001000	13
Seuil d'alarme vertical (VAL)	8	[0..50,8 m]	0,2 m	$D_{CONV}$ = arrondi ( $D_{IN}$ , résolution) $D_{OUT}$ = valeur * 5 $D_{OUT}$ = 0 : les écarts verticaux ne peuvent être utilisés	$D_{IN}$ = 50,0 m	$D_{CONV}$ = 50,0 m $D_{OUT}$ = 250	m <sub>288</sub> ..m <sub>281</sub>	11111010	5F
Code CRC du segment d'approche finale	32	[0..2 <sup>32</sup> -1]	–	$D_{OUT}$ = reste (P(x) / Q(x))	–	–	r <sub>32</sub> ..r <sub>25</sub> r <sub>24</sub> ..r <sub>17</sub> r <sub>16</sub> ..r <sub>9</sub> r <sub>8</sub> ..r <sub>1</sub>	10101110 11000011 01100100 10001111	75 C3 26 F1 (Note 4)

*Notes.*

1. Le bit de droite est le bit de poids faible (LSB) de la valeur binaire du paramètre et le premier bit transmis au calculateur CRC.
2. Les deux bits les plus significatifs de chaque octet sont mis à 0 (voir les caractères gras).
3. La méthode d'arrondissement est indiquée dans les PANS-OPS (Doc 8168), volume II.
4. La valeur du RC du FAS est affichée dans l'ordre r<sub>25</sub>..r<sub>32</sub>, r<sub>17</sub>..r<sub>24</sub>, r<sub>9</sub>..r<sub>16</sub>, r<sub>1</sub>..r<sub>8</sub>, r<sub>1</sub> étant le <sup>e</sup> coefficient du reste R(x) défini à l'Appendice B, § 3.9.
5.  $D_{IN}$  : valeur brute des données,  $D_{CONV}$  : valeur des données convertie conformément aux règles de codage,  $D_{OUT}$  : valeur des données codée.

**6.6.5** L'équipement de l'utilisateur du SBAS DFMC utilise le champ de l'indicateur de performance d'approche (APD) pour déterminer lequel des modes de service SBAS assure une performance suffisante pour la procédure visée par le bloc de données FAS. Les modes de service sont les suivants : SBAS L1, SBAS DFMC lorsqu'une ou plusieurs constellations renforcées peuvent être utilisées, et SBAS DFMC lorsque deux constellations renforcées ou plus peuvent être utilisées. Une constellation peut être utilisée lorsque le SBAS assure le renforcement et que l'équipement de l'utilisateur peut en tirer parti. Dans le cas des procédures utilisant un niveau de performance APV, l'équipement de l'utilisateur peut vérifier le ou les niveaux de protection calculés en fonction du ou des seuils d'alarme associés afin de déterminer le caractère approprié de la navigation. Dans le cas des procédures utilisant le niveau de performance de catégorie 1, l'intégrité visée au chapitre 3, Tableau 3.7.2.4.-1, note 2, impose une analyse de sécurité spécifique au système lorsque le VAL est supérieur à 10 m. Cela inclut une évaluation de performance faite par le fournisseur de services SBAS et que l'ANSP peut utiliser afin d'appuyer la décision sur le codage APD des procédures publiées. Étant donné que le volume de service du SBAS DFMC sera considérablement plus grand que celui du SBAS L1, les ANSP pourront publier des procédures d'approche basées sur le service SBAS DFMC qui ne peuvent pas être pleinement prises en charge par un service SBAS L1 associé. Dans certaines circonstances, le service SBAS L1 pourrait ne pas remplir les critères de disponibilité ou de continuité pour l'approche, mais il pourrait répondre aux spécifications de performance et être utilisé, s'il est disponible. Les ANSP peuvent alors publier la procédure avec un codage APD de 5 ou 6 compte tenu de la performance du service SBAS L1 assurée par le fournisseur de services SBAS. Dans certaines conditions, lorsque le service SBAS L1 ne remplit pas les critères énoncés au § 3.3.9 ou lorsque l'ANSP détermine que le service SBAS L1 ne peut pas être utilisé, les ANSP peuvent publier des procédures avec un codage APD de 1 ou 2. Le Tableau ci-dessous donne une idée des circonstances dans lesquelles les divers codages APD sont appropriés. Les ANSP donnent aux procédures SBAS DFMC un codage APD de 1 ou 2 lorsqu'il n'y a pas de service SBAS L1 disponible pour appuyer l'approche publiée.




0	<ul style="list-style-type: none"><li>• Toute procédure basée sur le niveau de performance APV lorsque le service SBAS L1 remplit les critères de disponibilité et de continuité.</li><li>• Toute procédure utilisant le niveau de performance de catégorie 1 lorsque le service SBAS L1 remplit les critères de disponibilité et de continuité et respecte l'évaluation de sécurité spécifique au système.</li></ul>
1	<ul style="list-style-type: none"><li>• Toute procédure basée sur le niveau de performance APV lorsque l'ANSP veut contrôler l'opération en mode DFMC seulement avec au moins une constellation.</li><li>• Toute procédure basée sur le niveau de performance de catégorie 1 lorsque le service SBAS DFMC avec au moins une constellation permet de respecter l'évaluation de sécurité spécifique au système mais qu'un service SBAS L1 ne le permettrait pas.</li></ul>
2	<ul style="list-style-type: none"><li>• Toute procédure basée sur le niveau de performance APV lorsque l'ANSP veut contrôler l'opération en mode DFMC seulement et que deux constellations ou plus sont nécessaires au respect des critères de disponibilité et de continuité du service SBAS DFMC.</li><li>• Toute procédure basée sur le niveau de performance de catégorie 1 lorsque le service SBAS DFMC est conforme à l'évaluation de sécurité spécifique au système mais qu'un service SBAS L1 n'y serait pas conforme, et que deux constellations ou plus sont nécessaires au respect des critères de disponibilité et de continuité du service SBAS DFMC.</li></ul>
5	<ul style="list-style-type: none"><li>• Toute procédure basée sur le niveau de performance APV lorsqu'il n'est pas prévu que le service SBAS L1 remplisse les critères de disponibilité ou de continuité tandis que le service SBAS DFMC respecte les critères de disponibilité et de continuité avec au moins une constellation.</li><li>• Toute procédure basée sur le niveau de performance de catégorie 1 lorsque le service SBAS DFMC et le service SBAS L1 permettent tous deux de respecter l'évaluation de sécurité spécifique au système, bien qu'il ne soit pas prévu que le service SBAS L1 remplisse les critères de disponibilité et/ou de continuité.</li></ul>
6	<ul style="list-style-type: none"><li>• Toute procédure basée sur le niveau de performance APV lorsque seule l'utilisation d'un service SBAS DFMC renforçant plus d'une constellation permet de remplir les critères de disponibilité et de continuité. Il n'est pas prévu qu'un SBAS DFMC à une seule constellation, ni un service SBAS L1 remplissent les critères de disponibilité et de continuité.</li><li>• Toute procédure basée sur le niveau de performance de catégorie 1 lorsque seule l'utilisation d'un service SBAS DFMC renforçant plus d'une constellation permet de remplir les critères de disponibilité et de continuité. Il n'est pas prévu qu'un SBAS DFMC à une seule constellation ni un service SBAS L1 remplissent les critères de disponibilité et/ou de continuité, mais tous les services respectent l'évaluation de sécurité spécifique au système.</li></ul>

6.6.6 L'équipement d'utilisateur qui n'est pas conçu pour traiter le signal SBAS DFMC (p. ex. conforme aux normes RTCA/DO-229) n'a pas à utiliser le champ APD (voir chapitre 3, Appendice B, § 3.5.8.4.2.6.1), mais l'équipement SBAS DFMC utilise ce champ. Les procédures SBAS élaborées pour le service SBAS L1 utilisent un APD positionné à « 0 ». Le codage « 0 » est donc retenu pour les procédures prises en charge à la fois par le SBAS L1 et par le SBAS DFMC. L'équipement d'utilisateur SBAS qui n'est pas conçu pour traiter le signal SBAS DFMC (p. ex. conforme aux normes RTCA/DO-229) ne devrait être utilisé qu'en combinaison avec les blocs de données FAS avec APD positionné « 0 ».

## 6.7 Considérations relatives au SBAS DFMC

6.7.1 *Intervalles de transmission des données.* Les intervalles maximaux de transmission entre les messages SBAS DFMC sont spécifiés à l'Appendice B, Tableau B-107. Ces intervalles sont tels qu'un usager qui entre dans la zone de couverture du SBAS DMFC peut produire une position corrigée et les informations d'intégrité fournies par le SBAS dans un délai raisonnable. Pour les opérations en route, de région terminale, NPA et d'approche de précision, toutes les données nécessaires seront reçues en moins de 3 minutes compte tenu d'un maximum de 92 satellites configurés dans le masque SBAS DFMC. Les intervalles maximaux entre les transmissions ne justifient pas un niveau particulier de précision comme il est défini au Chapitre 3, Tableau 3.7.2.4-1. Afin d'assurer une performance de précision donnée, chaque fournisseur de



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59      Page SUPP D-30</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	---

services adoptera un ensemble d'intervalles de transmission qui tient compte de différents paramètres, comme le nombre de constellations renforcées et le nombre de satellites SBAS que le fournisseur utilise.

#### 6.7.2 Masque SBAS DFMC

6.7.2.1 *Paramètres de masque SBAS.* L'Appendice B, Tableau B-91, met en correspondance le masque de satellite SBAS DFMC et les satellites GNSS. Il a été décidé de désigner, dans chaque constellation, des satellites particuliers qui pourraient être renforcés en mode SBAS DFMC. Il s'agit des numéros de PRN GPS 1 à 32 et 120 à 158 (PRN SBAS), des numéros d'identification GLONASS 1 à 37, des identificateurs de véhicule spatial (SVID) Galileo 1 à 36 et des numéros de code de mesure de distance BDS 1 à 37. Si une constellation quelconque émet un signal provenant d'un satellite identifié par un paramètre dont la valeur excède la gamme spécifiée, ce satellite n'est pas admissible à un renforcement SBAS DFMC. Le masque SBAS DFMC contenu dans un message de type 31 est indépendant du masque SBAS L1 contenu dans un message de type 1 même si les deux services sont assurés par un même fournisseur de SBAS.

6.7.2.2 *Transition de masque SBAS.* Comme la norme ne précise pas comment réaliser une transition de masque, les fournisseurs de SBAS pourraient choisir des stratégies de transition différentes. L'utilisateur a besoin d'un masque valide pour décoder les données d'intégrité envoyées toutes les six secondes au moyen des messages de type 34, 35 ou 36. Il doit recevoir un message d'intégrité valide au moins toutes les 12 secondes pour poursuivre les opérations verticales puisque les paramètres d'intégrité arrivent à expiration après 12 secondes. Le message de masque de satellite (type 31) est valide pendant 360 secondes. Une méthode pour les transitions de masque consisterait donc à amorcer la transition avec la transmission d'un nouveau message de type 31 tout en continuant de faire référence au message d'intégrité de type 31 précédent. Après le deuxième (ou le troisième) nouveau message de type 31, le SBAS effectuerait la transition des messages d'intégrité de façon à utiliser le nouveau message de masque de satellite. Les usagers devraient pouvoir recevoir le nouveau masque de satellite après deux ou trois envois et, dans l'intervalle, continuer de fonctionner normalement. D'autres options pourraient être utilisées pour la transition de masque de satellite, comme la transmission de deux messages d'intégrité par cycle, un utilisant l'ancien masque de satellite et l'autre, le nouveau masque. Les fournisseurs de SBAS doivent évaluer comment le mécanisme de transition de masque SBAS influe sur la continuité du service dans l'éventualité où l'utilisateur manque quelques messages.

6.7.3 *Génération de l'almanach et des éphémérides du SBAS DFMC.* Les messages d'éphémérides et d'almanach du SBAS DFMC sont destinés à fournir un ensemble de paramètres képlériens, ce qui rend possible l'utilisation de satellites SBAS en orbite non géostationnaire. Les messages d'éphémérides et d'almanach du SBAS DFMC permettent la diffusion de la position orbitale de satellites MEO, HEO, IGSO et GEO. Pour certains cas particuliers d'orbite, comme les orbites à faible inclinaison (géostationnaires) ou les orbites circulaires, à excentricité nulle, quelques-uns des paramètres képlériens ne sont pas bien définis et ne sont donc pas uniques. Il existe des ensembles valides de paramètres képlériens, et l'utilisateur sera capable de déterminer la position du satellite selon qu'il convient à condition que le SBAS produise un ensemble valide de paramètres. Les fournisseurs de SBAS peuvent positionner les paramètres posant problème à des valeurs constantes, et les éphémérides ou l'almanach qui en résulteront convergeront vers une bonne solution. Comme l'intervalle de validité des éphémérides est court, le taux de variation de l'ascension droite du noeud ascendant (RAAN) a été retiré du calcul du SBAS. Une sélection appropriée de la correction en latitude peut rectifier l'erreur causée par le retrait du taux de variation de la RAAN dans le cas des satellites géostationnaires. Pour ce qui est des orbites inclinées, l'erreur n'est toujours pas négligeable, et la compensation doit tenir compte de la donnée iDOT en combinaison avec les données  $C_{US}$  et  $C_{UC}$ . Ces paramètres de correction ont été choisis en général du fait qu'elles permettent des corrections (à peu près) dans le sens de la trajectoire ( $C_{US}$ ,  $C_{UC}$ ) et en travers de la trajectoire (iDOT). Étant donné que l'élimination du taux de variation de la RAAN est traitée par d'autres paramètres, un long intervalle d'ajustement des paramètres peut réduire la précision de la position du satellite SBAS.

#### 6.7.4 Considérations relatives à l'intégrité




6.7.4.1 **Généralités.** Les corrections SBAS éliminent l'erreur observable mais il reste une certaine incertitude sur l'erreur résiduelle. Le segment sol du SBAS sélectionne les DFRE à diffuser pour assurer un niveau de protection limitant les erreurs résiduelles de position de l'utilisateur après l'application des corrections SBAS. Le segment sol du SBAS devrait tenir compte de la croissance de l'incertitude dans l'erreur nominale qui se produit lorsque l'utilisateur applique des données de renforcement reçues qui sont encore valides (dont le délai d'expiration n'est pas échu), quelles qu'elles soient. Le segment sol du SBAS peut choisir et transmettre les paramètres de dégradation associés afin d'aider à maintenir cette limitation. Cela fait en sorte que des alarmes ne seront pas nécessaires en conditions normales durant la période de validité des corrections et des DFRE. À mesure que l'incertitude augmente, le SBAS peut augmenter les DFRE afin de maintenir une limitation adéquate. Sous réserve que les paramètres de dégradation ajoutent une limitation suffisante permettant de respecter les spécifications d'intégrité de l'Appendice B, § 3.5.14.3, une augmentation des DFRE en vigueur pour couvrir un comportement nominal ne nécessitera pas une alarme pour protéger les usagers qui appliquent encore des valeurs actives plus anciennes. Comme il est spécifié à l'Appendice B, § 3.5.14.4.2, le système SBAS doit contrôler les défauts de mesure de distance des satellites et l'applicabilité des données SBAS actives. Durant ce contrôle, il doit maintenir l'intégrité. Pour certains comportements contrôlés, comme l'emballement d'une horloge, si les erreurs ne sont pas incompatibles avec l'analyse de conception et d'intégrité du système SBAS et continuent d'être limitées par les DFRE actives diffusées précédemment en combinaison avec les paramètres de dégradation, le SBAS ne devrait pas produire une alarme afin de maintenir la continuité. Si le SBAS détermine que les données antérieures mais encore actives, une fois les dégradations appliquées, ne remplissent pas le critère d'intégrité, il produira une alarme pour le satellite concerné. L'alarme pourrait prendre la forme de valeurs DFREI plus grandes, y compris la valeur indiquant « Ne pas utiliser en mode SBAS ». Pour les autres cas contrôlés, comme la détection d'une qualité de signal anormale, il serait peut-être préférable que le SBAS produise directement une alarme indiquant « Ne pas utiliser en mode SBAS » pour le satellite en question.

6.7.4.2 **Mécanisme.** Il y a plusieurs façons de produire une alarme. La séquence d'alarme consiste en une émission d'au moins quatre instances de données consécutives qui atténueront les informations trompeuses. Pour des satellites individuels, il suffit souvent de diffuser des valeurs DFRE plus grandes pour limiter l'erreur. Cette mesure a pour effet de protéger toutes les données satellitaires, y compris celles qui sont associées à des délais d'expiration plus longs. Grâce à une telle utilisation des DFRE, une fois terminée la situation à l'origine de l'alarme, la performance nominale peut être rétablie rapidement par la transmission de valeurs DFRE nominales. Le SBAS devrait prévoir que l'utilisateur ratera des messages et pourrait utiliser des données transmises précédemment qui ne sont pas encore arrivées à expiration. Lorsqu'il diffuse des valeurs DFRE plus grandes pour atténuer les informations trompeuses, le SBAS envoie les nouvelles valeurs dans au moins quatre messages consécutifs. Comme les termes de la DFRE se trouvent dans plusieurs messages différents, il est possible de combiner les messages pour réaliser la répétition (p. ex. quatre messages de type 32 consécutifs ; quatre messages de type 34/35/36 consécutifs ; suite de quatre messages de type 32 et messages d'intégrité ; etc.).

6.7.4.3 **Utilisation du message de type 0 comme moyen d'alarme.** Si nécessaire, pour supprimer des données actives du récepteur de l'utilisateur, le SBAS peut transmettre des messages de type 0. Si les données actives donnent lieu à des informations trompeuses, le SBAS peut utiliser un message de type 0 comme moyen d'alarme et envoyer quatre messages de type 0 consécutifs. Sur réception de messages de type 0, les usagers abandonneront les données L5 transmises par le satellite émetteur sur la liaison associée. L'utilisation de messages de type 0 pour alerter les satellites individuels n'est généralement pas nécessaire, l'emploi de valeurs DFREI plus grandes pouvant servir à cette fin en ayant moins d'incidence sur le service SBAS.

6.7.4.4 **Messages manqués et utilisation de messages de type 0.** Comme l'alarme doit être envoyée quatre fois, un récepteur pourrait rater une alarme s'il manque quatre messages consécutifs. Pour la sécurité durant les opérations d'approche, lorsque le récepteur manque quatre messages, il doit invalider tous les DFREI/DFRECI (voir Appendice B, § 3.5.15.1.4.15). Le récepteur pourrait continuer d'utiliser les données de correction lorsqu'il reçoit un ensemble approprié de DFREI sans autre changement, ce qui pourrait se produire avec la réception d'un message de type 35 ou 36. Le SBAS devrait tenir compte de la possibilité que le récepteur de l'utilisateur ait manqué une séquence d'alarme et continuer à transmettre des DFREI ou des

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Supplément D de 59 Edition Date	Page SUPP D-32  2 Octobre 2023
--	---	--	---

DFRECI compatibles avec la valeur de l'alarme pour toutes les données de correction qui restent valides. Cela vaut également pour la transmission de messages de type 0. Si l'utilisateur manque quatre messages ou plus, il n'annulera que les DFREI/DFRECI et ne supprimera pas d'autres données. Le SBAS devrait donc examiner comment reprendre la séquence de transmission nominale après une séquence d'alarme par messages de type 0. Il devrait continuer de diffuser des messages de type 0 ou mettre hors disponibilité les satellites affectés tant que les données diffusées trompeuses ne seront pas arrivées à expiration. La transition de l'alarme au moyen de messages de type 0 à l'alarme au moyen de l'indication « Ne pas utiliser pour le SBAS » peut permettre au récepteur d'utiliser plus tôt les nouvelles données SBAS.


#### 6.7.5 Données d'intégrité

6.7.5.1 *Messages d'intégrité.* Le concept du SBAS DFMC prévoit trois types de message pour la communication des données d'intégrité, avec un intervalle de répétition n'excédant pas six secondes. Le SBAS DFMC diffusera les données d'intégrité de tous les satellites configurés dans le masque de satellite (message de type 31), et il peut utiliser n'importe quelle combinaison des types de message en question, à savoir les types 34, 35 et 36. Le message de type 35 fournit les données DFREI des 53 premiers satellites indiqués dans le message de masque (type 31), et il peut être le seul message utilisé lorsque le SBAS renforce 53 satellites ou moins. Le message de type 36 est similaire au message de type 35, et il est utilisé avec ce dernier pour transmettre les données DFREI des satellites 54 à 92. L'emploi d'un message de type 35 et d'un message de type 36 jumelés double le nombre de messages d'intégrité envoyés et pourrait réduire la capacité d'envoyer d'autres données (p. ex. données de correction) plus souvent par rapport au minimum requis. Le message de type 34 est une option permettant de diffuser les données d'intégrité d'un maximum de 92 satellites dans un même message SBAS.

6.7.5.2 *Utilisation du message d'intégrité.* Le message de type 34 offre la possibilité de fournir les données d'intégrité d'un maximum de 92 satellites au moyen d'un seul message, grâce à l'utilisation d'un indicateur à 2 bits d'évolution de la DFRE (DFRECI) au lieu d'un DFREI à 4 bits pour chaque satellite. Le message de type 32 contient le DFREI réel. Pour la plupart des opérations, le DFREI restera le même ou ne changera que d'un incrément durant le délai d'expiration le concernant. L'indicateur à 2 bits ne peut représenter que quatre états, comme suit : 1) le DFREI n'a pas changé, pour indiquer que tous les DFREI valides diffusés demeurent valides ; 2) augmenter le DFREI d'un cran (saut) ; 3) le message de type 34 indiquera un nouveau DFREI dans l'un de sept créneaux attribués aux mises à jour de ce paramètre ; 4) indiquer « Ne pas utiliser [ce satellite] pour le SBAS ». L'utilisateur pourrait appliquer l'indicateur au dernier DFREI reçu qui n'est pas arrivé à expiration. La conception du système SBAS tient compte de la possibilité que l'utilisateur manque des valeurs de DFREI et/ou de DFRECI transmises précédemment. Le SBAS ne peut pas prévoir que l'utilisateur aura les DFREI les plus récents, et il contrôle toutes les données antérieures mais encore actives transmises afin de satisfaire à la spécification d'intégrité énoncée à l'Appendice B, § 3.5.14.3.1. Le SBAS peut fournir sept DFREI dans le message de type 34. Si le fournisseur du SBAS doit augmenter plus de sept DFREI de plus d'une valeur DFREI, il a deux options : positionner à « Ne pas utiliser pour le SBAS » les satellites qui ne peuvent pas être codés dans le champ DFREI, ou fournir les DFREI dans un message de type 35 ou 36. Le fournisseur du SBAS peut transmettre un DFRECI positionné à « 0 » correspondant à une valeur DFREI plus élevée existante alors qu'une valeur inférieure pourrait être transmise. Le saut du DFRECI n'est pas cumulatif et peut s'appliquer à tout DFREI transmis qui pourrait encore être valide. Chaque message de correction de satellite de type 32 contient un DFREI. Tout DFREI envoyé dans un message de type 32 est valide tant que le délai d'expiration associé n'est pas échu, à moins qu'un nouveau DFREI ait été envoyé dans plusieurs messages de type 34, 35 ou 36 consécutifs. Lorsque le SBAS envoie un nouveau DFREI dans tous les messages d'intégrité transmis durant la période de validité du DFREI, il peut considérer que l'utilisateur aura le nouveau DFREI et que la valeur du DFREI transmis dans le message de type 32 précédent a été remplacée.

6.7.5.3 *Utilisation du message d'intégrité SBAS DFMC comme moyen d'alarme.* Quand un SBAS renforce 53 satellites ou moins ou utilise le message de type 34, il peut envoyer une séquence d'alarme constituée de messages consécutifs de type 34 ou 35 et satisfaire à la spécification applicable. Quand un SBAS renforce plus de 53 satellites et choisit d'utiliser le message jumelé de type 35/36, la logique d'alarme devient plus complexe. Si tous les satellites pour lesquels il faut envoyer une alarme figurent dans le même type de message, alors ce type de message pourrait être transmis plusieurs fois pour satisfaire à la



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59      Page SUPP D-33</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	---

spécification pertinente. Si les satellites pour lesquels il faut une alarme figurent à la fois dans un message de type 35 et dans un message de type 36, il sera nécessaire de passer à l'utilisation du message de type 34 ou du message de type 0 pour l'envoi des alarmes. L'utilisation du message de type 34 est l'option privilégiée pour limiter les perturbations du service, l'emploi du message de type 0 exigeant la récupération de toutes les données SBAS.

6.7.6 *Mise à jour du Tableau DFREI.* Le message de type 37 contient des paramètres d'intégrité qui sont utilisés dans les équations des seuils HPL et VPL du SBAS DFMC. En particulier, il contient un Tableau DFREI qui met en correspondance les valeurs DFREI transmises et les valeurs de l'écart type (sigma) de l'erreur de distance double fréquence associée à utiliser dans le calcul des niveaux de protection. Étant donné que le contenu du message de type 37 est lié à la conception du SBAS, on s'attend à ce que les paramètres de ce type de message changent rarement. Cependant, lorsque le contenu du message de type 37 change bel et bien, le fournisseur du SBAS devra veiller à ce que les récepteurs SBAS maintiennent l'intégrité durant le changement. Pour ce faire, il peut diffuser un message de type 0 afin de supprimer des récepteurs SBAS les données de message de type 37 précédentes, gonfler les valeurs de DFREI diffusées pour tous les satellites, envoyer une alarme pour les satellites qui pourraient ne pas maintenir l'intégrité, ou ne pas apporter de changement si les récepteurs SBAS maintiendront l'intégrité lorsqu'ils utilisent les données de tout message de type 37 diffusé valide.

6.7.7 *Délai d'alarme.* La figure D-2 précise aussi le découpage dans le temps du délai d'alarme total défini au Chapitre 3, Tableau 3.7.2.4-1, pour ce qui est du SBAS DFMC.

6.7.8 *Effets troposphériques.* Le § 6.5.4 fait référence à une valeur estimée du retard troposphérique pour les approches de précision.

6.7.9 *Trajets multiples.* Les trajets multiples constituent la plus importante source d'erreur de position dans le cas du SBAS DFMC, affectant aussi bien les éléments au sol que les éléments embarqués, notamment en raison de la combinaison, sans le retard ionosphérique, des mesures double fréquence corrigées du SBAS. Les techniques palliatives pour les éléments au sol du SBAS, décrites au § 6.5.5, sont valables aussi pour le SBAS DFMC.

6.7.10 *Remise à zéro du numéro de semaine.* Un compte des remises à zéro du numéro de semaine ( $WNRO_{\text{compte}}$ ) d'une valeur de 15 signifie que le paramètre n'est pas valide. Le récepteur SBAS DFMC peut utiliser le paramètre  $WNRO_{\text{compte}}$  pour résoudre l'ambiguïté possible de la valeur tronquée du numéro de semaine ( $WN_x$ ) transmise dans les données de navigation GNSS lorsque le SBAS diffuse une valeur de  $WNRO_{\text{compte}}$  comprise entre 0 et 14. En pareil cas, le paramètre  $WNRO_{\text{compte}}$  est traité comme suit :


- Si la valeur tronquée du numéro de semaine ( $WN_x$ ) actuel de la constellation GNSS désignée par un message de type 37 est égale à la valeur maximale  $\overline{WN} - 1$  et si le numéro du jour de semaine actuel est 7 et que le temps de référence  $t_a$  correspond au numéro de jour de semaine 1 dans le temps de référence de la constellation GNSS, le nombre total de semaines ( $WN$ ) écoulées depuis le début du temps de référence GNSS est donné par l'équation suivante :

$$WN = (WNRO_{\text{compte}} - 1) \times \overline{WN} + WN_x = WNRO_{\text{compte}} \times \overline{WN} - 1$$

- Si la valeur tronquée du numéro de semaine ( $WN_x$ ) actuel de la constellation GNSS désignée par un message de type 37 est de 0 et si le numéro du jour de semaine actuel est 1 et que le temps de référence  $t_a$  correspond au numéro de jour de semaine 7 dans le temps de référence de la constellation GNSS, le nombre total de semaines ( $WN$ ) écoulées depuis le début du temps de référence GNSS est donné par l'équation suivante :

$$WN = (WNRO_{\text{compte}} + 1) \times \overline{WN} + WN_x = (WNRO_{\text{compte}} + 1) \times \overline{WN}$$

- Sinon :

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Supplément D de 59      Page SUPP D-34 Edition      2 Date      Octobre 2023</p>
--	--	---

$$WN = WNRO_{compte} \times \overline{WN} + WN_x$$

6.7.11 *Changements de jour.* Les paramètres  $t_d$ ,  $t_a$  et  $t_e$  sont exprimés en secondes du jour, ajustées pour tenir compte des changements de jour. L'utilisateur peut faire appel au mécanisme suivant afin de déterminer le jour de référence pour un paramètre  $t_d$ ,  $t_a$  ou  $t_e$  reçu dans un message diffusé à l'impulsion  $t$ . Dans le cas d'un paramètre  $t_d$ ,  $t$  et  $t_d$  étant exprimés en secondes du jour :

- Si  $.43\ 200 \leq (t_d - t) \leq 43\ 199$ ,  $t_d$  est exprimé en secondes du jour de la diffusion du message ;
- Si  $(t_d - t) < -43\ 200$ ,  $t_d$  est exprimé en secondes du jour suivant le jour de la diffusion du message ; et
- Si  $(t_d - t) > 43\ 199$ ,  $t_d$  est exprimé en secondes du jour précédant le jour de la diffusion du message ;

Le mécanisme ci-dessus peut être appliqué au paramètre  $t_a$  et  $t_e$ , en remplaçant  $t_d$  par  $t_a$  ou  $t_e$ .

6.7.12 *Calcul de la position en mode SBAS DFMC.* L'Appendice B, § 3.5.12.4, décrit le protocole pour le calcul de la position SBAS en fonction de deux constellations renforcées par un SBAS. En supposant un SBAS renforçant un nombre  $N$  de constellations,  $N$  étant égal à trois ou plus, l'estimation par moindres carrés pondérés  $X$  linéarisée comprend  $N - 2$  éléments supplémentaires pour les décalages temporels entre la constellation supplémentaire et la constellation de référence 1. De plus, la matrice d'observation  $G$ , décrite à l'Appendice B, § 3.5.12.4, alinéa c), est modifiée de façon à intégrer  $N - 2$  colonnes supplémentaires de paramètres temporels. Ces paramètres sont égaux à 1 pour tous les satellites de cette constellation précise lorsqu'on fixe le paramètre du numéro de colonne correspondant à la colonne de décalage de temps de cette constellation dans  $X$ . Dans les autres cas, ces paramètres temporels sont de 0.

6.7.12.1 *Matrice d'observation  $G$  de remplacement.* La solution de navigation SBAS DFMC peut être calculée à l'aide de la matrice d'observation  $G$  suivante, qui peut remplacer la matrice définie à l'Appendice B, § 3.5.12.4 :

$$G_i = [-\cos El_i \cdot \sin Az_i \quad -\cos El_i \cdot \cos Az_i \quad -\sin El_i \quad n_{i,1} \quad n_{i,2}] \text{ i}^{\text{e}} \text{ rangée de } G$$

où :

$n_{i,1}$  est « 1 » si le satellite fait partie de la constellation de référence C1, ou « 0 » s'il fait partie de la constellation C2 ;


$n_{i,2}$  est « 0 » si le satellite fait partie de la constellation de référence C1, ou « 1 » s'il fait partie de la constellation C2 ;

Si l' $i^{\text{e}}$  rangée de  $G$  correspond à une mesure de distance SBAS :

$n_{i,1}$  est « 1 » si la constellation C1 est le GPS, sinon il est « 0 » ;

$n_{i,2}$  est « 1 » si la constellation C2 est le GPS, sinon il est « 0 ».

Si le SBAS fournissant la mesure de distance SBAS ne renforce pas le GPS, le décalage d'horloge du SBAS doit être résolu au moyen d'une inconnue supplémentaire :

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59      Page SUPP D-35</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	---

$n_{i,3}$  est « 1 » si la constellation C1 et la constellation C2 ne sont pas le GPS (inconnue supplémentaire pour résoudre le décalage d'horloge de la constellation fournissant la mesure de distance SBAS).

Le vecteur de solution de navigation obtenu avec la matrice d'observation de remplacement est :

$$X = [x, y, z, ct_{C1}, ct_{C2}]$$

où :

$t_{C1}$  est l'erreur systématique d'horloge du récepteur par rapport au temps de référence de la constellation 1 ;

$t_{C2}$  est l'erreur systématique d'horloge du récepteur par rapport au temps de référence de la constellation 2.

#### 6.7.13 Codes PRN doubles provenant d'un satellite SBAS

6.7.13.1 *Attribution de codes PRN SBAS aux satellites.* Pour les approches guidées dans le plan vertical, l'analyse de sécurité du système suppose que l'équipement de l'utilisateur poursuit deux satellites différents (identifiés par un code PRN), s'ils sont disponibles, afin d'améliorer la continuité de l'opération. La transmission de deux codes PRN par un même satellite SBAS présente ce satellite comme un point de défaillance commun entre les deux PRN SBAS et pourrait ne pas procurer le même niveau de continuité pour les opérations en question.

6.7.13.2 *Distances SBAS multiples provenant du même satellite.* La transmission de deux codes PRN de mesure de distance par le même satellite SBAS soulève une préoccupation, à savoir que l'équipement de l'utilisateur utilisera les deux sources de mesure de distance comme si elles étaient indépendantes. S'il y a deux PRN de mesure de distance provenant du même satellite SBAS, le masque SBAS DFMC peut interdire l'utilisation des deux signaux de mesure de distance dans la même solution de position pour l'utilisateur du SBAS DFMC étant donné que celui-ci est tenu d'utiliser toutes les données provenant d'un seul PRN SBAS. Un SBAS devrait donc empêcher l'utilisation du second signal de mesure de distance SBAS provenant d'un même satellite, en faisant en sorte que le second numéro de position de satellite PRN SBAS de télémétrie ne soit pas positionné à « 1 » dans le masque de satellite reçu au moyen du premier signal PRN SBAS, et inversement.

6.7.14 *Essais.* Avant d'être certifié pour une utilisation en aviation, le SBAS diffuse un message de type 0 « Ne pas utiliser ». L'équipement aéronautique traitera ce message en supprimant les données SBAS reçues du satellite SBAS concerné. Durant les essais préopérationnels, lorsque le SBAS est capable de calculer des données valides, certains fournisseurs de SBAS peuvent transmettre des données valides dans le message de type 0. Les récepteurs qui ne sont pas exploités en mode « sécurité de la vie » pourraient utiliser ces données pour calculer des solutions de position SBAS. Pour les messages L1, certains fournisseurs de SBAS remplissent le message de type 0 avec un contenu de message de type 2. Pour les messages L5, ils peuvent remplir le message de type 0 avec un contenu de message de type 34, 35 ou 36. Pour déterminer quel contenu de ces trois messages d'intégrité est transmis dans un message de type 0, les fournisseurs de SBAS peuvent utiliser les bits 222 et 223 conformément à la convention suivante :

« 00 » Pas de données d'intégrité.

« 01 » Contenu de message de type 34.


« 10 » Contenu de message de type 35.

« 11 » Contenu de message de type 36.

Les fournisseurs de SBAS peuvent choisir un codage différent des messages de type 0 pour les essais.





 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59</p> <p>Edition</p> <p>Date</p>	<p>Page SUPP D-38</p> <p align="right">2</p> <p align="right">Octobre 2023</p>
--	--	--	--

**7.5.12.1.3.4.7** les suivants :

Les paramètres bord critiques pour la menace de déformation du signal sont

- Le temps entre l'initialisation du filtre de lissage embarqué et l'intégration de la mesure dans la solution de position.
- Les paramètres soumis aux contraintes définies dans la norme relative au GAST D (Appendice B, § 3..6), notamment :
  - corrélateur de type avance-retard (EL) ou double delta (DD) ;
  - espacement de corrélation ;
  - largeur de bande du signal GPS (de la réception à l'antenne à la conversion RF, IF et A/D).
- Retard de groupe (de la réception à l'antenne à la conversion RF, IF et A/D).

**7.5.12.1.3.4.8**

En dehors du choix discret entre corrélateur EL et DD, l'espace de configuration est bidimensionnel (espacement de corrélation et largeur de bande). Les filtres mis en place dans le système embarqué peuvent être de types différents (Butterworth, Chebychev, elliptique, etc.). Des contraintes de retard de groupe excluent certains de ces filtres. Cependant, la variation possible dans la conception du récepteur introduit d'autres dimensions qui doivent être prises en compte par le fabricant du sous-système sol. Les types de filtres font partie de l'espace de configuration à prendre en considération.


**7.5.13** *Spécifications relatives au sous-système sol et évaluation des performances de navigabilité.*

La certification de navigabilité des systèmes d'atterrissage automatique pour les opérations de catégorie II/III nécessite une évaluation de la performance d'atterrissage dans des conditions exemptes de défaillances et des conditions de défaillance. On trouvera de plus amples renseignements, notamment une description de la manière dont les normes techniques peuvent être utilisées pour effectuer une évaluation, dans le document DO-253D, Appendice J, de la RTCA, intitulé Minimum Operational Performance Requirements for Airborne Equipment using the Local Area Augmentation System.

**7.5.13.1** *Estimation de la disponibilité.* Dans certaines situations, il peut être nécessaire d'estimer la disponibilité prévue d'un aéroport ou d'une extrémité de piste, par exemple, lorsque les angles de masquage sont élevés ou que la valeur de l' $E_{IG}$  dépasse 2,75 m. La valeur maximale de 2,75 m fixée pour l' $E_{IG}$  est établie sur la base de simulations de disponibilité utilisant des suppositions prudentes quant aux performances de la constellation et des aéronefs ; l'objectif est de fournir le service GAST D avec une disponibilité de 0,999 aux aéroports de catégorie III partout dans le monde. La limite de 2,75 m pour l' $E_{IG}$  garantit donc une disponibilité supérieure à 0,999 dans les scénarios les plus pessimistes, lorsque seul le composant ionosphérique résiduel est pris en compte. Cela dit, à de nombreux endroits, l'objectif de disponibilité est atteint pour des valeurs d' $E_{IG}$  supérieures à 2,75 m. De plus, le Chapitre 3, Tableau 3.7.2.4-1, spécifie une plage de valeurs de disponibilité, et le fournisseur du service doit déterminer laquelle est nécessaire pour l'opération considérée. Dans les cas où le service GAST D est fourni à un LTP où l' $E_{IG}$  excède 2,75 m, il ne peut pas être fait de supposition en ce qui concerne la disponibilité, et il incombe alors au fournisseur du service d'estimer celle-ci conformément aux orientations ci-dessous, en faisant des suppositions sur les performances côté bord. Il peut être supposé que la valeur maximale admissible de l'erreur côté bord non détectée dans le domaine de la position (maxEv, maxEL), calculée compte tenu des critères de navigabilité relatifs au toucher des roues, est de 10 m ou plus.

**7.5.13.2** En général, la disponibilité pour une approche donnée peut être estimée en tenant compte des paramètres de station sol transmis en conditions normales pour le calcul des valeurs de VEB/LEB et de VPL/LPL et la comparaison avec les valeurs de VAL/LAL pour l'approche considérée. Le résultat de la sélection de la géométrie côté bord est un composant distinct de la disponibilité. Dans les cas où l' $E_{IG}$  est



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Supplément D de 59	Page SUPP D-39
		Edition	2
		Date	Octobre 2023

supérieure 2,75 m, il est suffisant de tenir compte de la disponibilité résultant de la sélection de la géométrie côté bord, qui régit la disponibilité plutôt que les niveaux de protection.

7.5.13.3 Au minimum, la durée de la simulation doit englober tous les états de la constellation (24 heures dans le cas du GPS). Lorsque des considérations probabilistes supplémentaires sont prises en compte, p. ex. la probabilité de scintillation, des simulations plus longues peuvent être nécessaires.

7.5.13.4 Les valeurs de VPL/LPL devraient être comparées aux valeurs de VAL/LAL à 200 ft (ou au seuil s'il se trouve plus loin du point de référence du GBAS).

7.5.13.5 Les valeurs de VEB/LEB devraient être comparées aux valeurs de VAL/LAL à 23 NM ou à la distance où il est prévu que l'approche commencera.

7.5.13.6 La constellation à utiliser est la constellation standard extensible (27 véhicules spatiaux), définie dans la norme *GPS Standard Positioning Service (SPS) Performance Standard*, quatrième édition, avec les probabilités d'état N-1 et N-2 indiquées dans le Tableau D-XX.

7.5.13.7 Si le critère de disponibilité est rempli dans ces conditions, une plus ample analyse n'est pas nécessaire. S'il faut une analyse supplémentaire, une constellation moins standard peut être utilisée, p. ex. almanach Yuma contemporain. Les mêmes probabilités d'état de constellation peuvent servir, ou, si c'est possible, des probabilités applicables à la constellation en question.

**Tableau D-XX. Probabilités d'état de la constellation GPS**


État de la constellation GPS	N satellites en fonctionnement	N-1	N-2	N-3	N-4
Probabilité	0,95	0,035	0,015	0	0

7.5.13.8 Les paramètres de station sol sont ceux que transmet le sous-système sol particulier.

7.5.13.9 Les suppositions relatives aux paramètres côté bord sont les suivants :

- AAD B ;
- Vitesse de l'aéronef : 160 kt ;
- $\sigma_{divg.}$  : 0 (suppose un régime permanent du filtre de lissage) ;
- $\sigma_{bruit}$  : 0,15 (cas le plus défavorable à l'intérieur de l'AAD B) ;
- $MaxE_v, MaxE_L$  : 10 m ;
- $MaxS_{vert} = MaxE_v / E_R$  ;
- $MaxS_{Lat} = MaxE_L / E_R$  ;
- $MaxS_{vert2} = MaxE_v / \max(E_{IG})$  ;
- $MaxS_{Lat2} = MaxE_L / \max(E_{IG})$  ;
- $E_R$  est l'erreur de pseudodistance non détectée maximale pour l'approche GAST D, à savoir 1,6 m ou, si elle est plus élevée, l' $E_{IG}$  pour l'approche ;
- le récepteur de bord est capable de suivre au moins 12 sources de mesures de distance et



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59</p> <p>Edition</p> <p>Date</p>	<p>Page SUPP D-40</p> <p align="right">2</p> <p align="right">Octobre 2023</p>
--	--	--	--

en même temps de décoder les données de navigation associées.

**7.5.14** *Délai d'alarme du signal électromagnétique GBAS.* Le délai d'alarme du signal électromagnétique (SIS) GBAS est défini ci-après dans le contexte du GBAS sur la base de la définition du délai d'alarme fournie au Chapitre 3, § 3.7.1. Le délai d'alarme SIS GBAS est le délai maximal admis depuis le début d'une situation hors tolérance à la sortie d'un récepteur GBAS embarqué exempt de défauts jusqu'au moment où le récepteur GBAS embarqué annonce l'alarme. Ce délai est une limite qu'il ne faut jamais dépasser et vise à protéger l'aéronef contre des périodes prolongées de guidage hors des seuils d'alarme latéral ou vertical.

**7.5.14.1** Deux temps sont prévus dans les spécifications pour assurer le délai d'alarme du SIS du GBAS.

- 1) Le premier, le délai d'alarme du sous-système sol pour les spécifications du SIS, limite le temps que prend le sous-système sol pour indiquer qu'il a détecté une situation hors tolérance compte tenu de la sortie d'un récepteur GBAS exempt de défauts. L'indication donnée à l'élément embarqué est soit a) diffuser des messages de type 1 (et de type 11 si la diffusion de ce type est prévue) ou des messages de type 101 indiquant la situation (conformément à l'Appendice B, § 3.6.7.3.2.1), soit b) mettre fin à toutes les transmissions VDB. Le sous-système sol dispose d'un délai de 3 secondes pour prendre l'une ou l'autre de ces dispositions.

Pour les récepteurs embarqués qui utilisent GAST C, au moins un message de type 1 signalant cette situation hors tolérance doit être reçu par un récepteur embarqué exempt de défauts à l'intérieur du délai de temporisation des messages pour respecter le délai d'alarme SIS. Pour les récepteurs embarqués qui utilisent le GAST D, au moins un message (de type 1 et de type 11) ayant le même compte Z modifié applicable (et le même ensemble de satellites) doit être reçu par un récepteur embarqué exempt de défauts à l'intérieur du délai de temporisation des messages pour respecter le délai d'alarme SIS. Étant donné que l'interruption de la VDB peut se traduire par un temps d'exposition supérieur au délai d'alarme SIS pour les défaillances satellitaires, cette option n'est recommandée que lorsque la transmission VDB ne répond pas aux spécifications de performance correspondantes (voir l'Appendice B, § 3.6.7.3.1.1).

De plus, dans le cas des sous-systèmes sol qui satisfont aux spécifications de performance de contrôle GAST D, le sous-système sol ne dispose que de 1,5 seconde pour détecter une situation qui produirait des erreurs hors tolérance dans les pseudodistances corrigées sur 30 secondes et pour soit exclure les mesures de la source de mesure de distance de la diffusion, soit pour les marquer comme étant non valides. Ce délai de détection et cette diffusion sont semblables quant à la définition, mais leur fonction n'équivaut pas à celle du délai d'alarme du sous-système sol, vu qu'une situation hors tolérance dans une seule source de mesure de distance n'entraîne pas nécessairement des informations de guidage hors tolérance.

- 2) Le deuxième temps applicable au délai d'alarme SIS GBAS prévoit la perte temporaire possible de la réception de messages. L'équipement embarqué utilisant un GAST C actif produit une alarme s'il ne reçoit pas de message de type 1 dans un délai de 3,5 secondes durant les étapes finales de l'approche. Lorsque l'équipement embarqué est au-dessous d'une hauteur de 200 ft au-dessus du seuil de piste (HAT), l'équipement embarqué utilisant un GAST D actif produit une alarme ou modifie le type de service actif s'il ne reçoit pas, dans un délai de 1,5 seconde, un ensemble de messages de type 1 et de Type 11 ayant le même compte Z modifié. Il faut noter que ces temporisations dictent aussi le délai d'alarme SIS obtenu lorsque le sous-système sol cesse les



transmissions VDB au lieu de diffuser des messages pour alerter l'équipement embarqué.

Des spécifications sur la rapidité avec laquelle les sorties du récepteur doivent être invalidées (annonçant ainsi une alarme) ainsi que sur d'autres conditions nécessitant que les sorties soient indiquées comme non valides figurent dans le DO-253D de la RTCA. Par exemple, il est spécifié que la fonction de détermination de la position du récepteur GBAS embarqué doit utiliser le contenu du message le plus récemment reçu et exprimer le contenu du message dans ses sorties dans un délai de 400 ms. Le délai d'alarme SIS est défini par des événements de début et de fin au même point dans l'aéronef. Aucun traitement commun pour générer des sorties à la fois en condition normale et en condition d'alarme ne changera le délai d'alarme SIS obtenu, c'est à dire que cette période commune agit comme un retard à la fois pour l'événement de début et l'événement de fin et n'a pas d'incidence sur la durée d'exposition totale à l'aéronef. Dans le récepteur GBAS, les sorties dans ces deux types de conditions doivent répondre aux mêmes spécifications de latence, de sorte que l'on ne s'attend pas à d'importantes différences. La valeur de la différence entre le délai d'alarme SIS et le délai d'alarme du sous-système sol est égale à la différence entre le temps de traitement du récepteur et le temps nécessaire au récepteur pour invalider les sorties.

**7.5.14.2** Le Tableau D-5C résume les temps qui contribuent au délai d'alarme SIS GBAS et la plage de valeurs de délai d'alarme obtenues à laquelle on peut s'attendre.


**Tableau D-5C. Contributions au délai d'alarme SIS**

Spécifications de risque d'intégrité et types de service	Délai d'alarme du sous-système sol [Note 1]	Temporisation des messages dans l'aéronef [Note 5]	Délai d'alarme SIS (nominal) [Note 6]	Délai d'alarme SIS (nominal) [Note 7]
Appendice B, 3.6.7.1.2.1.1.1 et 3.6.7.1.2.2.1 (GAST A,B,C)	3,0 s [Note 2]	3,5 s	3,0 s	6,0 s
Appendice B, 3.6.7.1.2.1.1.2 et 3.6.7.1.2.2.1 (GAST D)	3,0 s [Notes 2 et 8]	3,5 s (HAT supérieur à 200 ft) 1,5 s (HAT inférieur à 200 ft)	3,0 s 3,0 s	6,0 s 4,0 s
Appendice B, 3.6.7.1.2.1.1.3 (GAST D)	1,5 s	3,5 s (HAT supérieur à 200 ft) 1,5 s (HAT inférieur à 200 ft)	1,5 s 1,5 s	4,5 s [Note 3] 2,5 s [Note 3]
Appendice B, 3.6.7.3.3 (GAST D)	1,5 s [Note 9]	3,5 s (HAT supérieur à 200 ft) 1,5 s (HAT inférieur à 200 ft)	1,5 s 1,5 s	4,5 s [Note 4] 2,5 s [Note 4]

*Note 1.— Les spécifications du délai d'alarme du sous-système sol s'appliquent à un sous-système sol qui transmet des messages de type 1. Les sous-systèmes sol qui transmettent des messages de type 101 ont un délai d'alarme de 5,5 s, comme le prévoit l'Appendice B, § 3.6.7.1.2.1.2.1.2.*

*Note 2.— Ces temps s'appliquent pour exclure toutes les sources de mesure de distance, marquer toutes ces sources comme étant non valides dans un message de type 1 ou cesser toute transmission VDB. Une source de mesure de distance marquée comme non valide ou exclue peut ou non provoquer la production d'une alarme par le récepteur embarqué, selon le rôle que cette source de mesure de distance joue dans la solution de position de l'aéronef.*

*Note 3.— Cette spécification de conception s'applique à l'intégrité des fonctions internes du sous-système sol (à l'exclusion des défaillances d'un seul récepteur de référence) ; elle comprend la capacité de contrôle de la source de mesure de distance du sous-système sol. Le tableau indique le temps d'exposition pour les défaillances d'équipement sol qui ont pour*

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Supplément D de 59	Page SUPP D-42
		Edition	2
		Date	Octobre 2023

*résultat la transmission d'informations non conformes et qui sont annoncées à l'aéronef au moyen d'une transmission VDB.*

*Note 4.— Ces spécifications s'appliquent au contrôle de l'intégrité pour les sources de mesure de distance GNSS. Lorsqu'une source de mesure de distance est marquée comme non valide ou exclue, elle peut ou non provoquer la production d'une alarme par le récepteur embarqué, selon le rôle que cette source de mesure de distance joue dans la solution de position de l'aéronef. Les temps indiqués dans le tableau partent de l'hypothèse que la source de mesure de distance était critique dans la détermination de la solution de position.*

*Note 5.— Le temps attribué à la temporisation applicable à un message manqué commence au dernier message reçu et non au premier message manqué, de sorte qu'il est supérieur de 0,5 s au temps ajouté au délai d'alarme SIS.*

*Note 6.— Si les transmissions continuent et qu'il n'y a pas de messages manqués, la colonne « nominal » est pertinente. Cette valeur inclut la contribution maximale du sous-système sol.*

*Note 7.— Le délai d'alarme SIS maximal inclut la contribution maximale du sous-système sol et la perte temporaire possible de réception de messages. Lorsque les transmissions VDB cessent, le délai d'alarme SIS maximal est pertinent. Ce délai est la somme du délai d'alarme du sous-système sol et de la temporisation des messages dans l'aéronef, moins 0,5 s (voir la note 5).*

*Note 8. — Bien que ces paragraphes se rapportent au FAST D et que les valeurs maximales du délai d'alarme soient supérieures à celles qui correspondent habituellement aux opérations de catégorie II/III, les valeurs de délai d'alarme figurant sur cette ligne ne s'appliquent pas à l'intégrité pour la prise en charge des catégories II/III. Ces valeurs de délai d'alarme s'appliquent aux conditions de délimitation (voir le § 7.5.3.1) et sont donc liées au risque total des sources d'erreur exemptes de défauts et aux défaillances dépassant les niveaux de protection. Pour le GAST D, les incidences des dysfonctionnements sont prises en compte par les spécifications complémentaires de l'Appendice B, § 3.6.7.1.2.1.1.3 et 3.6.7.3.3, ainsi que par les spécifications complémentaires pour le côté bord figurant dans le DO-253D de la RTCA, par exemple le moniteur de défaillance du récepteur de référence. Ces spécifications complémentaires sont plus contraignantes et imposent un délai d'alarme plus court, approprié aux opérations des catégories II et III. La présence de valeurs de délai d'alarme supérieures sur cette ligne ne doit pas être interprétée comme signifiant que des erreurs qui sont proches du seuil d'alarme ou qui le dépassent et pouvant atteindre ces durées d'exposition plus longues peuvent se produire avec une probabilité supérieure à  $1 \times 10^{-9}$  dans tout atterrissage.*

*Note 9. — Il s'agit du « délai de détection et de diffusion »; les autres spécifications du système sol s'ajoutent à celle-ci.*

**7.5.14.3** La Figure D-13 montre le cas nominal, sans messages manqués, et la Figure D-14 montre l'effet des messages manqués pour le GAST D au-dessous de 200 ft. Au-dessus de 200 ft, la situation est similaire, mais l'aéronef dispose d'un délai de message manqué plus long, comme il est décrit ci-dessus.

**7.5.14.3.1** La figure D-14 montre l'effet des messages manqués (moitié supérieure) et de l'arrêt de la diffusion VDB (moitié inférieure) sur le délai d'alarme SIS en utilisant l'exemple des spécifications applicables au GAST D au-dessous de 200 ft. La ligne de temps supérieure montre qu'il y a deux messages manqués seulement et que le troisième est reçu, de sorte que les opérations peuvent se poursuivre, à moins que le troisième message n'indique une condition de défaillance qui entraîne une alarme du récepteur. La ligne de temps inférieure montre l'effet de l'arrêt de la diffusion VDB. Le récepteur embarqué invalide ses sorties après trois messages manqués. Le délai d'alarme SIS combine les temps attribués au délai d'alarme sol et aux messages manqués (voir le Tableau D-5C), mais il est maintenant décalé par le temps de traitement du récepteur embarqué. Au-dessus de 200 ft, la situation est similaire, mais l'aéronef dispose d'un délai plus long, comme le décrit le document DO-253D de la RTCA.

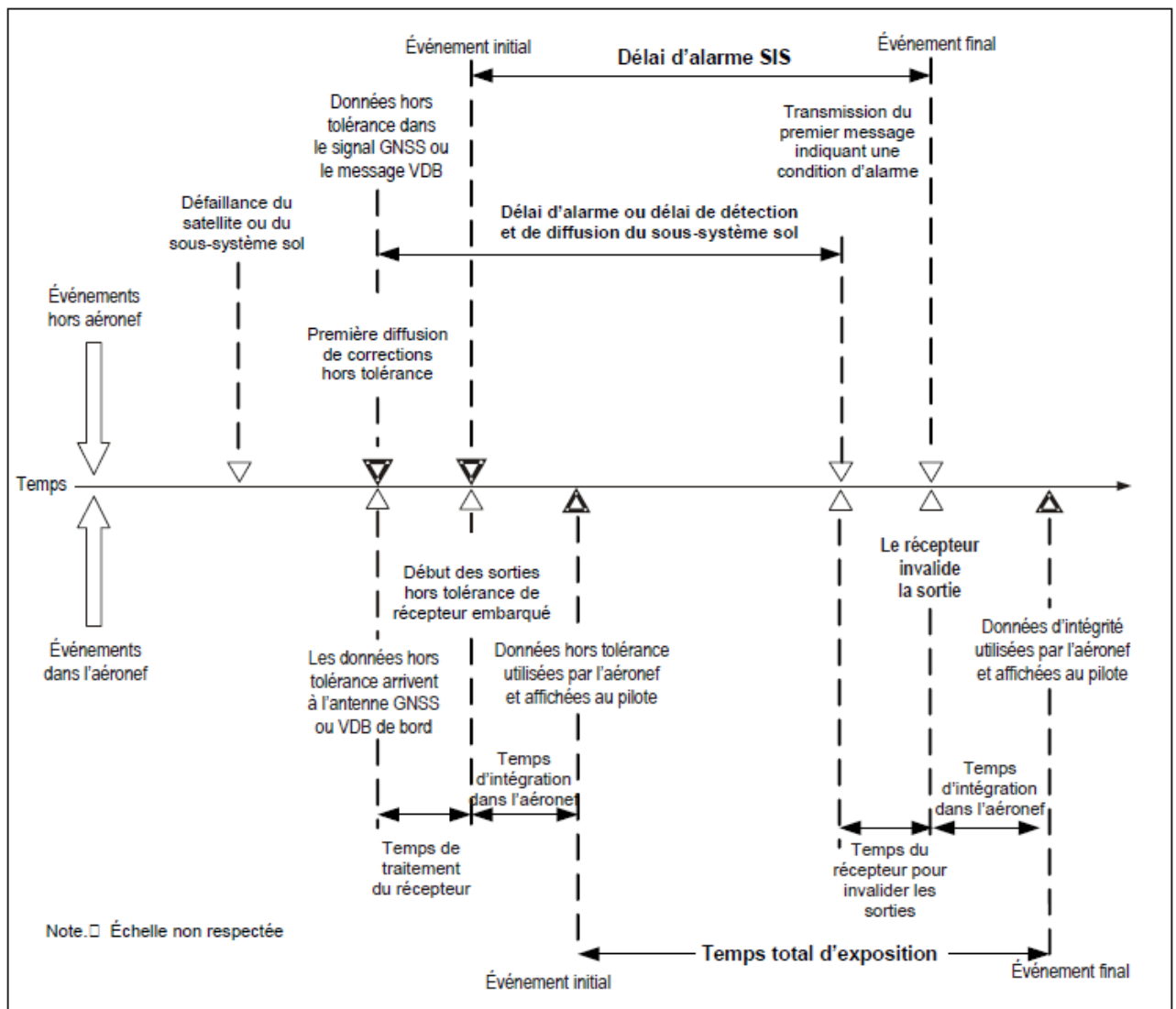
**7.5.14.3.2** Pour l'intégrité du SIS, le diagramme indique que le début du délai d'alarme SIS se situe au point où le récepteur embarqué exempt de défauts produit des données hors tolérance. L'événement de fin du délai d'alarme SIS se trouve aussi à la sortie du récepteur embarqué.


**7.5.14.3.3** L'événement de début du délai d'alarme ou du délai de détection et de diffusion du sous-système sol est le dernier bit du premier message (paire de messages de type 1 et type 11 pour le GAST



D), y compris les données hors tolérance. Pour les défaillances de l'équipement sol ou la fin du signal VDB, c'est là le premier message contenant des informations de correction, d'intégrité ou de trajectoire diffusé par le sous-système sol qui n'est pas conforme à la spécification d'intégrité applicable (p. ex. intégrité du SIS, intégrité du sous-système sol). Pour les défaillances de satellites, les spécifications sont hors tolérance dès que les erreurs de pseudodistance différentielles dépassent les mesures de performance énoncées dans une certaine spécification (p. ex. le contrôle de la source de mesure de distance). Leur événement de fin est le dernier bit du premier message (paire de messages pour le GAST D) supprimant les données hors tolérance ou signalant qu'elles ne sont pas valides.

**7.5.14.3.4** Il convient de noter que bien que la Figure D-1D indique que les délais d'alarme du SIS et du sous-système sol renvoient à des points de début et de fin différents dans le temps, un ANSP peut supposer qu'ils sont les mêmes. Un sous-système sol devrait être évalué et certifié sans crédit ni pénalité pour les variations du récepteur embarqué dues à une mise en œuvre spécifique approuvée de l'aéronef. Du point de vue du sous-système sol, tous les messages reçus sont censés être instantanément appliqués ou pris en compte par le récepteur embarqué. Il en résulte des points de référence des délais d'alarme du SIS et du sous-système sol qui sont équivalents du point de vue du sous-système sol.



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Supplément D de 59 Edition Date</p>	<p>Page SUPP D-44  2 Octobre 2023</p>
--	--	--	---

**Figure D-1D. Illustration du délai d'alarme nominal GBAS**

(...)

7.5.15 *Risque d'intégrité du sous-système sol pour le GAST D.* L'Appendice B, § 3.6.7.1.2.1.1.3, contient une nouvelle spécification d'intégrité du sous-système sol se rapportant à des critères de conception à sécurité intégrée. Cette méthode d'intégrité garantit que les défaillances dans le sous-système sol qui peuvent avoir une incidence sur les fonctions des stations et se traduire par des informations erronées sont extrêmement improbables. Cette spécification a pour objet de préciser le risque admissible que le sous-système sol génère en interne des informations erronées et en provoque la diffusion. D'autres spécifications précisent la performance requise du sous-système sol en matière de détection et d'atténuation des défaillances provenant de l'extérieur du sous-système sol (telles que des défaillances d'une source de mesure de distance). Cette spécification se rapporte à la probabilité que le sous-système sol ne parvienne pas à assurer la fonction prévue. La fonction prévue pour le GBAS est définie au Chapitre 3, § 3.7.3.5.2. Les fonctions énumérées dans ce paragraphe et les spécifications de performance correspondantes caractérisent la fonction prévue du système.


7.5.15.1 *Vérification de la conformité avec le risque d'intégrité du sous-système sol pour le GAST D.* La vérification qu'un sous-système sol répond aux spécifications de risque d'intégrité de l'Appendice B, § 3.6.7.1.2.1.1.3, se fait normalement à l'aide d'une combinaison d'analyse et de pratiques/méthodes de conception appropriées liées à la sécurité. Le processus d'ensemble doit garantir que les défaillances internes du sous-système sol qui pourraient avoir une incidence sur les fonctions prévues des stations et entraîner des informations erronées sont extrêmement improbables. Il faut démontrer que toutes les conditions de défaillance des éléments du sous-système sol sont suffisamment atténuées, soit par contrôle direct, soit par l'emploi d'une méthode acceptable d'élaboration d'assurance de la conception (telle que celle des documents DO-178 et DO-254 de la RTCA). La méthodologie devrait donner l'assurance d'une atténuation des défaillances des éléments (HW, SW). La méthode d'intégrité d'assurance de la conception, appliquée parallèlement aux concepts de conception à sécurité intégrée et d'autres mesures de garantie (telles que celles qui sont prévues dans l'ARP 4754 de la SAE) pour détecter et supprimer les erreurs systématiques de conception, garantit la sécurité du système sol en GAST D. Certains États ont utilisé les orientations en matière d'assurance de la sécurité du *Manuel de gestion de la sécurité (MGS)* (Doc 9859) de l'OACI

(...)

## **8. Conception du moniteur de la qualité du signal (SQM)**

8.1 Le moniteur de la qualité du signal (SQM) a pour but de détecter les anomalies des signaux des satellites dans le but d'éviter que les récepteurs embarqués n'utilisent des informations inexactes (MI). Les MI sont des erreurs différentielles de pseudodistance de l'aéronef non détectées et supérieures à l'erreur maximale (MERR) tolérable. Pour l'équipement GAST D, des spécifications supplémentaires sont prévues pour assurer la détection avant que l'erreur de pseudodistance différentielle n'atteigne une valeur spécifiée (Appendice B, § 3.6.7.3.3). Ces grandes erreurs de pseudodistance sont dues à la distorsion de la crête de corrélation du code causée par des défaillances de la charge utile du satellite. Si le récepteur de référence utilisé pour créer les corrections différentielles et le récepteur de l'aéronef ont des mécanismes de mesure différents (largeur de bande du récepteur et espacement de corrélation de la boucle de poursuite), l'incidence de la distorsion du signal sur les deux récepteurs est différente. Le SQM doit protéger le récepteur embarqué



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59</p> <p>Edition</p> <p>Date</p>	<p>Page SUPP D-45</p> <p align="right">2</p> <p align="right">Octobre 2023</p>
--	--	--	--

lorsque ces mécanismes ne sont pas les mêmes. La performance du SQM est définie par la probabilité de détecter une défaillance d'un satellite et la probabilité d'annoncer incorrectement une défaillance d'un satellite.

8.2 Les effets du signal susceptibles de causer l'émission de MI par le GBAS ou le SBAS peuvent être représentés par trois incidences différentes sur la fonction de corrélation :

- a) *Zones mortes* : Si la fonction de corrélation perd sa crête, la fonction de discrimination du récepteur comprendra un temps mort ou zone morte. Si le récepteur de référence et le récepteur embarqué se fixent sur deux parties différentes de cette zone morte, il peut en résulter des MI.
- b) *Fausses crêtes* : Si le récepteur de référence et le récepteur embarqué se verrouillent sur des crêtes différentes, des MI peuvent s'ensuivre.
- c) *Distorsions* : Si la crête de corrélation est déformée, un aéronef qui utilise un espacement de corrélation différent de celui qui est employé par les récepteurs de référence risque de recevoir des MI.


8.3 Le modèle de menace qu'il est proposé d'utiliser pour évaluer le moniteur de la qualité du signal comporte trois volets qui peuvent créer les trois anomalies de la crête de corrélation indiquées ci-dessus.

8.4 Le modèle de menace A est constitué du signal de code normal, sauf que tous les chips positifs, et les chips positifs/négatifs de la sous-porteuse pour le signal Galileo E1-C et le signal BDS B1C\_pilote, ont un front décroissant qui a une avance ou un retard sur le temps exact de fin de ce chip. Ce modèle est associé à une défaillance de l'unité de données de navigation, qui est la division numérique d'un satellite. Les occurrences du modèle de menace A sur le signal GPS L1 utilisant le code C/A et le signal GPS L5 Q5 sont des phénomènes indépendants. S'ils se superposent dans le temps, le signe et la grandeur des avances et des retards peuvent être différents sur les signaux L1 utilisant le code C/A et les signaux L5 Q5.

8.4.1 Le modèle de menace A du GPS a un seul paramètre  $\Delta$ , qui est l'avance ( $\Delta < 0$ ) ou le retard ( $\Delta > 0$ ) exprimé en microsecondes.. La plage des valeurs de ce paramètre est  $-0,12 \leq \Delta \leq 0,12$  pour le signal L1 utilisant le code C/A. La plage des valeurs de ce paramètre est  $-0,1 \leq \Delta < 0,1$  pour le signal GPS L5 Q5. Le modèle de menace A du GLONASS a un seul paramètre  $\Delta$ , qui est l'avance ( $\Delta < 0$ ) ou le retard ( $\Delta > 0$ ) exprimé en microsecondes.. La plage des valeurs de ce paramètre est  $-0,22 \leq \Delta \leq 0,22$  pour le signal GLONASS L1OF,  $-0,1 \leq \Delta \leq 0,1$  pour le signal GLONASS L1OC et  $-0,1 \leq \Delta \leq 0,1$  pour le signal GLONASS L3OC. Le modèle de menace A de Galileo a un seul paramètre  $\Delta$ , qui est l'avance ( $\Delta < 0$ ) ou le retard ( $\Delta > 0$ ) exprimé en microsecondes. La plage des valeurs de ce paramètre est  $-0,12 \leq \Delta \leq 0,12$  pour le signal Galileo E1-C et  $-0,1 \leq \Delta \leq 0,1$  pour le signal Galileo E5a-Q. Le modèle de menace A du BDS a un seul paramètre  $\Delta$ , qui est l'avance ( $\Delta < 0$ ) ou le retard ( $\Delta > 0$ ) exprimé en microsecondes. La plage des valeurs de ce paramètre est  $-0,05 \leq \Delta \leq 0,05$  pour le signal BDS B1C\_pilote et  $-0,05 \leq \Delta \leq 0,05$  pour le signal BDS B2a\_pilote.

8.4.2 A l'intérieur de cette plage, le modèle de menace A génère les zones mortes décrites ci-dessus. (Il n'est pas nécessaire de tester les ondes qui présentent une avance, car leurs fonctions de corrélation sont simplement des avances des fonctions de corrélation du retard. Le risque de MI est donc identique.)

8.5 Le modèle de menace B introduit la modulation d'amplitude et représente les dégradations dans la section analogique du satellite de la constellation de base. Il est constitué, plus précisément, de la sortie d'un système de deuxième ordre lorsque l'entrée est le signal nominal de bande de base du code C/A. Le modèle de menace B part du principe que le sous-système à satellites dégradé peut être décrit sous forme d'un système linéaire dominé par une paire de pôles conjugués complexes. Ces pôles sont situés à  $\sigma \pm j2\pi f_a$ ,  $\sigma$  étant le facteur d'amortissement en  $10^6$  népers par seconde et  $f_a$ , la fréquence de résonance en mégahertz.

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Supplément D de 59	Page SUPP D-46
		Edition Date	2 Octobre 2023

8.5.1 La réponse à l'échelon unité d'un système du deuxième ordre est donnée par l'équation :

$$e(t) = \begin{cases} 0 & t \leq 0 \\ 1 - \exp(-\sigma t) \left[ \cos \omega_d t + \frac{\sigma}{\omega_d} \sin \omega_d t \right] & t \geq 0 \end{cases}$$

où  $\omega_d = 2 \pi f_d$

8.5.2 Le modèle de menace B du GPS correspondant aux anomalies de deuxième ordre utilise les plages de valeurs suivantes pour les paramètres  $\Delta$ ,  $f_d$  et  $\sigma$  :

$$\Delta = 0 ; 4 \leq f_d \leq 17 ; \text{ et } 0,8 \leq \sigma \leq 8,8$$

L'occurrence du modèle de menace A sur le signal GPS L1 utilisant le code C/A, l'occurrence du modèle de menace B sur un signal GPS L1 utilisant le code C/A, l'occurrence du modèle de menace A sur le signal GPS L5 Q5, et l'occurrence du modèle de menace B sur le signal GPS L5 Q5 sont des phénomènes indépendants. Les paramètres qui caractérisent les avances, les retards, la fréquence de résonance  $f_d$  et le paramètre de descente  $\sigma$  n'ont pas nécessairement la même grandeur ou le même signe sur les signaux GPS L1 utilisant le code C/A et les signaux GPS L5 Q5.

Le modèle de menace B du GLONASS correspondant aux anomalies de deuxième ordre utilise les plages de valeurs suivantes pour les paramètres définis ci-dessus :

$$\text{signal L10F} : \Delta = 0 ; 10 \leq f_d \leq 20 ; \text{ et } 2 \leq \sigma \leq 8$$

$$\text{signal L10C} : \Delta = 0 ; 0,1 \leq f_d \leq 14 ; \text{ et } 0,1 \leq \sigma \leq 24$$

$$\text{signal L30C} : \Delta = 0 ; 0,1 \leq f_d \leq 8 ; \text{ et } 0,1 \leq \sigma \leq 15$$

Le modèle de menace B de Galileo correspondant aux anomalies de deuxième ordre utilise les plages de valeurs suivantes pour les paramètres définis ci-dessus :

$$\text{signal E1 - C} : \Delta = 0 ; 0,1 \leq f_d \leq 18 ; \text{ et } 0,1 \leq \sigma \leq 63$$

$$\text{signal E5a - Q} : \Delta = 0 ; 0,1 \leq f_d \leq 8 ; \text{ et } 0,1 \leq \sigma \leq 23$$

Le modèle de menace B du BDS correspondant aux anomalies de deuxième ordre utilise les plages de valeurs suivantes pour les paramètres définis ci-dessus :


$$\text{signal B1C}_{\text{pilote}} : \Delta = 0 ; 1,5 \leq f_d \leq 18 ; \text{ et } 0,1 \leq \sigma \leq 20$$

$$\text{signal B2a}_{\text{pilote}} : \Delta = 0 ; 4 \leq f_d \leq 18 ; \text{ et } 0,1 \leq \sigma \leq 18$$

8.5.3 A l'intérieur de ces plages, le modèle B génère des distorsions de la crête de corrélation ainsi que des fausses crêtes.

8.6 Le modèle de menace C introduit à la fois l'avance et le retard ainsi que la modulation d'amplitude. Il est constitué, plus précisément, des sorties d'un système de deuxième ordre lorsque le signal du code C/A entrant est en avance ou en retard. Cette onde est une combinaison des deux effets décrits plus haut.



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b></p>	<p>Supplément D de 59 Edition Date</p>	<p>Page SUPP D-47  2 Octobre 2023</p>
--	--	--	---

8.6.1 Le modèle de menace C du GPS comprend les paramètres  $\Delta$ ,  $f_d$  et  $\sigma$ , avec les plages suivantes :

signal L1 :  $-0,12 \mu\text{s} \leq \Delta \leq 0,12 \mu\text{s}$  ;  $7,3 \leq f_d \leq 13$  ; et  $0,8 \leq \sigma \leq 8,8$

signal L5 :  $-0,10 \mu\text{s} \leq \Delta \leq 0,10 \mu\text{s}$  ;  $7,3 \leq f_d \leq 13$  ; et  $0,8 \leq \sigma \leq 8,8$

Le modèle de menace C du GLONASS comprend les paramètres  $\Delta$ ,  $f_d$  et  $\sigma$ , avec les plages suivantes :

signal L10F :  $-0,22 \mu\text{s} \leq \Delta \leq 0,22 \mu\text{s}$  ;  $10 \leq f_d \leq 20$  ; et  $2 \leq \sigma \leq 8$

signal L10C :  $-0,1 \mu\text{s} \leq \Delta \leq 0,1 \mu\text{s}$  ;  $0,1 \leq f_d \leq 14$  ; et  $0,1 \leq \sigma \leq 24$

signal L30C :  $-0,1 \mu\text{s} \leq \Delta \leq 0,1 \mu\text{s}$  ;  $0,1 \leq f_d \leq 8$  ; et  $0,1 \leq \sigma \leq 15$

Le modèle de menace C de Galileo comprend les paramètres  $\Delta$ ,  $f_d$  et  $\sigma$ , avec les plages suivantes :

signal E1 – C :  $-0,12 \mu\text{s} \leq \Delta \leq 0,12 \mu\text{s}$  ;  $0,1 \leq f_d \leq 18$  ; et  $0,1 \leq \sigma \leq 63$

signal E5a – Q :  $-0,1 \mu\text{s} \leq \Delta \leq 0,1 \mu\text{s}$  ;  $0,1 \leq f_d \leq 8$  ; et  $0,1 \leq \sigma \leq 23$

Le modèle de menace C du BDS comprend les paramètres  $\Delta$ ,  $f_d$  et  $\sigma$ , avec les plages suivantes :

signal B1C\_pilote :  $-0,05 \mu\text{s} \leq \Delta \leq 0,05 \mu\text{s}$  ;  $1,5 \leq f_d \leq 18$  ; et  $0,1 \leq \sigma \leq 20$

signal B2a\_pilote :  $-0,05 \mu\text{s} \leq \Delta \leq 0,05 \mu\text{s}$  ;  $4 \leq f_d \leq 18$  ; et  $0,1 \leq \sigma \leq 18$


8.6.2 A l'intérieur de ces plages, le modèle C génère des zones mortes, des distorsions de la crête de corrélation et des fausses crêtes.

8.7 Contrairement aux signaux d'une constellation de base, le signal de mesure de distance du SBAS est mis en service et commandé par le fournisseur de services. Celui-ci contrôle également la qualité du signal SBAS. C'est donc le fournisseur de services qui spécifie et publie le modèle de menace pour chaque satellite SBAS. Le SQM du SBAS sera conçu de façon à protéger toute avionique qui est conforme aux spécifications du Tableau D-12. Le fournisseur de services est tenu de publier le modèle de menace lorsqu'il permet d'utiliser le signal de mesure de distance SBAS L1 d'un fournisseur voisin pour les approches de précision au SBAS ou au GBAS. Dans ce cas, le fournisseur de services contrôlera le signal de mesure de distance SBAS du satellite voisin.

8.8 Pour analyser la performance d'un type particulier de moniteur, il faut définir la limite du moniteur et la régler de façon à protéger l'erreur de pseudodistance du satellite par rapport au niveau de protection, avec une attribution du risque d'intégrité du sous-système sol. L'erreur maximale tolérable (MERR) de chaque source de mesure  $i$  peut être définie dans le GBAS, le SBAS L1 et le SBAS DFMC par :

$$\text{MERR}_{\text{GBAS}} = K_{\text{ffmd}} \sigma_{\text{pr\_gnd},i} \text{ et}$$

$$\text{MERR}_{\text{SBAS L1}} = K_{\text{V,PA}} \sqrt{\sigma_{\text{i,UDRE}}^2 + \min\{\sigma_{\text{i,UIRE}}^2\}}$$

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Supplément D de 59	Page SUPP D-48
			Edition Date

$$MERR_{SBAS\ DFMC} = K_{V,PA} \sqrt{\sigma_{i,DFRE}^2}$$

pour l'APV et l'approche de précision au SBAS, et en particulier le SBAS L1,  $\min\{\sigma_{i,UIRE}^2\}$  étant la valeur minimale pour l'utilisateur. L'erreur MERR est évaluée à la sortie du récepteur de l'utilisateur, exempt de défauts, et varie en fonction de l'angle de site du satellite et de la performance du sous-système sol.

8.9 Le moniteur de la qualité du signal est conçu pour limiter l'erreur différentielle la plus défavorable au-dessous de MERR en cas d'anomalie du satellite. Le SQM mesure normalement plusieurs valeurs de crête de corrélation et génère des métriques d'espacement et de rapport qui caractérisent la distorsion de la crête de corrélation. La Figure D-18 montre les points types au sommet d'une crête de corrélation exempte de défauts et non filtrée.

8.9.1 Une paire de corrélateurs est employée pour la poursuite. Toutes les autres valeurs de corrélation sont mesurées par rapport à cette paire.

8.9.2 Deux types de métriques d'essai en résultent : les métriques de la différence entre l'avance et le retard (D), indiquant les erreurs de poursuite causées par la distorsion de la crête, et les métriques de rapport d'amplitude (R), qui mesurent la pente et indiquent l'aplanissement de la crête ou plusieurs crêtes rapprochées.

8.9.3 Le récepteur SQM doit avoir une bande de précorrélation suffisamment large pour pouvoir mesurer les métriques d'espacement étroit, de manière à ne pas causer lui-même une importante distorsion de la crête ou à ne pas masquer les anomalies causées par la défaillance du satellite. La largeur de bande de précorrélation du récepteur SQM doit normalement être d'au moins 16 MHz pour le GPS L1 et d'au moins 24 MHz pour L5, d'au moins 15 MHz pour le GLONASS, d'au moins 24 MHz pour Galileo et d'au moins 24 MHz pour le BDS.

8.9.4 Les métriques d'essai sont lissées au moyen de filtres numériques passe-bas. Les constantes de temps de ces filtres doivent être inférieures à celles qui sont utilisées conjointement par les récepteurs de référence pour la dérivation des corrections différentielles et par le récepteur embarqué pour le lissage des mesures de pseudodistance (normalisées à 100 s). Les métriques lissées sont comparées aux seuils. Si un des seuils est dépassé, une alarme est générée pour ce satellite.


8.9.5 Les seuils utilisés pour dériver la performance sont l'erreur minimale détectable (MDE) et le rapport minimal détectable (MDR). La probabilité de fausse détection et la probabilité de détection manquée dans des conditions exemptes de défaillances sont utilisées pour dériver les MDE et les MDR. Le bruit dans les métriques (D) et (R), désignées par  $\sigma_{D,test}$  et  $\sigma_{R,test}$  ci-dessous, est dominé par les erreurs dues aux trajets multiples. À noter que le test de mesures peut aussi avoir une valeur moyenne ( $\mu_{test}$ ) causée par la distorsion du filtre du récepteur SQM. Les essais de seuil doivent aussi prendre en compte les valeurs moyennes.

8.9.6 Les valeurs MDE et MDR utilisées dans les simulations de performance SQM sont calculées à l'aide des équations suivantes :

$$MDE = (K_{ffd} + K_{md})\sigma_{D,test} \text{ et}$$

$$MDR = (K_{ffd} + K_{md})\sigma_{R,test}$$

où :

 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Supplément D de 59	Page SUPP D-49
		Edition	2
		Date	Octobre 2023

$K_{fd}$  = 5,26 est un multiplicateur type de détection dans des conditions exemptes de défaillances représentant une probabilité de fausse détection de  $1,5 \times 10^{-7}$  par essai. La probabilité de fausse détection peut être attribuée à chaque métrique utilisée dans le SQM en fonction du nombre de métriques appliquées ;

$K_{md}$  = 3,09 est un multiplicateur type de détection manquée représentant une probabilité de détection manquée de  $10^{-3}$  par essai. L'attribution de la probabilité de détection manquée peut en outre être optimisée en tenant compte de la probabilité du risque d'intégrité induit par chaque distorsion (étant donné son erreur systématique différentielle) et de la probabilité de défaillance d'intégrité attribuée à la distorsion du signal;

$\sigma_{D,test}$  = l'écart type des valeurs mesurées de la métrique d'essai D ;

$\sigma_{R,test}$  = l'écart type des valeurs mesurées de la métrique d'essai R.

8.9.7 Si plusieurs récepteurs SQM indépendants sont utilisés pour détecter les défaillances, les valeurs de sigma peuvent être réduites de la racine carrée du nombre de moniteurs indépendants.

8.9.8 Une défaillance est déclarée si :

$$|D, test - \mu_{D,test}| \geq MDE \text{ ou}$$


$$|R, test - \mu_{R,test}| \geq MDR$$

pour un quelconque des essais effectués, où  $\mu_{X,test}$  est la valeur moyenne de l'essai X qui tient compte de la distorsion du filtre du récepteur SQM exempt de défauts ainsi que de la distorsion de crête de corrélation associée au code considéré. (Les crêtes de corrélation du code peuvent avoir des pentes différentes d'un bout à l'autre de différents codes dans une même famille de codes. En simulation, cependant, on peut ne pas tenir compte de la distorsion de code et une crête de corrélation parfaite peut être utilisée, sauf pour la distorsion de filtre simulée.)

8.10 Les écarts types des statistiques des essais,  $\sigma_{D,test}$  et  $\sigma_{R,test}$ , peuvent être déterminés par la collecte de données par un récepteur à multicorrélation dans l'environnement d'exploitation prévu. Le récepteur de collecte de données utilise une seule paire de corrélateurs de poursuite et des points de mesure de corrélation additionnels qui sont asservis à cette paire de poursuite, comme le montrent la Figure D-18 pour le GPS et le GLONASS et la figure FIG-09 pour Galileo et le BDS. Les données sont collectées et lissées pour tous les points de mesure disponibles afin de calculer les métriques. L'écart type de ces métriques définit  $\sigma_{D,test}$ . Il est également possible de calculer ces statistiques d'essai un sigma si le modèle des trajets multiples de l'environnement de l'installation est disponible.

8.10.1 Les valeurs  $\sigma_{D,test}$  qui en résultent dépendent fortement des trajets multiples de l'environnement dans lequel sont collectées les données. L'écart dû aux trajets multiples peut être d'un ordre de grandeur supérieur à celui qui résulterait du bruit, même à la valeur minimale du rapport porteuse-bruit. Cet aspect montre l'importance des critères de conception et d'implantation des antennes, qui sont les principaux facteurs de détermination du niveau des trajets multiples entrant dans le récepteur. La réduction des trajets multiples réduira sensiblement les MDE qui en résultent et améliorera ainsi les capacités du SQM.

8.10.2 Les valeurs moyennes  $\mu_{D,test}$  et  $\mu_{R,test}$ , par contre, sont déterminées dans un environnement relativement exempt d'erreurs, par exemple par l'emploi d'un simulateur de signal de satellite d'une constellation de base en entrée. Ces valeurs moyennes représentent la distorsion nominale de la crête

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59      Page SUPP D-50</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	---

d'autocorrélation causée par le filtre du récepteur SQM, notamment les effets de la distorsion due à des crêtes d'autocorrélation mineures adjacentes. D'après ces propriétés, les valeurs moyennes peuvent être différentes pour les divers PRN.

8.10.3 La présence d'erreurs systématiques dues aux déformations nominales des signaux peut se traduire par une moyenne non nulle de la distribution des détecteurs du moniteur. Ces erreurs peuvent être observées en faisant la moyenne des mesures prises dans une collecte de données réelle. A noter que les erreurs systématiques nominales peuvent dépendre du site et, en règle générale, changent lentement avec le temps. Par exemple, les déformations nominales du GPS sont les avances et les retards qui sont présents dans des conditions non dégradées et qui peuvent donc exister tout le temps. La déformation nominale du GPS se situe dans les limites :  $-0,01 \mu s \leq \Delta \leq +0,01 \mu s$ .

8.10.4 Le moniteur de la qualité du signal pour le SBAS est validé pour les distorsions de signal définies par l'espace de menace caractérisé par les modèles de menace A/B/C du GPS, du GLONASS, de Galileo et du BDS seulement pour un seuil d'alarme vertical supérieur ou égal à 35 m.

8.11 Pour que le moniteur sol puisse protéger les utilisateurs contre les modèles de menace décrits plus haut, il faut partir de l'hypothèse que les récepteurs embarqués ont des caractéristiques précises. Sans cette hypothèse, la complexité du moniteur sol serait inutilement élevée. Les développements technologiques pourront peut-être améliorer la capacité de détection du récepteur embarqué et réduire les contraintes actuelles.


8.11.1 Dans le cas des corrélateurs double delta, les récepteurs embarqués suivent la crête de corrélation la plus forte sur toute la séquence du code pour chaque source de mesure de distance utilisée dans la solution de navigation.

8.11.2 Dans les corrélateurs double delta, les filtres de précorrélation diminuent progressivement d'au moins 30 dB par octave dans la bande de transition. Pour les récepteurs GBAS, l'affaiblissement résultant dans la bande de coupure doit être supérieur ou égal à 50 dB (par rapport au gain de crête dans la bande passante).

8.11.3 Les paramètres suivants sont utilisés pour décrire la performance de poursuite spécifique de chaque type de satellite :

- a) l'espacement de corrélation instantané est l'espacement entre un ensemble particulier d'échantillons en avance et en retard de la fonction de corrélation ;
- b) l'espacement de corrélation moyen est une moyenne de une seconde de l'espacement de corrélation instantané. La moyenne s'applique sur une trame de une seconde ;
- c) le discriminateur  $\Delta$  est un discriminateur basé sur une moyenne des échantillons « avance-moins-retard » avec des espacements à l'intérieur de la plage spécifiée, ou un discriminateur de type  $\Delta = 2\Delta_{d1} - \Delta_{2d1}$ , les valeurs  $d1$  et  $2d1$  étant toutes deux comprises dans la plage spécifiée. On utilise un discriminateur cohérent ou non cohérent ;
- d) le retard de groupe différentiel s'applique à tout le système de bord avant le corrélateur, y compris l'antenne. Le retard de groupe différentiel est défini par :

$$\left| \frac{d\phi}{d\omega}(f_c) - \frac{d\phi}{d\omega}(f) \right|$$

 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59</p> <p>Edition</p> <p>Date</p>	<p>Page SUPP D-51</p> <p align="right">2</p> <p align="right">Octobre 2023</p>
--	--	--	--

où :

- $f_c$  = la fréquence centrale du filtre passe-bande de précorrélation ;
- $f$  = une fréquence quelconque dans la bande de 3dB du filtre de précorrélation ;
- $\Phi$  = la réponse de phase combinée du filtre passe-bande de précorrélation et de l'antenne;
- $\omega$  =  $2\pi f$ .

8.11.4 Dans le cas des récepteurs embarqués à fréquence unique L1 qui utilisent des corrélateurs avance-retard et qui poursuivent un signal L1 de satellites GPS utilisant le code C/A, la largeur de bande de précorrélation de l'installation, l'espacement de corrélation et le retard de groupe différentiel se situent dans les limites définies au Tableau D-11, sauf les exceptions indiquées ci-dessous.

8.11.4.1 Dans le cas de l'équipement GBAS embarqué qui utilise des corrélateurs avance-retard et qui suivent des satellites GPS, la largeur de bande de précorrélation de l'installation, l'espacement de corrélation et le retard de groupe différentiel se situent dans les limites définies au Tableau D-11, sauf que la largeur de bande minimale de la région 1 augmentera à 4 MHz et l'espacement moyen de corrélation est réduit à un espacement moyen de 0,21 chip ou à un espacement instantané de 0,235 chip.

8.11.4.2 Dans le cas des récepteurs d'un équipement embarqué GBAS de classe D (GAEC D) qui utilisent des corrélateurs avance-retard et qui poursuivent des satellites GPS, la largeur de bande de précorrélation de l'installation, l'espacement de corrélation et le retard de groupe différentiel se situent dans les limites définies au Tableau D-11, régions 2, 3 ou 4 seulement. En outre, dans la région 2, l'espacement de corrélation moyen a une plage de 0,045 – 0,12 chip et l'espacement de corrélation instantané, une plage de 0,04 – 0,15 chip.

8.11.4.3 Dans le cas d'équipement SBAS embarqué qui utilise des corrélateurs avance-retard et qui poursuit des satellites GPS, la largeur de bande de précorrélation de l'installation, l'espacement de corrélation et le retard de groupe différentiel (y compris la contribution de l'antenne) se situent dans les limites des trois premières régions définies au Tableau D-11.


8.11.5 Dans le cas des récepteurs embarqués qui utilisent des corrélateurs avance-retard et qui poursuivent des satellites GLONASS, la largeur de bande de précorrélation de l'installation, l'espacement de corrélation et le retard de groupe différentiel se situent dans les limites définies au Tableau D-12.

8.11.5.1 Dans le cas des récepteurs de l'équipement embarqué GBAS de classe D (GAEC D) qui utilisent des corrélateurs avance-retard et qui poursuivent des satellites GLONASS, la largeur de bande de précorrélation de l'installation, l'espacement de corrélation et le retard de groupe différentiel se situent dans les limites définies au Tableau D-12, régions 2 et 3 seulement. En outre, dans la région 2, l'espacement de corrélation moyen a une plage de 0,05 – 0,1 chip et l'espacement de corrélation instantané une plage de 0,045 – 0,11 chip.

8.11.6 Dans le cas des récepteurs embarqués qui utilisent des corrélateurs double delta et qui poursuivent des satellites GPS, la largeur de bande de précorrélation de l'installation, l'espacement de corrélation et le retard de groupe différentiel se situent dans les limites définies aux Tableaux D-13A et D-13B.

8.11.6.1 Dans le cas des récepteurs de l'équipement embarqué GBAS de classe D (GAEC D) qui utilisent des corrélateurs double delta et qui poursuivent des satellites GPS, la largeur de bande de précorrélation de l'installation, l'espacement de corrélation et le retard de groupe différentiel se situent dans



 Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie	<b>AMENDEMENT 5 DU RAS 10</b> <b>TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES</b> <b>Volume I</b> <b>Aides radio à la navigation</b>	Supplément D de 59	Page SUPP D-53
		Edition	2
		Date	Octobre 2023

**Tableau D-11. Contraintes de poursuite GPS pour les corrélateurs avance-retard**

Région	Largeur de bande (BW) de précorrélacion de 3 dB	Espacement de corrélation moyen (en chips)	Espacement de corrélation instantané (en chips)	Retard de groupe différentiel
1	$2 < BW \leq 7$ MHz	0,045 – 1,1	0,04 – 1,2	$\leq 600$ ns
2	$7 < BW \leq 16$ MHz	0,045 – 0,21	0,04 – 0,235	$\leq 150$ ns
3	$16 < BW \leq 20$ MHz	0,045 – 0,12	0,04 – 0,15	$\leq 150$ ns
4	$20 < BW \leq 24$ MHz	0,08 – 0,12	0,07 – 0,13	$\leq 150$ ns

**Tableau D-12. Contraintes de poursuite GLONASS pour les corrélateurs avance-retard**

Région	Largeur de bande (BW) de précorrélacion de 3 dB	Espacement de corrélation moyen (en chips)	Espacement de corrélation instantané (en chips)	Retard de groupe différentiel
1	$7 < BW \leq 9$ MHz	0,05 – 1,0	0,045 – 1,1	$\leq 100$ ns
2	$9 < BW \leq 15$ MHz	0,05 – 0,2	0,045 – 0,22	$\leq 100$ ns
3	$15 < BW \leq 18$ MHz	0,05 – 0,1	0,045 – 0,11	$\leq 100$ ns

**Tableau D-13A. Contraintes de poursuite GPS pour les récepteurs GRAS et SBAS embarqués avec corrélateurs double delta**

Région	Largeur de bande (BW) de précorrélacion de 3 dB	Espacement de corrélation moyen (X) (en chips)	Espacement de corrélation instantané (en chips)	Retard de groupe différentiel
1	$(-50 \times X) + 12 < BW \leq 7$ MHz	0,1 – 0,16	0,09 – 0,18	$\leq 600$ ns
	$4 < BW \leq 7$ MHz	0,16 – 0,6	0,14 – 0,65	
2	$(-50 \times X) + 12 < BW \leq (40 \times X) + 11,2$ MHz	0,045 – 0,07	0,04 – 0,077	$\leq 150$ ns
	$(-50 \times X) + 12 < BW \leq 14$ MHz	0,07 – 0,1	0,062 – 0,11	
	$7 < BW \leq 14$ MHz	0,1 – 0,24	0,09 – 0,26	
3	$14 < BW \leq (133,33 \times X) + 2,667$ MHz	0,07 – 0,24	0,06 – 0,26	$\leq 150$ ns

**Tableau D-14. Contraintes de poursuite de la fonction de mesure de distance SBAS**





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile et de la  
Météorologie

**AMENDEMENT 5 DU RAS 10**  
**TELECOMMUNICATIONS AERONAUTIQUES**  
**Volume I**  
**Aides radio à la navigation**

Supplément D  
de 59  
Edition  
Date

Page SUPP D-54  
2  
Octobre 2023

Région	Largeur de bande (BW) de précorrélation de 3 dB	Espacement de corrélation moyen (en chips)	Espacement de corrélation instantané (en chips)	Retard de groupe différentiel
1	$2 < BW \leq 7$ MHz	0,045 – 1,1	0,04 – 1,2	$\leq 600$ ns
2	$7 < BW \leq 20$ MHz	0,045 – 1,1	0,04 – 1,2	$\leq 150$ ns


**Tableau TAB-09. Contraintes de poursuite SBAS DFMC pour les corrélateurs avance-retard qui poursuivent des signaux L5, E5a ou L3OC**

Région	Largeur de bande (BW) de précorrélation de 3 dB	Espacement de corrélation moyen (chips)	Retard de groupe différentiel
1	$12 < BW \leq 24$ MHz	0,9 – 1,1	$\leq 150$ ns

**Tableau TAB-10. Contraintes de poursuite SBAS DFMC pour les corrélateurs avance-retard qui poursuivent des signaux L1, E1 ou L1OC**

Région	Largeur de bande (BW) de précorrélation de 3 dB	Espacement de corrélation (chips)	Retard de groupe différentiel
1	$12 < BW \leq 24$ MHz	0,08 – 0,12	$\leq 150$ ns



 <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie</p>	<p align="center"><b>AMENDEMENT 5 DU 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>Supplément D de 59      Page SUPP D-56</p> <p>Edition      2</p> <p>Date      Octobre 2023</p>
--	--	---

## 10.2 Sources de brouillage dans la bande

Dans certains Etats, l'exploitation du service fixe peut représenter une source possible de brouillage préjudiciable dans la bande. Dans ces Etats, en effet, les fréquences attribuées aux liaisons hertziennes point à point du service fixe se trouvent dans la bande utilisée par les systèmes GPS, GLONASS, Galileo et BDS.

## 10.3 Sources de brouillage hors bande

Les sources possibles de brouillage hors bande comprennent les harmoniques et les rayonnements non essentiels des émetteurs aéronautiques VHF et UHF. Le bruit hors bande, les produits parasites discrets et les produits d'intermodulation provenant des émissions radiophoniques et télévisées peuvent aussi causer des problèmes de brouillage.

## 10.4 Sources de brouillage à bord

10.4.1 A bord, les possibilités de brouillage préjudiciable du GPS, du GLONASS, de Galileo et du BDS dépendent du type d'aéronef, de ses dimensions et de l'équipement d'émission embarqué. Il convient de tenir compte de ces possibilités de brouillage (principalement causé par l'équipement SATCOM) au moment de choisir l'emplacement de l'antenne du GNSS.

10.4.2 Les récepteurs GNSS de bord utilisés dans des aéronefs équipés de SATCOM doivent présenter un seuil de brouillage supérieur dans la gamme de fréquences entre 1 610 et 1 626,5 MHz par rapport aux récepteurs embarqués dans des aéronefs ne disposant pas d'équipement SATCOM. Dans les spécifications sur le seuil de brouillage, les deux cas ont donc été distingués.

*Note.— Les limites relatives aux stations terriennes d'aéronef émettant des signaux SATCOM sont indiquées dans le RAS 10, Volume III, 1<sup>re</sup> Partie, Chapitre 4, § 4.2.3.5.*

10.4.3 Les principales techniques de protection contre le brouillage à bord comprennent le blindage, le filtrage, la séparation physique des antennes, des émetteurs et des câbles (surtout dans le cas des gros aéronefs) et les techniques de conception des récepteurs, notamment les filtres adaptatifs et diverses techniques d'annulation qui permettent en effet de pallier le brouillage étroit dans la bande. On peut aussi avoir recours aux antennes à orientation de faisceaux avec formation de zéros, qui réduisent le gain d'antenne dans la direction des sources de brouillage sans réduire la puissance des signaux provenant des satellites.

## 10.5 Intégrité en présence de brouillage

La spécification interdisant la production d'informations trompeuses par les récepteurs du GNSS en présence de brouillage vise à empêcher la production d'informations trompeuses dans les cas éventuels de brouillage non intentionnel. Elle ne s'applique pas expressément aux cas de brouillage intentionnel. Les essais ne permettent pas de vérifier complètement cette spécification, mais les normes pertinentes de performances opérationnelles minimales (MOPS) sur les récepteurs publiées par la RTCA et l'EUROCAE décrivent une méthode acceptable de conformité.

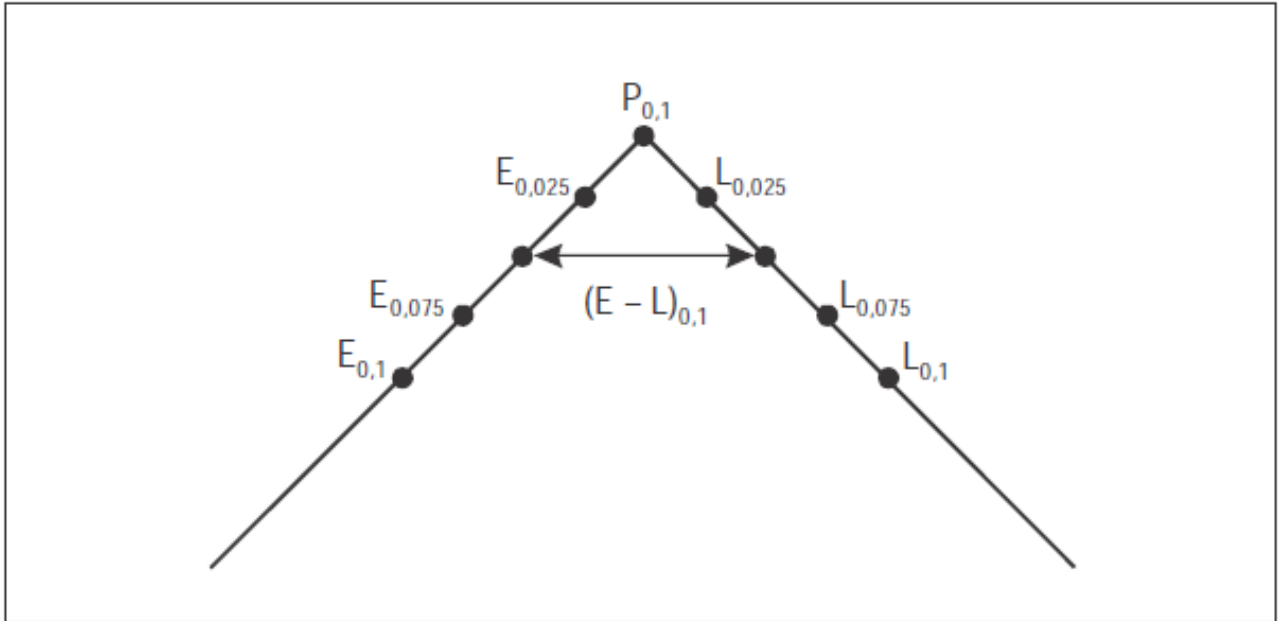


Figure D-18. Crête de corrélation « rapprochée » et valeurs de corrélation mesurées

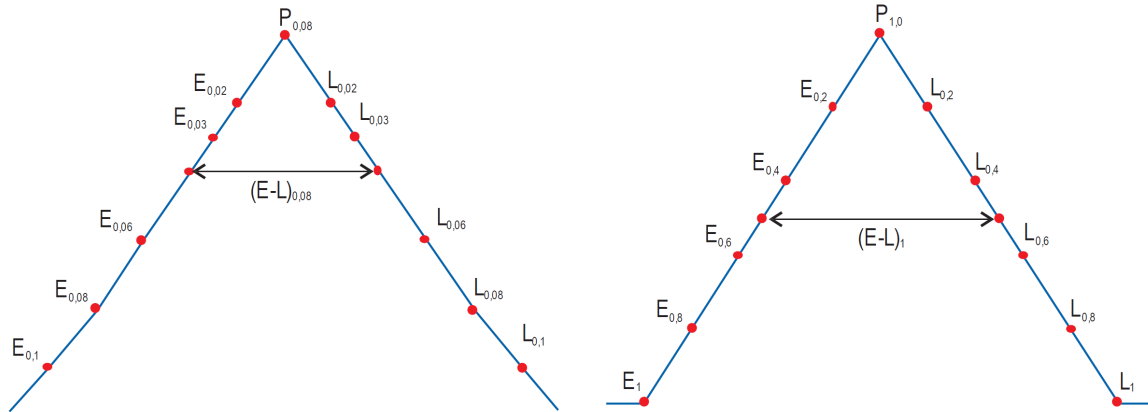


Figure FIG-09. Sorties de corrélateur pour les signaux Galileo E1-C ou BDS B1C\_pilote (à gauche) et Galileo E5a-Q ou BDS B2a\_pilote (à droite)

----- FIN -----