

DECISION N° 124 /25/ANAC/DG

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

## LE DIRECTEUR GENERAL

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

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

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

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

## DECIDE :

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

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

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

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

Fait à Lomé le 13 NOV 2025



Le Directeur Général

COLIDRISSOU Abdou Ahabou

## Ampliation :

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

# RÉPUBLIQUE TOGOLAISE

Travail – Liberté – Patrie

Ministère chargé de l'Aviation Civile

-----



## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

#### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE AÉRIENNE

1ère édition / Révision 04 /Novembre 2025

APPROUVE PAR

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 1  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

## TABLE DES MATIÈRES

|                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>TABLE DES MATIÈRES</b> .....                                                                                            | 1   |
| APPENDICE B. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DÉTAILLÉES RELATIVES AU SYSTÈME<br>MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS) ..... | 2   |
| 1. DÉFINITIONS .....                                                                                                       | 2   |
| 2. GÉNÉRALITÉS .....                                                                                                       | 2   |
| 3. ÉLÉMENTS DU GNSS .....                                                                                                  | 2   |
| 3.1 Constellations de base .....                                                                                           | 2   |
| 3.1.1 SERVICE DE LOCALISATION STANDARD (SPS) DU SYSTÈME MONDIAL DE<br>POSITIONNEMENT (GPS) (L1 ET L5) .....                | 2   |
| 3.1.2 Canal de précision standard (L1/L3) du système mondial de satellite de navigation<br>(GLONASS) .....                 | 36  |
| 3.1.3 Service ouvert de Galileo (Galileo OS) .....                                                                         | 78  |
| 3.1.4 Service ouvert (OS) du Système de navigation par satellite BeiDou (BDS) (B1I, B1C<br>et B2a) .....                   | 102 |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 2  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

## APPENDICE B. SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DÉTAILLÉES RELATIVES AU SYSTÈME MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS)

### 1. DÉFINITIONS

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

*Note.— Tous les bits en réserve sont mis à zéro.*

**GBAS/E.** Système de renforcement au sol avec diffusion de données VHF à polarisation elliptique.

**GBAS/H.** Système de renforcement au sol avec diffusion de données VHF à polarisation horizontale.

**Récepteur.** Sous-système qui reçoit les signaux du GNSS et comprenant un ou plusieurs capteurs.

**Réservé.** Qualifie les bits, les mots ou les champs non attribués mais destinés à l'utilisation exclusive d'une application GNSS donnée.

**S<sub>max</sub>.** Puissance maximale du signal de données VHF (VBD) utile à l'entrée du récepteur VBD. Cette puissance à l'entrée du récepteur est calculée en soustrayant de l'intensité maximale du champ RF définie au chapitre 3, § 3.7.3.5.4.4, pour le signal VDB utile reçu par une antenne isotrope idéale moins la perte minimale liée au mode d'installation à bord. Elle est utilisée pour déterminer l'immunité des signaux VDB à l'égard du brouillage par des signaux sur canal adjacent (§ 3.6.8.2.2.6) ou par des signaux provenant de sources situées à l'extérieur de la bande 108,000 – 117,975 MHz (§ 3.6.8.2.2.8).

### 2. GÉNÉRALITÉS

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

### 3. ÉLÉMENTS DU GNSS

#### 3.1 Constellations de base

##### 3.1.1 SERVICE DE LOCALISATION STANDARD (SPS) DU SYSTÈME MONDIAL DE POSITIONNEMENT (GPS) (L1 ET L5)

###### 3.1.1.1 ÉLÉMENTS NON EMBARQUÉS

###### 3.1.1.1.1 Caractéristiques radioélectriques (RF) du signal L1 en code d'acquisition grossière (C/A)





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 3  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.1.1.1.1 *Bruit de phase de la porteuse.* La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée L1 doit être telle qu'une boucle à verrouillage de phase ayant une largeur de bande passante de bruit de 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision de 0,1 radian (1 sigma).

3.1.1.1.1.2 *Rayonnement non essentiel.* Dans la largeur de bande du canal attribué, la puissance du rayonnement non essentiel dans la bande doit être inférieure d'au moins 40 dB à la puissance de la porteuse L1 non modulée.

3.1.1.1.1.3 *Perte de corrélation.* La perte de puissance du signal récupéré due aux imperfections de la modulation du signal L1 en code C/A et à la distorsion ne doit pas dépasser pas 0,6 dB pour toutes les générations de satellites GPS-II et 0,3 dB pour toutes les générations de satellites GPS-III.

*Note.— La perte de puissance du signal est l'écart entre la puissance émise dans une bande attribuée et la puissance du signal récupérée par un récepteur sans bruit ni pertes et présentant une largeur de corrélation de 1 chip et la même bande passante.*

3.1.1.1.1.4 *Génération et synchronisation du code (C/A) de L1.* Chaque séquence de code C/A  $G_i(t)$  doit être formée par somme modulo 2 des deux séquences linéaires de 1 023 bits  $G_1$  et  $G_2$ . La séquence  $G_2$  sera formée en retardant la séquence  $G_2$  d'un nombre entier de chips. Les séquences  $G_1$  et  $G_2$  seront générées à l'aide de registres à décalage à 10 étages mettant en œuvre les polynômes suivants :

a)  $G_1 : X^{10} + X^3 + 1 ;$

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

Le vecteur d'initialisation des séquences  $G_1$  et  $G_2$  sera « 111111111 ». Les registres  $G_1$  et  $G_2$  doivent être cadencés à 1,023 MHz. La synchronisation du code C/A se fera conformément à la figure B-1<sup>1</sup>.

*Note.— Des renseignements supplémentaires sur les attributions des phases de code figurent dans l'IS-GPS-200K.*

3.1.1.1.2 *Structure des données de L1.* Le message de navigation traditionnel (LNAV) doit être mis en forme comme l'indique la figure B-2. Pour chaque page (figure B-6), le format de base sera une trame de 1 500 bits pouvant comprendre jusqu'à 5 sous-trames de 300 bits chacune. Tous les mots seront transmis en commençant par le bit de poids fort (MSB).

*Note.— Les attributions de bits décrites pour les sous-trames 4 et 5 dans la figure B-6 s'appliquent uniquement aux satellites émettant les codes PRN 1 à 32. Voir l'IS-GPS-200K pour les attributions de bits des sous-trames 4 et 5 pour les satellites émettant les codes PRN 33 à 63.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 4  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.1.1.2.1 *Structure des sous-trames.* Chaque sous-trame ou page de sous-trame débutera par un mot de télémesure (TLM), immédiatement suivi du mot de transfert (HOW). Viendront ensuite 8 mots d'information. Dans chaque trame, tous les mots contiendront 6 bits de parité. Le format des mots TLM et HOW sera conforme aux figures B-3 et B-4 respectivement.

3.1.1.1.2.2 *Fin/début de semaine.* Au passage d'une semaine à la suivante :

- a) la pagination cyclique des sous-trames 1 à 5 doit recommencer systématiquement par la sous-trame 1, quelle que soit la sous-trame transmise en dernier avant le changement de semaine ;
- b) la répétition des 25 pages des sous-trames 4 et 5 doit recommencer par la page 1 de chaque sous-trame, quelle que soit la page transmise en dernier avant le changement de semaine. Toutes les transitions (téléchargements et pages) s'effectueront aux points de délimitation des trames (c'est-à-dire modulo 30 secondes par rapport à l'instant du changement de semaine).

*Note.— La transmission des nouvelles données des sous-trames 4 et 5 peut débuter avec n'importe laquelle des 25 pages de ces dernières.*

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

3.1.1.1.2.3 *Bits de parité.* Les 6 bits de poids faible (LSB) des mots 1 à 10 des sous-trames 1 à 5 doivent être des bits de parité. De plus, les mots 2 et 10 contiendront 2 bits sans signification aux positions 23 et 24, toujours aux fins du contrôle de parité.

3.1.1.1.2.4 *Mot de télémesure (TLM).* Le mot TLM aura une longueur de 30 bits, doit être émis toutes les 6 secondes dans la trame de données, et sera le premier mot de chaque sous-trame. Son format sera conforme à la figure B-3. Il se composera d'un préambule suivi de 16 bits réservés et de 6 bits de parité.

3.1.1.1.2.5 *Mot de transfert (HOW).* Le mot HOW doit avoir une longueur de 30 bits et doit être émis en deuxième position dans chaque sous-trame ou page, immédiatement après le mot TLM. Il doit être émis toutes les 6 secondes dans la trame de données. Son format et son contenu doivent être conformes à la figure B-4. Le mot débutera par les 17 bits de poids fort du compte TOW. Ce dernier se composera des 19 bits de poids faible du compte Z de 29 bits (§ 3.1.1.2.6). Les 17 bits en question correspondront au compte TOW généré à l'impulsion de 1,5 s qui se produit au début (front avant) de la sous-trame suivante.

3.1.1.1.2.5.1 *Bit 18.* Sur les satellites désignés par le code de configuration 001, le bit 18 doit être un indicateur d'alarme. Mis à 1, il signalera que l'erreur de distance pour l'utilisateur (URA) est sans doute plus grande que ce qu'indique la soustrame 1 et que l'utilisateur emploie les données fournies par le satellite à ses risques et périls.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 5  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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 constitueront l'identificateur de la sous-trame dans laquelle ce mot HOW est le deuxième mot. Cet identificateur pourra prendre les valeurs suivantes :

| ID | Codes |
|----|-------|
| 00 | 000   |
| 01 | 001   |
| 02 | 010   |
| 03 | 100   |
| 04 | 101   |
| 05 | 110   |

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 contiendra une unité commode permettant de compter et de communiquer le temps de manière précise. Le temps ainsi défini s'appellera le compte Z. Ce compte doit être fourni à l'utilisateur sous forme d'un nombre binaire de 29 bits composé de deux parties décrites dans les paragraphes suivants.

3.1.1.1.2.6.1 *Heure de la semaine (TOW).* Le nombre binaire constitué par les 19 bits de poids faible du compte Z doit représenter 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, fera partie du mot de transfert (HOW) du train de données sur la liaison descendante L1 ; la figure B-5 précise le lien entre le compte TOW intégral et sa version tronquée dans le mot HOW.

*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 doivent former la représentation binaire du numéro séquentiel attribué à la semaine GPS en cours (modulo 1 024). La plage de valeurs doit s'étendre de





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 6  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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 DONNÉES DE L1

3.1.1.1.3.1 *Sous-trame 1. Données d'horloge et d'état de fonctionnement du satellite.* Les mots 3 à 10 de la soustrame 1 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 seront formés des 10 bits de poids fort du compte Z sur 29 bits et représenteront le numéro de la semaine GPS en cours correspondant au début de l'intervalle de transmission des données. La semaine zéro sera désignée par les 10 bits à 0. Le numéro de semaine GPS sera incrémenté à chaque impulsion marquant le passage d'une semaine à la suivante.

3.1.1.1.3.1.2 *Précision de distance pour l'utilisateur (URA).* Les bits 13 à 16 du mot 3 représenteront un indice URA, qui prescrit l'URA prévue du satellite, conformément au tableau B-2. L'URA à intégrité garantie (IAURA) sera la limite supérieure de la valeur de l'URA correspondant à l'indice URA, comme l'indique la dernière colonne du tableau B-2.

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

*Note 2.— L'URA est un indicateur statistique de la contribution à l'erreur de mesure de la distance (précisions apparentes de l'horloge et des prévisions des éphémérides) qu'il est possible d'attendre d'un satellite donné d'après les données historiques.*

*Note 3.— La valeur nominale de l'URA pour chaque indice URA est également indiquée dans le tableau B-2. La valeur nominale de l'URA peut être utilisée pour prédire la moyenne quadratique des erreurs de pseudodistance du signal électromagnétique à des fins de précision.*

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

| Paramètre | Nombre<br>de bits** | Échelle<br>(LSB) | Plage<br>effective*** | Unités |
|-----------|---------------------|------------------|-----------------------|--------|
|-----------|---------------------|------------------|-----------------------|--------|



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 7  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                           |     |                |         |                               |
|-------------------------------------------|-----|----------------|---------|-------------------------------|
| N° de semaine                             | 10  | 1              |         | semaines                      |
| Précision du satellite                    | 4   |                |         |                               |
| État de<br>fonctionnement<br>du satellite | 6   | 1              |         | discrètes                     |
| TGD                                       | 8*  | 2–31           |         | secondes                      |
| IODC                                      | 10  |                |         |                               |
| toc                                       | 16  | 2 <sup>4</sup> | 604 784 | secondes                      |
| a <sub>r2</sub>                           | 8*  | 2–55           |         | secondes/seconde <sup>2</sup> |
| a <sub>r1</sub>                           | 16* | 2–43           |         | secondes/seconde              |
| a <sub>f0</sub>                           | 22* | 2–31           |         | secondes                      |

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

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

\*\*\* Sauf indication contraire, c'est la limite supérieure de la plage de v qui figure dans cette colonne.

**Tableau B-2. Précision de distance pour l'utilisateur**

| <i>Indice URA</i> | <i>URA (mètres)</i> | <i>URA nominale</i> | <i>IAURA<br/>correspondante</i> |
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|
|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 8  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|    |                                         |          |             |
|----|-----------------------------------------|----------|-------------|
| 0  | $0,00 < \text{URA} \leq 2,40$           | 2 m      | 2,40 m      |
| 1  | $2,40 < \text{URA} \leq 3,40$           | 2,8 m    | 3,40 m      |
| 2  | $3,40 < \text{URA} \leq 4,85$           | 4 m      | 4,85 m      |
| 3  | $4,85 < \text{URA} \leq 6,85$           | 5,7 m    | 6,85 m      |
| 4  | $6,85 < \text{URA} \leq 9,65$           | 8 m      | 9,65 m      |
| 5  | $9,65 < \text{URA} \leq 13,65$          | 11,3 m   | 13,65 m     |
| 6  | $13,65 < \text{URA} \leq 24,00$         | 16 m     | 24,00 m     |
| 7  | $24,00 < \text{URA} \leq 48,00$         | 32 m     | 48,00 m     |
| 8  | $48,00 < \text{URA} \leq 96,00$         | 64 m     | 96,00 m     |
| 9  | $96,00 < \text{URA} \leq 192,00$        | 128 m    | 192,00 m    |
| 10 | $192,00 < \text{URA} \leq 384,00$       | 256 m    | 384,00 m    |
| 11 | $384,00 < \text{URA} \leq 768,00$       | 512 m    | 768,00 m    |
| 12 | $768,00 < \text{URA} \leq 1\,536,00$    | 1\,024 m | 1\,536,00 m |
| 13 | $1\,536,00 < \text{URA} \leq 3\,072,00$ | 2\,048 m | 3\,072,00 m |
| 14 | $3\,072,00 < \text{URA} \leq 6\,144,00$ | 4\,096 m | 6\,144,00 m |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 9  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|    |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                        |            |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 15 | 6 144,00 < URA<br>(ou aucune prédiction de<br>précision n'est disponible – les<br>utilisateurs<br><br>du SPS sont informés qu'ils<br>utilisent le satellite à leur<br>propres risques) | Aucune prédiction de précision n'est<br>disponible – les utilisateurs du SPS<br>sont informés qu'ils utilisent le<br>satellite à leurs propres risques | Sans objet |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|

3.1.1.1.3.1.3 *État de fonctionnement.* Les 6 bits de l'indicateur d'état de fonctionnement du satellite émetteur seront les bits 17 à 22 du mot 3. Le bit de poids fort indiquera l'état de validité des données de navigation de la façon suivante :

- a) 0 = toutes les données de navigation sont valides ;  
1 = certaines données de navigation ne sont pas valides.

Les 5 bits de poids faible préciseront l'état des composantes du signal conformément au tableau B-3. Les indications d'état de fonctionnement du satellite seront fournies suivant les capacités du satellite indiquées par le code de configuration spécifié à la page 25 de la sous-trame 4. Tout satellite qui ne possède pas une capacité donnée sera désigné comme fonctionnel si l'absence de cette capacité est inhérente à sa conception ou que le satellite a été configuré dans un mode qui convient au récepteur et qui ne nécessite pas la capacité en question. D'autres données d'état seront intégrées aux sous-frames 4 et 5.

*Note.— Les données de la sous-trame 1 peuvent différer de celles des sous-frames 4 et/ou 5 d'autres satellites, puisque celles-ci ne sont pas forcément mises à jour au même moment.*

**Tableau B-3. Codes d'état de fonctionnement  
des composantes du signal du satellite**

| MSB |     |   |   | LSB | Indication                                                                                       |
|-----|-----|---|---|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0   | 0 0 | 0 | 0 |     | TOUS LES SIGNAUX SONT CORRECTS                                                                   |
| 1   | 1 1 | 0 | 0 |     | LE SATELLITE EST TEMPORAIREMENT HORS SERVICE – Ne pas<br>utiliser ce satellite durant ce passage |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES

### RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION

### AÉRIENNE

APP : 10  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                |   |   |   |   |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------|---|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                              | 1 | 1 | 0 | 1 | LE SATELLITE VA ÊTRE TEMPORAIREMENT HORS SERVICE –<br>Utiliser les données avec circonspection                                                                                                                                                               |
| 1                              | 1 | 1 | 1 | 0 | UN OU PLUSIEURS SIGNAUX SONT DÉFORMÉS*, MAIS LES<br>PARAMÈTRES PERTINENTS DE L'URA SONT VALIDES                                                                                                                                                              |
| 1                              | 1 | 1 | 1 | 1 | ANOMALIES MULTIPLES PRÉSENTES (autres que les anomalies<br>ou<br>conditions qui entraîneraient une des deux pannes temporaires de<br>satellite telles que codifiées ci-dessus)                                                                               |
| Toutes les autres combinaisons |   |   |   |   | LE SATELLITE A DU MAL À MODULER CONVENABLEMENT<br>LE CODE ET/OU À TRANSMETTRE LES SIGNAUX À LA<br>PUISSANCE VOULUE. L'utilisateur peut ne pas être en mesure<br>d'acquérir le satellite ou peut avoir du mal à poursuivre le satellite<br>après acquisition. |

\* Déformé signifie qu'un ou plusieurs signaux ne répondent pas aux exigences de la norme IS-GPS-200K, section 3.

3.1.1.1.3.1.4 *Identification des données d'horloge (IODC)*. Les bits 23 et 24 du mot 3 de la sous-trame 1 seront les 2 bits de poids fort du terme IODC, composé de 10 bits ; ses 8 bits de poids faible seront les bits 1 à 8 du mot 8 de la soustrame 1. Le terme IODC représentera le numéro d'émission de l'ensemble de données. Il sera différent de toutes les valeurs transmises par le satellite au cours des 06 heures précédentes.

*Note.— La relation entre les termes IODC et IODE (identification des éphémérides) est précisée au § 3.1.1.1.3.2.2.*

3.1.1.1.3.1.5 *Temps de propagation de groupe différentiel estimé*. Les bits 17 à 24 du mot 7 représenteront le terme correctif  $T_{GD}$  qui tient compte de l'effet du temps de propagation de groupe différentiel du satellite.

*Note.— Le terme  $T_{GD}$  ne comprend aucune erreur sur le temps de propagation relative de groupe entre le code C/A et le code P(Y).*





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 11  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.1.1.3.1.6 *Paramètres de correction d'horloge du satellite*. Les bits 9 à 24 du mot 8, 1 à 24 du mot 9 et 1 à 22 du mot 10 représenteront les paramètres permettant aux usagers d'appliquer la correction d'horloge du satellite ( $t_{oc}$ ,  $a_{f2}$ ,  $a_{f1}$ ,  $a_{f0}$ ).

3.1.1.1.3.1.7 *Champs de données réservés*. Le tableau B-4 indique les champs de données réservés. Tous ces champs contiendront des séquences de bits respectant la parité de chaque mot.

3.1.1.1.3.2 *Sous-frames 2 et 3 – éphémérides satellitaires*. Les sous-frames 2 et 3 contiendront les éphémérides du satellite émetteur.

3.1.1.1.3.2.1 *Paramètres d'éphémérides*. Les paramètres d'éphémérides sont décrits au tableau B-5. Pour chaque paramètre des sous-frames 2 et 3, le nombre de bits, l'échelle correspondant au bit de poids faible, la plage de valeurs et les unités dans lesquelles s'expriment les grandeurs seront conformes au tableau B-6.

3.1.1.1.3.2.2 *Identification des éphémérides (IODE)*. Le terme IODE est un nombre de 8 bits égal aux 8 bits de poids faible du terme IODC, constitué de 10 bits, de l'ensemble de données considéré. Le terme IODE sera émis dans les sous-frames 2 et 3 afin de permettre une comparaison avec les 8 bits de poids faible du terme IODC de la sous-frame 1. Chaque fois que ces trois termes différeront entre eux du fait de la transmission d'un nouvel ensemble de données, de nouvelles données seront recueillies. Le terme IODE sera différent de toutes les valeurs transmises par le satellite au cours des six heures précédentes (*Note 1*). Toute modification des données des sous-frames 2 et 3 s'accompagnera de la modification de leurs mots IODE respectifs. La modification des nouveaux ensembles de données ne s'effectuera qu'au passage d'une heure à la suivante, exception faite du premier ensemble de données d'un nouveau téléchargement. De plus, la valeur  $t_{oe}$ , pour au moins le premier ensemble de données transmis par le satellite après un téléchargement, doit avoir un faible déphasage négatif par rapport à l'emplacement nominal sur une limite horaire (milieu de l'intervalle d'ajustement des courbes) (*Note 2*).

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

| Mot | Bit     |
|-----|---------|
| 3   | 11 – 12 |
| 4   | 1 – 24  |
| 5   | 1 – 24  |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 12  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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                                                                         |
| $—$         | Racine carrée du demi-grand axe                                                      |
| $\sqrt{AA}$ |                                                                                      |
| $OMEGA_0$   | 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 cosinusoidale de la correction en latitude                |
| $C_{us}$    | Amplitude de la composante sinusoidale de la correction en latitude                  |
| $C_{rc}$    | Amplitude de la composante cosinusoidale de la correction en rayon orbital           |
| $C_{rs}$    | Amplitude de la composante sinusoidale de la correction en rayon orbital             |
| $C_{ic}$    | Amplitude de la composante cosinusoidale de la correction en inclinaison             |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 13  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$C_{is}$  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**

| <i>Paramètre</i> | <i>Nombre<br/>de bits**</i> | <i>Échelle<br/>(LSB)</i> | <i>Plage<br/>effective***</i> | <i>Unités</i>         |
|------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| IODE             | 8                           |                          |                               |                       |
| $C_{rs}$         | 16*                         | 2–5                      |                               | mètres                |
| $\Delta n$       | 16*                         | 2–43                     |                               | demi-<br>cercles/s    |
| $M_0$            | 32*                         | 2–31                     |                               | demi-cercles          |
| $C_{uc}$         | 16*                         | 2–29                     |                               | radians               |
| $e$              | 32                          | 2–33                     | 0,03                          | sans<br>dimension     |
| $C_{us}$         | 16*                         | 2–29                     |                               | radians               |
| —                |                             |                          |                               |                       |
| $\sqrt{A}$       | 32                          | 2–19                     | de 2 530 à 8 192              | mètres <sup>1/2</sup> |
| $t_{oe}$         | 16                          | 2 <sup>4</sup>           | 604 784                       | secondes              |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 14  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|           |     |      |                            |                |
|-----------|-----|------|----------------------------|----------------|
| $C_{ic}$  | 16* | 2–29 |                            | radians        |
| $OMEGA_0$ | 32* | 2–31 |                            | demi-cercles   |
| $C_{is}$  | 16* | 2–29 |                            | radians        |
| $i_0$     | 32* | 2–31 |                            | demi-cercles   |
| $C_{rc}$  | 16* | 2–5  |                            | mètres         |
| $\omega$  | 32* | 2–31 |                            | demi-cercles   |
| OMEGADOT  | 24* | 2–43 | $-6.33 \times 10^{-7}$ à 0 | demi-cercles/s |
| iDOT      | 14* | 2–43 |                            | demi-cercles/s |

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

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

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

*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.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 15  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

Un indicateur d'intervalle d'ajustement de zéro (0) indique que le satellite est en fonctionnement normal. Un indicateur d'intervalle d'ajustement de un (1) indique que le satellite fonctionne avec un intervalle élargi à court ou à long terme.

3.1.1.1.3.3 *Sous-trames 4 et 5 – données auxiliaires.* Les deux sous-trames 4 et 5 seront sous-commutées 25 fois chacune. Mis à part les éventuelles pages « réservées » et les répétitions explicites, chaque page contiendra des données différentes dans les mots 3 à 10. Les sous-trames 4 et 5 contiendront les données énumérées dans le tableau B-7.

*Note.— Les sous-trames 4 et 5 des satellites diffusant les codes PRN 1 à 32 contiennent des données d'almanach et d'état de fonctionnement pour 32 satellites. Les sous-trames 4 et 5 des satellites diffusant les codes PRN 33 à 63 contiennent des données d'almanach et d'état de fonctionnement pour seulement 31 satellites. Voir l'IS-GPS-200K pour plus de détails sur le contenu et les attributions de bits des données dans les sous-trames 4 et 5.*

**Tableau B-7. Données des sous-trames 4 et 5**

| <i>Sous-trame</i> | <i>Page(s)</i>             | <i>Données</i>                 |
|-------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 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  |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 16  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|   |        |                                                                                    |
|---|--------|------------------------------------------------------------------------------------|
|   | 25     | Indicateurs A-S/configurations du satellite et état de fonctionnement du satellite |
| 5 | 1 à 24 | Données d'almanach                                                                 |
|   | 25     | Données sur l'état de fonctionnement du satellite                                  |

\* La page 10 de la sous-trame 4 n'est envoyée que par les satellites qui diffusent les codes PRN 1 à 32 (et contiendra des données d'almanach pour le PRN 32) ; elle n'est pas utilisée par les satellites qui diffusent les codes PRN 33 à 63. \*\* Page non destinée à l'aviation.

#### 3.1.1.1.4 CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES (RF) DU SIGNAL L5

3.1.1.1.4.1 *Bruit de phase de la porteuse.* La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée L5 doit être telle qu'une boucle à verrouillage de phase ayant une largeur de bande passante de bruit de 10 Hz peut suivre la porteuse avec une précision de 0,1 radian en moyenne quadratique.

3.1.1.1.4.2 *Rayonnement non essentiel.* Dans la largeur de bande du canal attribué, la puissance du rayonnement non essentiel dans la bande doit être inférieure d'au moins 40 dB à la puissance de la porteuse L5 non modulée.

3.1.1.1.4.3 *Perte de corrélation.* La perte de puissance du signal récupéré due aux imperfections de la modulation du signal L5 et à la distorsion ne doit pas dépasser 0,6 dB.

*Note.— La perte de puissance du signal est l'écart entre la puissance émise dans une bande attribuée et la puissance du signal récupérée par un récepteur sans bruit ni pertes et présentant une largeur de corrélation de 1 chip et la même bande passante.*

3.1.1.1.4.4 *Composantes de la porteuse L5.* L5 doit avoir deux composantes porteuses modulées par des trains de bits distincts : le code I5 et le code Q5 (voir le tableau B-8).

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

| Phase nominale du signal composite<br>L5* | État du code |
|-------------------------------------------|--------------|
|-------------------------------------------|--------------|





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 17  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                                                                                                                                                                                                     | I5 | Q5 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|
| 0°                                                                                                                                                                                                                                  | 0  | 0  |
| -90°                                                                                                                                                                                                                                | 1  | 0  |
| +90°                                                                                                                                                                                                                                | 0  | 1  |
| 180°                                                                                                                                                                                                                                | 1  | 1  |
| <p>* 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.</p> <p>** Basé sur le signal composite de deux composantes de la porteuse L5 à la même puissance.</p> |    |    |

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.

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) doivent être 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 doit être un code d'une longueur de 8 190 qui, à l'état initial, doit être constitué uniquement de « 1 » et qui sera écourté 1 chip avant sa fin naturelle et redémarré pour fonctionner sur une période d'une milliseconde (synchronisé avec le code C/A de la fréquence L1) pour un total de 10 230 chips.

3.1.1.1.4.5.2 Les codes XBI<sub>i</sub> et XBQ<sub>i</sub> doivent avoir 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 doivent pas être écourtés et doivent être 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> seront les suivants :

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

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 18  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*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 doivent être 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 L5, 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 XBI<sub>i</sub> et XBQ<sub>i</sub> 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 doit être 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 doivent être fournies dans un ensemble de messages de six secondes et de 300 bits de long.

3.1.1.1.5.2.1 Chaque message doit contenir 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 doit être 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.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 19  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.1.1.5.2.3 La valeur TOW multipliée par 6 doit donner l'heure du satellite en secondes au début du message de 6 secondes suivant.

3.1.1.1.5.2.4 Le bit 38 doit être un « indicateur d'alarme » où la valeur « 1 » indique que les composantes de l'URA du signal pourraient être plus mauvaises que ce qui est indiqué dans les types de message associés et que l'utilisation de ce signal se fait aux risques de l'utilisateur.

**3.1.1.1.6 TENEUR DES DONNÉES (CNAV) DIFFUSÉES SUR L5**

3.1.1.1.6.1 *Types de messages CNAV.* Les données CNAV diffusées sur L5 contiendront les types de messages énumérés dans le tableau B-9.

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

**Tableau B-9. Types de messages CNAV**

| Type de message | Teneur                                                                           |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 0               | Message par défaut (vide)                                                        |
| 10              | Éphémérides, précision, paramètres d'état de fonctionnement                      |
| 11              | Éphémérides, précision, paramètres d'état de fonctionnement                      |
| 30              | Horloge, précision, ionosphère, temps de propagation de groupe du satellite      |
| 31              | Horloge, précision, almanach du satellite                                        |
| 32              | Horloge, précision, paramètres d'orientation du satellite par rapport à la Terre |
| 33              | Horloge, précision, paramètres UTC du satellite                                  |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 20  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|    |                                                                             |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|
| 34 | Horloge, précision, paramètres de correction différentielle du satellite    |
| 35 | Horloge, précision, décalage temporel GPS/GNSS du satellite                 |
| 36 | Horloge, précision, messages textes du satellite                            |
| 37 | Horloge, précision, ensemble complet des paramètres d'almanach du satellite |

3.1.1.1.6.2 Le message de type 10 contiendra la composante dépendante de l'angle de site (ED) de l'indice de précision de distance pour l'utilisateur ( $URA_{ED}$ ) qui correspond à l'erreur maximale dépendante de l'angle de site attendue pour l'ajustement de courbe d'éphémérides à l'heure courante, pour le pire emplacement à l'intérieur de l'empreinte du satellite.

*Note.— Au meilleur emplacement dans l'empreinte du satellite (c'est-à-dire nominalement directement sous le satellite le long de son vecteur nadir), l' $URA_{ED}$  correspondante est égale à zéro (voir le tableau B-10).*

3.1.1.1.6.3 Les messages de types 30 à 37 contiendront les indices des composantes non dépendantes de l'angle de site (NED) de l'URA : l'indice  $URA_{NED0}$ , l'indice  $URA_{NED1}$  et l'indice  $URA_{NED2}$ , respectivement, pour le satellite émetteur.

La valeur de l' $URA_{NED0}$  sera liée à l'indice  $URA_{NED0}$  selon le tableau B-11.

La valeur de l' $URA_{NED1}$  sera liée à l'indice  $URA_{NED1}$  comme suit :

$$1UUUUAANNNNNN1 = 2\_NN$$

où

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

La valeur de l' $URA_{NED2}$  sera liée à l'indice  $URA_{NED2}$  comme suit :

$$1UUUUAANNNNNN2 = 2\_NN$$

où

$$N = 28 + \text{indice } URA_{NED2}$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 21  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— L' $URA_{ED}$ , l' $URA_{NED0}$ , l' $URA_{NED1}$  et l' $URA_{NED2}$  sont utilisées pour calculer l' $URA$  à intégrité garantie (IAURA).*

**Tableau B-10. Précision de distance pour l'utilisateur**  
**dépendante de l'angle de site  $URA_{ED}$**

| <i>Indice <math>URA_{ED}</math></i> | <i><math>URA_{ED}</math> (m)</i>                                |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 15                                  | $6\,144,00 < URA_{ED}$ (prédiction de précision non disponible) |
| 14                                  | $3\,072,00 < URA_{ED} \leq 6\,144,00$                           |
| 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                                   | $13,65 < URA_{ED} \leq 24,00$                                   |
| <i>Indice <math>URA_{ED}</math></i> | <i><math>URA_{ED}</math> (m)</i>                                |
| 5                                   | $9,65 < URA_{ED} \leq 13,65$                                    |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 22  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|     |                             |
|-----|-----------------------------|
| 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 | $0,04 < URA_{ED} \leq 0,06$ |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 23  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|     |                                        |
|-----|----------------------------------------|
| -12 | $0,03 < URA_{ED} \leq 0,04$            |
| -13 | $0,02 < URA_{ED} \leq 0,03$            |
| -14 | $0,01 < URA_{ED} \leq 0,02$            |
| -15 | $URA_{ED} \leq 0,01$                   |
| -16 | Prédiction de précision non disponible |

**Tableau B-11. Précision de distance pour l'utilisateur non  
dépendante de l'angle de site  $URA_{NED0}$**

| Indice $URA_{NED0}$ | $URA_{NED0}$ (m)                                                  |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 15                  | $6\,144,00 < URA_{NED0}$ (prédiction de précision non disponible) |
| 14                  | $3\,072,00 < URA_{NED0} \leq 6\,144,00$                           |
| 13                  | $1\,536,00 < URA_{NED0} \leq 3\,072,00$                           |
| 12                  | $768,00 < URA_{NED0} \leq 1\,536,00$                              |
| 11                  | $384,00 < URA_{NED0} \leq 768,00$                                 |
| 10                  | $192,00 < URA_{NED0} \leq 384,00$                                 |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 24  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                     |                                  |
|---------------------|----------------------------------|
| 9                   | $96,00 < URA_{NED0} \leq 192,00$ |
| Indice $URA_{NED0}$ | $URA_{NED0}$ (m)                 |
| 8                   | $48,00 < URA_{NED0} \leq 96,00$  |
| 7                   | $24,00 < URA_{NED0} \leq 48,00$  |
| 6                   | $13,65 < URA_{NED0} \leq 24,00$  |
| 5                   | $9,65 < URA_{NED0} \leq 13,65$   |
| 4                   | $6,85 < URA_{NED0} \leq 9,65$    |
| 3                   | $4,85 < URA_{NED0} \leq 6,85$    |
| 2                   | $3,40 < URA_{NED0} \leq 4,85$    |
| 1                   | $2,40 < URA_{NED0} \leq 3,40$    |
| 0                   | $1,70 < URA_{NED0} \leq 2,40$    |
| -1                  | $1,20 < URA_{NED0} \leq 1,70$    |
| -2                  | $0,85 < URA_{NED0} \leq 1,20$    |
| -3                  | $0,60 < URA_{NED0} \leq 0,85$    |
| -4                  | $0,43 < URA_{NED0} \leq 0,60$    |
| -5                  | $0,30 < URA_{NED0} \leq 0,43$    |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 25  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|     |                                        |
|-----|----------------------------------------|
| -6  | $0,21 < URA_{NED0} \leq 0,30$          |
| -7  | $0,15 < URA_{NED0} \leq 0,21$          |
| -8  | $0,11 < URA_{NED0} \leq 0,15$          |
| -9  | $0,08 < URA_{NED0} \leq 0,11$          |
| -10 | $0,06 < URA_{NED0} \leq 0,08$          |
| -11 | $0,04 < URA_{NED0} \leq 0,06$          |
| -12 | $0,03 < URA_{NED0} \leq 0,04$          |
| -13 | $0,02 < URA_{NED0} \leq 0,03$          |
| -14 | $0,01 < URA_{NED0} \leq 0,02$          |
| -15 | $URA_{NED0} \leq 0,01$                 |
| -16 | Prédiction de précision non disponible |

### 3.1.1.2 DÉFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNÉES

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

#### 3.1.1.2.1 PROTOCOLES GPS POUR LES UTILISATEURS DE LA FRÉQUENCE UNIQUE L1

3.1.1.2.1.1 *Algorithme de parité.* Les algorithmes GPS de contrôle de parité sont définis au tableau B-12.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 26  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-12. Algorithmes de génération des codes de parité**

$$D_1 = d_1 \oplus D_{30}^*$$

$$D_2 = d_2 \oplus D_{30}^*$$

$$D_3 = d_3 \oplus D_{30}^*$$

• •

• •

• •

• •

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

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

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

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

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

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

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

où :

$D_1, D_2, D_3, \dots, D_{29}, D_{30}$  sont les bits transmis par le satellite ;  
 $D_{25}, \dots, D_{30}$  sont les bits de contrôle de parité ;  
 $d_1, d_2, \dots, d_{24}$  sont les bits des données source ;

$\oplus$  désigne l'opération « somme modulo 2 » ou « OU exclusif » ;

Le symbole (\*) désigne les deux derniers bits du mot précédent de la sous-trame.

3.1.1.2.1.2 *Paramètres de correction d'horloge du satellite.* Le temps système du GPS (t) est défini comme suit :

$$t = t_{sv} - (\Delta t_{sv})_{L1}$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 27  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

où :

$t$  = temps du système GPS (corrigé pour tenir compte des changements de semaine) ;

$t_{sv}$  = temps effectif de déphasage du code PRN du satellite à la transmission du message ;

$(\Delta t_{sv})_{L1}$  = déphasage du code PRN du satellite pour le signal L1 C/A;

$(\Delta t_{sv})_{L1} = \Delta t_{sv} - T_{GD}$

où :

$\Delta t_{sv} = a_{r0} + a_{r1}(t - t_{oc}) + a_{r2}(t - t_{oc})^2 + \Delta t_r$  ;

$T_{GD}$  est contenu dans la sous-trame 1 ;

$a_{r0}$ ,  $a_{r1}$ ,  $a_{r2}$  et  $t_{oc}$ , sont contenus dans la sous-trame 1

$\Delta t_r$  = correction relativiste (en secondes)

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

où :

( $e$ ,  $A$ ) sont contenus dans les sous-frames 2 et 3

$E_k$  est défini au tableau B-13

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

où :

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

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

*Note.— La valeur de  $t$  a pour but de tenir compte des changements de semaine. Si la quantité  $t - t_{oc}$  est supérieure à 302 400 s, il faut soustraire 604 800 secondes de  $t$ . Si la quantité  $t - t_{oc}$  est inférieure à -302 400 s, il faut ajouter 604 800 secondes à  $t$ .*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 28  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.1.2.1.3 *Position du satellite.* La position courante du satellite ( $X_k, Y_k, Z_k$ ) est définie dans le tableau B-13.

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

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

où

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

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

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

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

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

$$\phi_m = \phi_i + 0,064 \cos(\lambda_i - 1,617) \text{ (demi-cercles)}$$

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

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

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

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

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

$E$  = angle de site du satellite

3.1.1.2.1.4.1 Voici les termes permettant de calculer le retard ionosphérique :

a) Termes transmis par le satellite



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 29  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$\alpha_n$  = coefficients de l'équation du troisième degré donnant la composante verticale du retard (4 coefficients = 8 bits chacun) tirés de la page 18 de la sous-trame 4.

$\beta_n$  = coefficients de l'équation du troisième degré donnant la période du modèle (4 coefficients = 8 bits chacun) tirés de la page 18 de la sous-trame 4.

b) Termes générés par le récepteur

$E$  = angle de site entre l'utilisateur et le satellite (en demi-cercles)

$A$  = angle d'azimut entre l'utilisateur et le satellite, mesuré dans le sens des aiguilles d'une montre à partir du nord vrai (en demi-cercles)

$\varphi_u$  = latitude géodésique de l'utilisateur (en demi-cercles) selon le WGS-84

$\lambda_u$  = longitude géodésique de l'utilisateur (en demi-cercles) selon le WGS-84

Temps GPS = temps système calculé par le récepteur

c) Termes calculés

$x$  = phase (radians)

$F$  = facteur d'obliquité (sans dimension)

$t$  = heure locale (en secondes)

$\varphi_m$  = latitude géomagnétique de la projection à la surface de la Terre du point d'intersection ionosphérique (pour une hauteur ionosphérique moyenne de 350 km) (en demi-cercles)

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

$\varphi_i$  = latitude géomagnétique de la projection à la surface de la Terre du point d'intersection ionosphérique (en demi-cercles)

$\psi$  = angle au centre de la Terre entre la position de l'utilisateur et la projection à la surface de la Terre du point d'intersection ionosphérique (en demi-cercles)

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 30  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$$A = \sqrt{\frac{a}{\mu}}$$

Demi-grand axe

$$n_0 = \frac{2\pi}{3}$$

Déplacement moyen calculé A

$$t_k = t - t_{oe}$$

Temps écoulé depuis l'impulsion de référence des éphémérides\*

$$n = n_0 + \Delta n$$

Déplacement moyen corrigé

$$M_k = M_0 + n t_k$$

Anomalie moyenne

$$M_k = E_k - e \sin E_k$$

Formule de Kepler donnant l'anomalie excentrique (peut être résolue par itération) k

$$v^k = \tan^{-1} \left( \frac{\sin E^k}{1 - e \cos E^k} \right)$$

Anomalie réelle

$$v = \tan^{-1} \left( \frac{\cos v_k}{\cos v} \right)$$

$$E_k = \cos^{-1} \left( \frac{\cos v_k - e}{1 - e \cos v_k} \right)$$

Anomalie excentrique 1 + e cos v<sub>k</sub>

$$\varphi_k = v_k + \omega$$

Latitude

### Perturbations de deuxième harmonique

$$\delta u_k = C_{us} \sin 2\varphi_k + C_{uc} \cos 2\varphi_k$$

Correction en latitude

$$\delta r_k = C_{rc} \sin 2\varphi_k + C_{rs} \sin 2\varphi_k$$

Correction en rayon δi<sub>k</sub>

$$= C_{ic} \cos 2\varphi_k + C_{is} \sin 2\varphi_k$$

Correction d'inclinaison

$$u_k = \varphi_k + \delta u_k$$

Latitude corrigée

$$r_k = A (1 - e \cos E_k) + \delta r_k$$

Rayon corrigé i<sub>k</sub> =

$$i_0 + \delta i_k + (iDOT)t_k$$

Inclinaison corrigée x'<sub>k</sub> =

$$r_k \cos u_k$$

Positions dans le plan orbital y'<sub>k</sub> = r<sub>k</sub> sin u<sub>k</sub>



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 31  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$\Omega_k = \Omega_0 + \Omega' - \Omega_e t_k - \Omega' e t_{oe}$  Longitude corrigée du nœud ascendant  $x_k =$

$x'_k \cos \Omega_k - y'_k \cos i_k \sin \Omega_k$

$y_k = x'_k \sin \Omega_k - y'_k \cos i_k \cos \Omega_k$  Coordonnées géocentriques à axes fixes

$z_k = y'_k \sin i_k$

\*  $t$  est le temps système GPS au moment de l'émission, corrigé pour le temps de propagation (distance/vitesse de la lumière). De plus,  $t_k$  est l'écart total entre le temps  $t$  et l'instant de l'impulsion  $t_{oe}$ , avec prise en compte des changements de semaine (si  $t_k$  est supérieur à 302 400 secondes, lui soustraire 604 800 secondes ; si  $t_k$  est inférieur à -302 400 secondes, lui ajouter 604 800 secondes).

#### 3.1.1.2.2 PROTOCOLES GPS POUR LES UTILISATEURS DE LA FRÉQUENCE UNIQUE (L5) ET DE LA DOUBLE FRÉQUENCE (L1/L5)

3.1.1.2.2.1 *Algorithme de parité.* Le CRC appliqué à la CNAV sera calculé vers l'aval en utilisant 0 comme valeur initiale. La séquence de 24 bits ( $p_1, p_2, \dots, p_{24}$ ) sera 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. Le temps système

GPS  $t$  est calculé comme suit :

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

où  $\Delta t_{sv}$  est calculé au moyen des équations définies au § 3.1.1.2.1.2 et des paramètres tirés des types de messages CNAV 10 et 11 (pour la correction relativiste) et 30 à 37.

*Note.*— Des conditions supplémentaires s'appliquent à la correction d'horloge du satellite pour les utilisateurs de la fréquence unique L5. Le § 3.1.1.2.2.5 montre le déphasage du code PRN du satellite pour les utilisateurs des monofréquences L5 I5 et L5 Q5, et  $t = t_{sv} - (\Delta t_{sv})_{L5I5}$  ou  $t = t_{sv} - (\Delta t_{sv})_{L5Q5}$ .





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 32  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.1.2.2.3 *Position du satellite*. La position courante du satellite ( $X_k, Y_k, Z_k$ ) sera calculée comme indiqué dans le tableau B-14.

*Note.*— Les paramètres d'éphémérides  $t_{oe}, \Delta A, A', \Delta n_0, \Delta \dot{n}_0, M_{0-n}, e_n, \omega_n, \Omega_{0-n}, \Delta \Omega, i_{0-n}, \dot{i}_{0-n}, C_{is-n}, C_{ic-n}, C_{rs-n}, C_{rc-n}, C_{us-n}$ , 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 sera 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).

$$IIAAUUUUAA = (IIAAUUUUAA_{NNNN} aaaaaaaaéee)^2 + IIAUUUUAA^2_{NNNNN}$$

3.1.1.2.2.4.2 *Estimation de la précision dépendante de l'angle de site (ED)*. Une valeur de l'IAURA ajustée en fonction de l'ED (en mètres) sera calculée à partir de la limite supérieure de l'URA<sub>ED</sub> obtenue à partir du message de type 10, tableau B-10, et de l'équation :

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

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) sera 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

et

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

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-11.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 33  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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, sera calculé comme suit :

$$(\Delta aSSSS)_{LL5I5} = \Delta aSSSS - TTGGNN + IIIIILL5I5$$

3.1.1.2.2.5.2 Pour l'utilisateur de la fréquence unique L5 Q5, le temps d'horloge du satellite, corrigé pour tenir compte du biais entre signaux L1/L5, sera calculé comme suit :

$$(\Delta aSSSS)_{LL5QQ5} = \Delta aSSSS - TTGGNN + IIIIILL5QQ5$$

*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 sera 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) sera calculée comme suit :

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

où

|                  |   |                                                                                                       |
|------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PR               | = | pseudodistance corrigée pour tenir compte des effets ionosphériques,                                  |
| PR <sub>i</sub>  | = | pseudodistance mesurée sur le canal indiqué par l'indice,                                             |
| ISC <sub>i</sub> | = | correction entre signaux pour le canal indiqué par l'indice, fournie dans le message CNAV de type 30, |
| T <sub>GD</sub>  | = | correction entre signaux L1 P(Y) et L2 P(Y), fournie dans le message CNAV de type 30,                 |
| c                | = | vitesse de la lumière, et                                                                             |
| $\gamma_{15}$    | = | $(f_{L1}/f_{L5})^2 = (1\,575,42/1\,176,45)^2 = (154/115)^2$ .                                         |

**Tableau B-14. Éléments des systèmes de coordonnées pour les données CNAV sur L5**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 34  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                                                                                                                                                        |                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| $t_k = t - t_{oe}$                                                                                                                                                                     | 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                                                                   |
| $\bar{\mu}$                                                                                                                                                                            | Mouvement moyen calculé                                                          |
| $n_0 = \sqrt[3]{A_0}$                                                                                                                                                                  |                                                                                  |
| $\Delta n_A = \Delta n_0 + 12 \Delta \dot{n}_0 t_k$                                                                                                                                    | Différence entre le mouvement moyen et la valeur calculée                        |
| $n_A = n_0 + \Delta n_A$                                                                                                                                                               | Mouvement moyen corrigé                                                          |
| $M_k = M_0 + n_A t_k$                                                                                                                                                                  | Anomalie moyenne                                                                 |
| $M_k = E_k - e_n \sin E_k$                                                                                                                                                             | Équation de Kepler pour l'anomalie excentrique (peut être résolue par itération) |
| $v_k = \tan^{-1} \frac{\sin E_k}{\cos E_k - e} = \tan^{-1} \frac{\sqrt{1-e^2} \sin E_k}{\cos E_k - e} = \tan^{-1} \frac{v_k \sin E_k - E_k / (1 - e \cos E_k)}{-e / (1 - e \cos E_k)}$ | Anomalie vraie                                                                   |
| $\cos v_k = (\cos E_k - e) / (1 - e \cos E_k)$                                                                                                                                         |                                                                                  |
| $E_k = \cos^{-1} \frac{\cos v_k + e}{1 + e \cos v_k}$                                                                                                                                  | Anomalie excentrique                                                             |
| $\varphi_k = v_k + \omega$                                                                                                                                                             | Argument de latitude                                                             |

## **Perturbations de la deuxième harmonique**

$\delta u_k = C_{us-n} \sin 2\varphi_k + C_{uc-n} \cos 2\varphi_k$  Argument de correction de la latitude  $\delta r_k$   
 $= C_{rc-n} \sin 2\varphi_k + C_{rs-n} \cos 2\varphi_k$  Correction du rayon  $\delta i_k = C_{is-n} \sin 2\varphi_k + C_{ic-n} \cos 2\varphi_k$  Correction de l'inclinaison  
 $u_k = \varphi_k + \delta u_k$  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  $x'_k = r_k \cos u_k$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 35  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

#### Positions dans le plan orbital

$$y'_k = r_k \sin u_k$$

$$\Omega = \Omega_{REF} + \Delta\Omega$$

Angle d'ascension droite\*\*\*

$$\Omega_k = \Omega_{0-n} + \Omega' - \Omega' e t_k - \Omega' e t_{oe}$$

Longitude corrigée du nœud ascendant  $x_k = x'_k$

$$\cos \Omega_k - y'_k \cos i_k \sin \Omega_k$$

$$y_k = x'_k \sin \Omega_k - y'_k \cos i_k \cos \Omega_k$$

Coordonnées géocentriques à axes fixes  $z_k =$

$$y'_k \sin i_k$$

\*  $t$  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

$$*** (\Omega_{REF}) = -2,6 \times 10^{-9} \text{ demi-cercles/seconde}$$

3.1.1.2.7.2 La pseudodistance sans le retard ionosphérique pour l'utilisateur de la double fréquence (L1 C/A et L5 Q5) sera 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

$PR$ ,  $PR_i$ ,  $ISC_i$ ,  $TGD$ ,  $c$  et  $\gamma_{15}$  sont tels que définis ci-dessus.

#### 3.1.1.3 ÉLÉMENTS D'AÉRONEF

##### 3.1.1.3.1 RÉCEPTEUR GPS

###### 3.1.1.3.1.1 Réserve.

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

3.1.1.3.1.3 *Décalage Doppler.* Le récepteur sera en mesure de compenser les effets dynamiques du décalage Doppler sur la phase de la porteuse SPS et le code C/A. Le décalage à compenser est celui qui est propre à l'application envisagée.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 36  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.1.3.1.4 *Protection contre le brouillage.* Le récepteur répondra aux exigences du chapitre 3, § 3.7, relatives à la protection contre le brouillage.

3.1.1.3.1.5 *Application des données d'horloge et des éphémérides.* Le récepteur s'assure qu'il utilise les bonnes éphémérides et données d'horloge avant de fournir quelque position que ce soit. Pour les données LNAV, il surveillera les termes IODC (identification des données d'horloge) et IODE (identification des éphémérides) afin d'en déceler les éventuelles modifications et de mettre à jour, au besoin, les données correspondantes. Pour les données CNAV, le récepteur surveillera les valeurs  $t_{oe}$ ,  $t_{oc}$  et  $t_{op}$  et actualisera les données d'horloge et des éphémérides en fonction de tout changement détecté dans l'une de ces valeurs.

#### 3.1.1.4 TEMPS

Le temps GPS sera ramené au temps UTC de l'U.S. Naval Observatory (USNO), et plus précisément au temps origine suivant : minuit dans la nuit du 5 au 6 janvier 1980. L'unité de temps GPS la plus grande sera la semaine, équivalant à 604 800 secondes. L'échelle de temps GPS sera maintenue à moins d'une microseconde du temps UTC (modulo une seconde) après correction découlant du nombre entier de secondes intercalaires. Le signal de navigation contiendra les données permettant de faire correspondre le temps GPS avec le temps UTC.

#### 3.1.2 Canal de précision standard (L1/L3) du système mondial de satellite de navigation (GLONASS)

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

##### 3.1.2.1 ÉLÉMENTS NON EMBARQUÉS

###### 3.1.2.1.1 CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES DES SIGNAUX L1OF (SERVICE OUVERT AMRF L1)

*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 ciaprès « GLONASS FDMA ICD »).*

3.1.2.1.1.1 *Fréquences porteuses.* La valeur nominale des fréquences porteuses L1 sera déduite des expressions ci-dessous :

$$f_{k1} = f_{01} + k\Delta f_1$$

où :

$k = -7, \dots, 0, 1, \dots, 6$ . Numéros des porteuses (canaux de fréquences) des signaux transmis par les satellites GLONASS dans la sous-bande L1.  $f_{01} = 1\,602\text{ MHz}$   $\Delta f_1 = 0,5625\text{ MHz}$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 37  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

Les fréquences porteuses seront dérivées de manière cohérente à partir d'un étalon de temps ou de fréquence embarqué. La valeur nominale de la fréquence observée au sol sera de 5,0 MHz. La fréquence porteuse d'un satellite GLONASS donné se situera à l'intérieur de  $\pm 2 \times 10^{-11}$  par rapport à sa valeur nominale  $f_k$ .

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

*Note 2.— Dans le cas des satellites GLONASS-M, les signaux de navigation du canal de précision standard (CSA) L2 seront émis dans la bande de fréquences 1 242,9375 – 1 251,6875 MHz  $\pm$  0,511 MHz, conformément aux expressions ci-dessous :*

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

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

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

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

3.1.2.1.1.2 *Bruit de phase de la porteuse.* La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée sera telle que toute boucle à verrouillage de phase dont la largeur de bande passante de bruit est de 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision d'au moins 0,1 radian (1 sigma).

3.1.2.1.1.3 *Génération du code pseudo-aléatoire du GLONASS.* Le code pseudo-aléatoire de mesure de distance sera une séquence de 511 bits échantillonnée à la sortie du 7<sup>e</sup> étage d'un registre à décalage de neuf étages. Le vecteur d'initialisation de cette séquence sera « 11111111 ». Le polynôme générateur mis en œuvre par le registre à décalage sera le suivant :

$$G(x) = 1 + x^5 + x^9$$

**Tableau B-15. Fréquences porteuses L1**

| Numéro de<br>porteuse | HAn<br>(voir le § 3.2.1.3.4) | Valeur nominale de la<br>fréquence dans la sous-<br>bande L1 (MHz) |
|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|-----------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------|

1 605,3750



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 38  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

---

|    |    |            |
|----|----|------------|
| 6  | 6  |            |
| 5  | 5  | 1 604,8125 |
| 4  | 4  | 1 604,2500 |
| 3  | 3  | 1 603,6875 |
| 2  | 2  | 1 603,1250 |
| 1  | 1  | 1 602,5625 |
| 0  | 0  | 1 602,0000 |
| -1 | 31 | 1 601,4375 |
| -2 | 30 | 1 600,8750 |
| -3 | 29 | 1 600,3125 |
| -4 | 28 | 1 599,7500 |
| -5 | 27 | 1 599,1875 |
| -6 | 26 | 1 598,6250 |
| -7 | 25 | 1 598,0625 |

---



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 39  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.2.1.1.4 *Rayonnement non essentiel.* La puissance du signal RF transmis à l'extérieur de la bande attribuée au GLONASS ne dépassera pas -40 dB par rapport à la puissance de la porteuse non modulée.

*Note 1.— Les satellites GLONASS mis en orbite entre 1998 et 2005 et au-delà utilisent des filtres qui limiteront les émissions hors bande au seuil de brouillage préjudiciable défini dans la Recommandation UIT-R RA.769 relative à la bande de fréquences 1 660 – 1 670 MHz.*

*Note 2.— Les satellites GLONASS mis en orbite après 2005 utilisent des filtres qui limiteront les émissions hors bande au seuil de brouillage préjudiciable défini dans la Recommandation UIT-R RA.769 relative aux bandes de fréquences 1 610,6 – 1 613,8 MHz et 1 660 – 1 670 MHz.*

3.1.2.1.1.5 *Perte de corrélation.* La perte de puissance du signal récupéré due aux imperfections de la modulation et à la distorsion ne dépassera pas 0,8 dB.

*Note.— La perte de puissance du signal est l'écart entre la puissance émise dans une largeur de bande de 1,022 MHz et la puissance du signal récupérée par un récepteur sans bruit ni pertes, et présentant une largeur de corrélation de 1 chip et une bande passante de 1,022 MHz.*

#### 3.1.2.1.2 STRUCTURE DES DONNÉES DES SIGNAUX L1OF (SERVICE OUVERT AMRF L1)

*Note.— D'autres renseignements concernant la structure des données figurent dans le document GLONASS FDMA ICD.*

3.1.2.1.2.1 *Généralités.* Le message de navigation sera transmis sous la forme d'une séquence de données numériques en code de Hamming et transformées en code relatif. Sa structure consistera en supertrames se répétant continuellement et formée de trames elles-mêmes composées de chaînes. Les frontières des chaînes, des trames et des supertrames des messages de navigation provenant des différents satellites GLONASS seront synchronisées à 2 ms près.

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

*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 aura une durée de 30 secondes et se composera de 15 chaînes. Elle contiendra toutes les données immédiates (paramètres d'éphémérides et de temps) d'un satellite particulier, ainsi qu'une partie des données non immédiates (almanach). Les trames 1 à 4 contiendront les almanachs relatifs





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 40  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

aux 20 premiers satellites (à raison de 5 satellites par trame), et la trame 5 fournira le reste pour les quatre autres satellites. L'almanach d'un satellite donné occupera deux chaînes.

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

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

1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0 1 0 0 1 0 1 1 0

Au début de la chaîne, soit pendant 1,7 s, 85 bits de données de 20 ms chacun seront transmis en format binaire. Leurs numéros iront croissant de droite à gauche. Aux bits d'information proprement dits (positions 9 à 84) s'ajouteront les bits de contrôle du code de Hamming (KX), qui occuperont les positions 1 à 8. La longueur du code de Hamming sera de 4. Les données d'une chaîne particulière seront séparées de celles de la chaîne adjacente à l'aide du repère de temps MB. Les mots de données seront enregistrés en commençant par le bit de poids fort. Le bit 85 de chaque chaîne, toujours au repos (à 0), sera transmis le premier.

3.1.2.1.2.4.1 *Chaînes 1 à 4.* Les informations contenues dans les chaînes 1 à 4 de chaque trame se rapporteront au satellite qui les transmet. Elles seront identiques dans toutes les chaînes d'une même supertrame.

3.1.2.1.2.4.2 *Chaînes 5 à 15.* Les chaînes 5 à 15 de chaque trame contiendront l'almanach GLONASS de quatre ou cinq satellites. Les informations contenues dans la 5<sup>e</sup> chaîne seront répétées d'une trame à l'autre de la supertrame.

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

#### 3.1.2.1.3 TENEUR DES DONNÉES TRANSMISES DES SIGNAUX LIOF (SERVICE OUVERT AMRF LI)

*Note.— D'autres renseignements concernant la teneur des données figurent dans le document GLONASS FDMA ICD.*

3.1.2.1.3.1 *Paramètres d'éphémérides et de temps.* Les paramètres d'éphémérides et de temps se présenteront comme suit :

M = numéro de la chaîne à l'intérieur de la trame ;

$t_k$  = temps écoulé pendant la journée considérée jusqu'au début de la trame. Ce paramètre est calculé par rapport à l'échelle de temps du satellite. Le nombre entier d'heures écoulées depuis le début du jour courant est donné par les 5 bits de poids fort. Les 6 bits suivants indiquent le nombre entier de minutes écoulées depuis le début de



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 41  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

l'heure courante. Le nombre d'intervalles de 30 secondes écoulés depuis le début de la minute courante est donné par le bit de poids faible. Le début du jour (pris par rapport à l'échelle de temps du satellite) coïncide avec le début de la supertrame ;

$t_b$  = intervalle de temps écoulé pendant la journée considérée, en temps UTC-SU + 03 heures 00 min. Les données opérationnelles transmises par la trame sont rapportées au milieu de l'intervalle de temps  $t_b$ . La durée de l'intervalle de temps (donc la valeur maximale de  $t_b$ ) dépend de l'indicateur P1 ;

$\gamma_n(t_b)$  = écart relatif entre la valeur prévue de la fréquence porteuse du satellite n et sa valeur réelle à l'instant  $t_b$  :

$$\gamma_n(t_b) = \frac{f_n(t_b) - f_{Hn}}{f_{Hn}}$$

où :

$f_n(t_b)$  = fréquence prévue d'horloge du satellite n à l'instant  $t_b$  ;

$f_{Hn}$  = valeur nominale de la fréquence d'horloge du satellite n ;

$\tau_n(t_b)$  = terme correctif de l'heure du satellite n ( $t_n$ ) par rapport à l'heure GLONASS ( $t_c$ ), à l'instant  $t_b$ , soit :  $t_b$ , i.e.  $\tau_n(t_b) = t_c(t_b) - t_n(t_b)$  ;

$x_n(t_b), y_n(t_b), z_n(t_b)$  = coordonnées PZ-90 du satellite n à l'instant  $t_b$  ;

$x_n^{\square}(t_b), y_n^{\square}(t_b), z_n^{\square}(t_b)$  = composantes du vecteur vitesse du satellite n, en coordonnées PZ-90 et à l'instant  $t_b$  ;



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 42  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$\square\square x_n(t_b)$ ,  $\square\square y_n(t_b)$ ,  $\square\square z_n(t_b)$  = composantes de l'accélération du satellite n due à l'interaction lunisolaire, en coordonnées

PZ-90 et à l'instant  $t_b$  ;

$E_n$  = « âge » des données immédiates du satellite n, soit le temps écoulé entre l'instant du calcul (au téléchargement) et l'instant  $t_b$  ;

$B_n$  = indicateur d'état (une valeur supérieure à 3 indique un dysfonctionnement du satellite) ;

$P_1$  = indicateur donnant l'intervalle de temps en minutes entre la valeur actuelle de  $t_b$  et sa valeur précédente, selon le code suivant :

$P_1$  Intervalle de temps entre les valeurs successives de  $t_b$  (en minutes)

|    |    |
|----|----|
| 0  | 0  |
| 1  | 30 |
| 10 | 45 |
| 11 | 60 |

$P_2$  = indicateur précisant si  $t_b$  est pair ou impair. La valeur 1 correspond à un intervalle de transmission de données égal à 30 minutes ( $t_b = 1, 3, 5, \dots$ ), et la valeur 0, à un intervalle de 60 minutes ( $t_b = 2, 6, 10, \dots$ ) ;

$P_3$  = indicateur donnant le nombre de satellites pour lesquels un almanach est transmis à l'intérieur d'une trame particulière. La valeur 1 signifie « 5 satellites » et la valeur 0, « 4 satellites » ;

$\Delta T_n$  = différence temporelle entre les signaux de navigation transmis par le satellite considéré dans les sous-bandes L2 et L1 :

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

où  $t_{f1}$ ,  $t_{f2}$  sont les retards introduits par l'équipement pour les sous-bandes L1 et L2 respectivement, exprimés en unités de temps.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 43  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.2.1.3.2 *Paramètres d'éphémérides et de temps.* Les paramètres d'éphémérides et de temps sont décrits au tableau B-16. Dans les mots pouvant recevoir une valeur positive ou négative, le bit de poids fort jouera le rôle de bit de signe (0 = signe +, 1 = signe -).

3.1.2.1.3.3 *Séquencement des paramètres d'éphémérides et de temps.* Les paramètres d'éphémérides et de temps seront ordonnés à l'intérieur de la trame conformément au tableau B-17.

**Tableau B-16. Paramètres d'éphémérides et de temps**

| <i>Paramètre</i>                                 | <i>Nombre<br/>de bits</i> | <i>Facteur d'échelle<br/>(LSB)</i> | <i>Plage effective</i> | <i>Unités</i>       |
|--------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------|
| m                                                | 4                         | 1                                  |                        | (sans<br>dimension) |
|                                                  | 5                         | 1                                  | 0 à 23                 | heures (h)          |
| $t_k$                                            | 6                         | 1                                  | 0 à 59                 | minutes (min)       |
|                                                  | 1                         | 30                                 | 0 ou 30                | secondes (s)        |
| $t_b$                                            | 7                         | 15                                 | 15...1 425             | min                 |
| $\gamma_n(t_b)$                                  | 11                        | 2-40                               | $\pm 2-30$             | (sans<br>dimension) |
| $\tau_n(t_b)$                                    | 22                        | 2-30                               | $\pm 2-9$              | s                   |
| $x_n(t_b), y_n(t_b), z_n(t_b)$                   | 27                        | 2-11                               | $\pm 2,7 \times 10^4$  | kilomètres (km)     |
| $\dot{x}_n(t_b), \dot{y}_n(t_b), \dot{z}_n(t_b)$ | 24                        | 2-20                               | $\pm 4,3$              | km/s                |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 44  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                     |   |      |                            |                   |
|-----------------------------------------------------|---|------|----------------------------|-------------------|
| $\ddot{x}_n(t_b), \ddot{y}_n(t_b), \ddot{z}_n(t_b)$ | 5 | 2-30 | $\pm 6,2 \times 10^{-9}$   | km/s <sup>2</sup> |
| $E_n$                                               | 5 | 1    | 0 à 31                     | jours             |
| $B_n$                                               | 3 | 1    | 0 à 7                      | (sans dimension)  |
| $P1$                                                | 2 | —    | voir le § 3.1.2.1.3.1      | —                 |
| $P2$                                                | 1 | 1    | 0 ; 1                      | (sans dimension)  |
| $P3$                                                | 1 | 1    | 0 ; 1                      | (sans dimension)  |
| $\Delta T_n$                                        | 5 | 2-30 | $\pm 13,97 \times 10^{-9}$ | s                 |

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

| <i>Paramètre</i> | <i>Nombre<br/>de bits</i> | <i>Numéro</i>                         |                                        |
|------------------|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|
|                  |                           | <i>de la chaîne<br/>dans la trame</i> | <i>Numéro du bit<br/>dans la trame</i> |
| $m$              | 4                         | 1...15                                | 81 – 84                                |
| $t_k$            | 12                        | 1                                     | 65 – 76                                |
| $t_b$            | 7                         | 2                                     | 70 – 76                                |
| $\gamma_n(t_b)$  | 11                        | 3                                     | 69 – 79                                |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 45  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|              |    |   |         |
|--------------|----|---|---------|
| $T_n(t_b)$   | 22 | 4 | 59 – 80 |
| $x_n(t_b)$   | 27 | 1 | 9 – 35  |
| $y_n(t_b)$   | 27 | 2 | 9 – 35  |
| $z_n(t_b)$   | 27 | 3 | 9 – 35  |
| $x'_n(t_b)$  | 24 | 1 | 41 – 64 |
| $y'_n(t_b)$  | 24 | 2 | 41 – 64 |
| $z'_n(t_b)$  | 24 | 3 | 41 – 64 |
| $x''_n(t_b)$ | 5  | 1 | 36 – 40 |
| $y''_n(t_b)$ | 5  | 2 | 36 – 40 |
| $z''_n(t_b)$ | 5  | 3 | 36 – 40 |
| $E_n$        | 5  | 4 | 49 – 53 |
| $B_n$        | 3  | 2 | 78 – 80 |
| P1           | 2  | 1 | 77 – 78 |
| P2           | 1  | 2 | 77      |
| P3           | 1  | 3 | 80      |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 46  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$\Delta T_n$

5

4

54 – 58

3.1.2.1.3.4 *Paramètres d'almanach.* Les paramètres d'almanach seront les suivants :

A = indice montrant la relation de ce paramètre avec l'almanach ;

MA<sub>n</sub> = indice de la modification du satellite n<sup>A</sup> ; 00 indique un satellite GLONASS, 01 un satellite GLONASS-M ;

T<sub>c</sub> = terme de conversion du temps GLONASS en temps UTC-SU. Le terme T<sub>c</sub> est fourni à l'instant du jour N<sup>A</sup> ;

N<sup>A</sup> = numéro de jour civil à l'intérieur de la période de quatre ans commençant par une année bissextile. Le terme T<sub>c</sub> et les autres données d'almanach (almanach des orbites et almanach des phases) dépendent de ce numéro de jour ;

n<sup>A</sup> = numéro de la position occupée par le satellite n dans le plan orbital ;

HA<sub>n</sub> = numéro de canal de la fréquence porteuse du satellite n<sup>A</sup> (voir tableau B-15) ;

λA<sub>n</sub> = longitude du premier nœud ascendant (au cours du jour N<sup>A</sup>) de l'orbite du satellite n<sup>A</sup>, en coordonnées PZ-90 ;

tλA<sub>n</sub> = heure de passage au premier nœud ascendant du satellite n<sup>A</sup>, au jour numéro N<sup>A</sup> ;

Δi<sup>A<sub>n</sub></sup> μ = terme de correction de la valeur moyenne de l'inclinaison du satellite n<sup>A</sup> à l'instant t<sub>λ<sup>A<sub>n</sub></sup></sub> (la valeur moyenne de l'inclinaison est de 63 degrés) ;

ΔT<sub>A<sub>n</sub></sub> = terme de correction de la valeur moyenne de la période draconique du satellite n<sup>A</sup> à l'instant t<sub>λ<sup>A<sub>n</sub></sup></sub> (la valeur moyenne de la période draconique T est de 43 200 s) ;

ΔT<sup>A<sub>n</sub></sup> = fréquence de variation de la période draconique du satellite n<sup>A</sup> ;



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 47  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$\epsilon_{An}$  = excentricité du satellite  $n^A$  à l'instant  $t_{\lambda_n}^A$  ;

$\omega_{An}$  = périégée du satellite  $n^A$  à l'instant  $t_{\lambda_n}^A$  ;

$\tau_{An}$  = valeur approximative du terme de conversion de l'heure du satellite  $n^A$  à l'heure GLONASS, à l'instant  $t_{\lambda_n}^A$  ;

$C_{An}$  = indicateur d'état général de fonctionnement du satellite  $n^A$  au moment du téléchargement de l'almanach des orbites et de celui des phases. Quand  $C_n$  est à 0, c'est que le satellite n'est pas opérationnel ; la valeur 1 indique que le satellite fonctionne normalement.

3.1.2.1.3.5 *Répartition et codage des paramètres d'almanach.* L'almanach GLONASS transmis par la supertrame sera décomposé conformément au tableau B-21. Les valeurs numériques des paramètres d'almanach seront positives ou négatives. Le bit de signe sera le bit de poids fort (0 = signe +, 1 = signe -). Les paramètres d'almanach seront codés conformément au tableau B-18.

3.1.2.1.3.6 *Séquencement des paramètres d'almanach.* Les mots contenant les données d'almanach seront ordonnés conformément au tableau B-19.

#### 3.1.2.1.4 TENEUR ET STRUCTURE DES DONNÉES SUPPLÉMENTAIRES TRANSMISES PAR LES SATELLITES GLONASS-M DANS LES SIGNAUX L1OF (SERVICE OUVERT AMRF L1)

*Note.— D'autres renseignements concernant la teneur et la structure des données figurent dans le document GLONASS FDMA ICD.*

3.1.2.1.4.1 *Lettres désignant les données supplémentaires.* En plus des données GLONASS, les satellites GLONASSM transmettront les données supplémentaires suivantes, comme il est indiqué au tableau B-20 :

$n$  — indice du satellite qui transmet le signal de navigation : il correspond au numéro de la position du satellite dans la constellation GLONASS ;

$I_n$  — indicateur d'état du satellite  $n$  : 0 indique que le satellite  $n$  est en état de fonctionner ; 1 indique un dysfonctionnement du satellite  $n$  ;

$B1$  — coefficient de détermination de  $\Delta UT1$  : il est égal à la différence entre UT1 et UTC au début de la journée ( $N^A$ ), exprimée en secondes ;

$B2$  — coefficient de détermination de  $\Delta UT1$  : il est égal au changement quotidien de la différence  $\Delta UT1$  (exprimée en secondes pour un jour solaire moyen).





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 48  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

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

où :

UT1 – temps universel par rapport au méridien moyen de Greenwich (tient compte du mouvement des pôles),

UTC-SU – temps universel coordonné de la norme nationale de la Fédération de Russie,

$$\Delta UT1 = B1 + B2 \times (N_T - N^A),$$

KP — avis de correction prochaine de UTC ( $\pm 1$  s) par seconde intercalaire comme suit :

| KP | Données de correction de seconde UTC |
|----|--------------------------------------|
|----|--------------------------------------|

- |    |                                                                                   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 00 | Pas de correction du temps UTC à la fin du trimestre en cours                     |
| 01 | Correction du temps UTC par l'addition de 1 s à la fin du trimestre en cours      |
| 11 | Correction du temps UTC par la soustraction de 1 s à la fin du trimestre en cours |

*Note.— L'échelle de temps du système GLONASS est habituellement corrigée une fois par année à minuit (00 h 00 m 00 s) conformément au préavis donné par le Bureau international de l'heure (BIH/BIPM) à la fin d'un trimestre :*

*du 31 décembre au 1<sup>er</sup> janvier – premier trimestre ;*

*du 31 mars au 1<sup>er</sup> avril – deuxième trimestre ;*

*du 30 juin au 1<sup>er</sup> juillet – troisième trimestre ;*

*du 30 septembre au 1<sup>er</sup> octobre – quatrième trimestre.*

$N_T$  — date du jour, quantième du jour d'un intervalle de quatre ans commençant le 1<sup>er</sup> janvier d'une année bissextile ;

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

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

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 49  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

P4 — indicateur signalant la présence de paramètres d'éphémérides ou de fréquence/temps mis à jour. « 1 » indique que le secteur de contrôle a chargé des paramètres d'éphémérides ou de fréquence/temps mis à jour ;

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

P — paramètre technique du secteur de contrôle indiquant le mode de fonctionnement du satellite pour les paramètres temporels ;

00 — paramètre  $T_c$  retransmis du secteur de contrôle ; paramètre  $T_{GPS}$  retransmis du secteur de contrôle ;

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

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

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

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

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

où :

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

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

$M_n^A$  — type de satellite  $n^A$  : 00 désigne un satellite GLONASS, 01 désigne un satellite GLONASS-M.

3.1.2.1.4.2 *Paramètres de données supplémentaires.* Les paramètres des données supplémentaires sont définis dans les tableaux B-18 à B-20.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 50  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.2.1.4.3 *Emplacement des données supplémentaires dans la trame de navigation GLONASS-M.*  
L'emplacement des données supplémentaires dans la trame de navigation GLONASS-M est défini dans le tableau B-20.

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

| <i>Paramètre</i> | <i>Nombre<br/>de bits</i> | <i>Facteur d'échelle<br/>(LSB)</i> | <i>Plage effective</i>        | <i>Unités</i>        |
|------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| n                | 5                         | 1                                  | 0 à 31                        | (sans dimension)     |
| I <sub>n</sub>   | 1                         | 1                                  | 0 ; 1                         | (sans dimension)     |
| B1               | 11                        | 2-10                               | ±0,9                          | seconde(s)           |
| B2               | 10                        | 2-16                               | $(-4,5...3,5) \times 10^{-3}$ | s/jour solaire moyen |
| KP               | 2                         | 1                                  | 0 à 3                         | (sans dimension)     |
| N <sub>T</sub>   | 11                        | 1                                  | 0 à 1 461                     | jours                |
| N <sub>4</sub>   | 5                         | 1                                  | 1 à 31                        | intervalle de 4 ans  |
| F <sub>T</sub>   | 4                         |                                    | voir tableau B-19             |                      |
| M                | 2                         | 1                                  | 0 à 3                         | (sans dimension)     |
| P4               | 1                         | 1                                  | 0 ; 1                         | (sans dimension)     |
| P                | 2                         | 1                                  | 00,01,10,11                   | (sans dimension)     |
| τGPS             | 22                        | 2-30                               | $\pm 1,9 \times 10^{-3}$      | s                    |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 51  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

MA<sub>n</sub>

2

1

0 à 3

(sans dimension)

**Tableau B-19. Codage du mot  $F_T$**

| <i>Valeur de <math>F_T</math></i> | <i>Précision de pseudodistance, 1 sigma<br/>(m)</i> |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 0                                 | 1                                                   |
| 1                                 | 2                                                   |
| 2                                 | 2,5                                                 |
| 3                                 | 4                                                   |
| 4                                 | 5                                                   |
| 5                                 | 7                                                   |
| 6                                 | 10                                                  |
| 7                                 | 12                                                  |
| 8                                 | 14                                                  |
| 9                                 | 16                                                  |
| 10                                | 32                                                  |
| 11                                | 64                                                  |
| 12                                | 128                                                 |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 52  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|    |              |
|----|--------------|
| 13 | 256          |
| 14 | 512          |
| 15 | non utilisée |

**Tableau B-20. Emplacement des mots de données  
supplémentaires dans le message de navigation GLONASS-M**

| <i>Mot</i>     | <i>Nombre<br/>de bits</i> | <i>Numéro de chaîne<br/>dans la supertrame</i>                                                                                                       | <i>Numéro du bit<br/>dans la chaîne</i> |
|----------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| n              | 5                         | 4, 19, 34, 49, 64                                                                                                                                    | 11 – 15                                 |
| I <sub>n</sub> | 1                         | 5, 7, 9, 11, 13, 15, 20,<br>22, 24, 26, 28, 30, 35,<br>37, 39, 41, 43, 45, 50,<br>52, 54, 56, 58, 60,<br>65, 67, 69, 71, 73, 75<br>3, 18, 33, 48, 63 | 9<br><br><br><br><br><br><br><br><br>65 |
| B1             | 11                        | 74 (dans la supertrame)                                                                                                                              | 70 – 80                                 |
| B2             | 10                        | 74 (dans la supertrame)                                                                                                                              | 60 – 69                                 |
| KP             | 2                         | 74 (dans la supertrame)                                                                                                                              | 58 – 59                                 |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 53  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                |    |                   |         |
|----------------|----|-------------------|---------|
| N <sub>T</sub> | 11 | 4, 19, 34, 49, 64 | 16 – 26 |
| N <sub>4</sub> | 5  | 5, 20, 35, 50, 65 | 32 – 36 |
| F <sub>T</sub> | 4  | 4, 19, 34, 49, 64 | 30 – 33 |
| M              | 2  | 4, 19, 34, 49, 64 | 9 – 10  |
| P <sub>4</sub> | 1  | 4, 19, 34, 49, 64 | 34      |
| P              | 2  | 3, 18, 33, 48, 63 | 66 – 67 |
| iGPS           | 22 | 5, 20, 35, 50, 65 | 10 – 31 |
| MAn            | 2  | 6, 8, 10, 12, 14  | 78 – 79 |

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

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

|   |         |
|---|---------|
| 1 | 1 à 5   |
| 2 | 6 à 10  |
| 3 | 11 à 15 |
| 4 | 16 à 20 |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 54  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

5

21 à 24

**Tableau B-22. Codage des paramètres d'almanach**

| <i>Paramètre</i>               | <i>Nombre<br/>de bits</i> | <i>Facteur d'échelle<br/>(LSB)</i> | <i>Plage effective</i> | <i>Unités</i>             |
|--------------------------------|---------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------------|
| MAn                            | 2                         | 1                                  | 0 à 3                  | (sans dimension)          |
| T <sub>c</sub>                 | 28                        | 2-27                               | ±1                     | secondes (s)              |
| NA                             | 11                        | 1                                  | 1 à 1 461              | jours                     |
| n <sup>A</sup>                 | 5                         | 1                                  | 1 à 24                 | (sans dimension)          |
| HAn                            | 5                         | 1                                  | 0 à 31                 | (sans dimension)          |
| λAn                            | 21                        | 2-20                               | ±1                     | demi-cercles              |
| tλAn                           | 21                        | 2-5                                | 0 à 44 100             | s                         |
| ΔiAn                           | 18                        | 2-20                               | ±0,067                 | demi-cercles              |
| ΔTAn                           | 22                        | 2-9                                | ±3,6 × 10 <sup>3</sup> | s/révolution              |
| ΔT <sup>·</sup> A <sub>n</sub> | 7                         | 2-14                               | ±2-8                   | s/révolution <sup>2</sup> |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 55  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                   |    |      |                          |                  |
|-------------------|----|------|--------------------------|------------------|
| $\varepsilon A_n$ | 15 | 2-20 | 0 à 0,03                 | (sans dimension) |
| $\omega A_n$      | 16 | 2-15 | $\pm 1$                  | demi-cercles     |
| $\tau A_n$        | 10 | 2-18 | $\pm 1,9 \times 10^{-3}$ | s                |
| $C A_n$           | 1  | 1    | 0 à 1                    | (sans dimension) |

**Tableau B-23. Séquencement des paramètres d'almanach à l'intérieur de la trame**

| <i>Paramètre</i> | <i>Nombre<br/>de bits</i> | <i>Numéro de la chaîne<br/>dans la trame</i> | <i>Numéro du bit<br/>dans la chaîne</i> |
|------------------|---------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| $M^A_n$          | 2                         | 6, 8, 10, 12, 14                             | 78 – 79                                 |
| $T_c$            | 28                        | 5                                            | 42 – 69                                 |
| $N^A$            | 11                        | 5                                            | 70 – 80                                 |
| $n^A$            | 5                         | 6, 8, 10, 12, 14                             | 73 – 77                                 |
| $H^A_n$          | 5                         | 7, 9, 11, 13, 15                             | 10 – 14                                 |
| $\lambda A_n$    | 21                        | 6, 8, 10, 12, 14                             | 42 – 62                                 |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 56  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                   |    |                  |         |
|-------------------|----|------------------|---------|
| $tA_n$            | 21 | 7, 9, 11, 13, 15 | 44 – 64 |
| $\Delta iA_n$     | 18 | 6, 8, 10, 12, 14 | 24 – 41 |
| $\Delta TA_n$     | 22 | 7, 9, 11, 13, 15 | 22 – 43 |
| $\Delta T^* A_n$  | 7  | 7, 9, 11, 13, 15 | 15 – 21 |
| $\varepsilon A_n$ | 15 | 6, 8, 10, 12, 14 | 9 – 23  |
| $\omega A_n$      | 16 | 7, 9, 11, 13, 15 | 65 – 80 |
| $\tau A_n$        | 10 | 6, 8, 10, 12, 14 | 63 – 72 |
| $C^A_n$           | 1  | 6, 8, 10, 12, 14 | 80      |

*Note.— Les numéros des chaînes sont indiqués pour les quatre premières trames. Les chaînes 14 et 15 de la 5<sup>e</sup> trame ne contiennent pas de paramètres d'almanach.*

#### 3.1.2.1.5 CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES DES SIGNAUX L1OC, L3OC

*Note.— D'autres renseignements concernant les caractéristiques radioélectriques des signaux dans les bandes de fréquence L1 et L3 figurent dans le document GLONASS CDMA ICD General Description of CDMA Signal System, édition 1.0, 2016 (désigné ci-dessous « GLONASS CDMA ICD General Description ») ainsi que dans les documents « GLONASS CDMA ICD L1 » et « GLONASS CDMA ICD L3 ».*

3.1.2.1.5.1 Le signal L1OC comprendra des composantes L1OCd (dite données) et L1OCp (dite pilote) de niveau de puissance égal. Ces composantes seront obtenues par multiplexage par répartition dans le temps chip par chip de deux séquences de bruit pseudo-aléatoire. Le signal L1OC sera en quadrature de phase par rapport au signal L1SC, et devancera celui-ci par  $\pi/2$ -radians, comme il est indiqué à la figure B-11A.

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 57  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.2.1.5.2 Le signal L3OC comprendra des composantes L3OCd (dite données) et L3OCp (dite pilote) de niveau de puissance égal. Ces composantes occuperont en quadrature de phase les voies I et Q, respectivement. Le signal L3OCd devancera le signal L3OCp par  $\pi/2$ -radians, comme il est indiqué à la figure B-11A.

3.1.2.1.5.3 *Bruit de phase de la porteuse.* La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée sera telle qu'une boucle à verrouillage de phase ayant une largeur de bande passante unilatérale de bruit de 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision d'au moins 0,01 radian (rms).

3.1.2.1.5.4 *Rayonnement non essentiel.* La puissance du signal RF transmis à l'extérieur de la bande attribuée au système GLONASS ne dépassera pas -40 dB par rapport à la puissance de la porteuse non modulée.

*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 dépassera pas 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 sera transmis sous la forme d'une séquence variable de chaînes, lesquelles comprendront des champs de service et de données (bits séparés ou groupes de bits comportant des paramètres spécifiques).

*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 sera la même pour tous les types de signaux. Il comprendra un préambule, un identificateur du type de chaîne, l'horodatage de début de chaîne (TS), le numéro



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 58  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

d'identification du satellite, les paramètres du signal et des bits de contrôle de redondance cyclique (CRC) pour la vérification de l'intégrité des données.

3.1.2.1.6.3 *Champs de données.* La structure du champ de données variera en fonction du type de chaîne. Tous les types de chaînes comprendront un bloc de données individuel complet, sauf pour ce qui est des données d'orbite et d'horloge qui occuperont trois types de chaînes et qui seront transmises par paquet en continu.

*Note.— La conception des messages peut évoluer en fonction des développements futurs du système GLONASS. Cette évolution peut comprendre l'ajout d'autres types de chaînes constitués de nouveaux types de données ou créés à partir de la modification de types de chaînes existants.*

#### 3.1.2.1.6.4 Caractéristiques des messages du signal L1OC

3.1.2.1.6.4.1 Le message de navigation L1OCd sera transmis à 125 bits/s. Il sera constitué de chaînes de 250 bits d'une durée de 2 s ainsi que de chaînes anormales de 125 et de 375 bits d'une durée de 1 et de 3 s, respectivement.

3.1.2.1.6.4.2 *Structure des chaînes nominales du signal L1OCd.* Chaque chaîne nominale du signal L1OCd sera constituée de champs de service de 50 bits, d'un champ de données de 184 bits et d'un champ de service CRC de 16 bits, comme il est indiqué à la figure B-11B. La transmission d'une chaîne commencera par l'émission du bit 1 (le premier bit du préambule) et se terminera par l'émission du 250<sup>e</sup> bit (dernier bit du CRC).

3.1.2.1.6.4.3 *Les paramètres des champs de service du signal L1OCd* figurent dans le tableau B-24.

**Tableau B-24. Paramètres des champs de service du signal L1OCd**

| Champ     | Nombre de bits | Bit de plus faible poids | Plage de valeurs | Unité | Description                                                                                                                                                        |
|-----------|----------------|--------------------------|------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Préambule | 12             | 1                        | 010111110001     | –     | Horodatage à valeur constante                                                                                                                                      |
| Type      | 6              | 1                        | 0 – 63           | –     | Type de chaîne transmise                                                                                                                                           |
| j         | 6              | 1                        | 0 – 63           | –     | Numéro d'identification du satellite qui transmet le message de navigation. Le numéro d'identification SV « 0 » est réservé, et ne peut être activé qu'à la fin de |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 59  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|              |   |                                                                                                            |                |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |   |                                                                                                            |                |   | l'utilisation combinée des signaux AMRC et AMRF du GLONASS.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <i>HH jj</i> | 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>ll jj</i> | 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 :<br><br>00 – aucune correction prévue ;<br><br>01 – ajout de 1 s à la durée du jour ;<br><br>10 – décision d'un avis de correction en attente ; 11 – soustraction de 1 s de la durée du jour. |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 60  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|     |    |   |                                    |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|----|---|------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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.<br><br>La combinaison de A = 1 et de KP = 11 dans la chaîne transmise indique que la chaîne suivante sera une chaîne anormale de type 1 d'une durée de 1 s. La combinaison de A = 1 et de KP = 01 dans la chaîne transmise indique que la chaîne suivante sera une chaîne anormale de type 2 d'une durée de 3 s. |
| TS  | 16 | 1 | 0 – 43199                          | 2 s | Code horodateur exprimé en intervalles de 2 s durant un jour donné dans le temps du signal L1OCd.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| CRC | 16 | 1 | Bits de contrôle du code redondant |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

3.1.2.1.6.4.4 *Chaînes anormales du signal L1OCd.* Les chaînes anormales seront de types 1 et 2. Les chaînes de type 1 serviront à indiquer les corrections par seconde intercalaire du temps du signal L1OCd lorsque la durée du jour est réduite de 1 s. Les chaînes de type 1 seront constituées de champs de service de 50 bits, d'un champ de données de 59 bits et d'un champ de service CRC de 16 bits, comme il est indiqué à la figure B-11C. Les chaînes de type 2 seront utilisées pour indiquer les corrections par seconde intercalaire du temps du signal L1OCd lorsque 1 s est ajoutée à la durée du jour. Les chaînes de type 2 seront constituées de champs de service de 50 bits, d'un champ de données de 301 bits et d'un champ de service CRC de 24 bits, comme il est indiqué à la figure B-11D.

3.1.2.1.6.4.5 *Chaînes nominales du code CRC du signal L1OCd.* Le polynôme générateur du code CRC (250,234) sera le suivant :

$$g(X) = 1 + X + X^5 + X^6 + X^8 + X^9 + X^{10} + X^{11} + X^{13} + X^{14} + X^{16}$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 61  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

Un bloc de données de 234 bits sera transmis à l'entrée du codeur (commençant avec le premier bit du préambule et finissant avec le 184<sup>e</sup> bit du champ de données). À la sortie du codeur, un bloc codé de 250 bits sera généré par l'ajout de 16 bits de contrôle.

3.1.2.1.6.4.6 *Code CRC des chaînes anormales de type 1 du signal L1OCd.* Le code CRC (125,109) sera utilisé dans les chaînes de type 1 du signal L1OCd. Il sera généré de la même façon que le code (250,234), sauf en ce qui concerne le nombre de bits transmis à l'entrée (109 au lieu de 234).

3.1.2.1.6.4.7 *Code CRC des chaînes anormales de type 2 du signal L1OCd.* Le code CRC (375,351) sera utilisé dans les chaînes de type 2 du signal L1OCd. Le polynôme générateur du code CRC (375,351) sera le suivant :

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

Un bloc de données de 351 bits sera transmis à l'entrée du codeur (commençant avec le premier bit du préambule et finissant avec le 301<sup>e</sup> bit du champ de données). À la sortie du codeur, un bloc codé de 375 bits sera généré par l'ajout de 24 bits de contrôle.

#### 3.1.2.1.6.5 Caractéristiques des messages du signal L3OC

3.1.2.1.6.5.1 Le message de navigation du signal L3OCd sera transmis à 100 bits/s. Il sera constitué de chaînes de 300 bits d'une durée de 3 s ainsi que de chaînes anormales de 200 et de 400 bits d'une durée de 2 et de 4 s, respectivement.

3.1.2.1.6.5.2 *Structure des chaînes du signal L3OCd.* Chaque chaîne nominale du signal L3OCd sera constituée de champs de service de 57 bits, d'un champ de données de 219 bits et d'un champ de service CRC de 24 bits, comme il est indiqué à la figure B-12A. La transmission d'une chaîne commencera avec l'émission du bit 1 (le premier bit du préambule) et se terminera par l'émission du bit 300 (le dernier bit du code CRC).

3.1.2.1.6.5.3 *Les paramètres des champs de service du signal L3OCd* sont indiqués dans le tableau B-25.

3.1.2.1.6.5.4 *Chaînes anormales du signal L3OCd.* Les chaînes anormales seront de types 1 et 2. Les chaînes de type 1 serviront à indiquer les corrections par seconde intercalaire du temps du signal L3OCd lorsque la durée du jour est réduite de 1 s. Les chaînes de type 1 seront constituées de champs de service de 57 bits, d'un champ de données de 119 bits et d'un champ de service CRC de 24 bits, comme il est indiqué à la figure B-12B. Les chaînes de type 2 seront utilisées pour indiquer les corrections par seconde intercalaire du temps du signal L3OCd lorsque 1 s est ajoutée à la durée du jour. Les chaînes de type 2 seront constituées de champs de service de 57 + 20 bits, d'un champ de données de 299 bits et d'un champ de service CRC de 24 bits, comme il est indiqué à la figure B-12C.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 62  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-25. Paramètres des champs de service du signal L3OCd**

| Champ     | Nombre de bits | Bit de plus faible poids                                                                           | Plage de valeurs     | Unité | Description                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Préambule | 20             | 1                                                                                                  | 00000100100101001110 | –     | Horodatage à valeur constante                                                                                                                                                                                                  |
| Type      | 6              | 1                                                                                                  | 0 – 63               | –     | Type de chaîne transmise                                                                                                                                                                                                       |
| TS        | 15             | 1                                                                                                  | 0 – 28799            | 3 s   | Code horodateur exprimé en intervalles de 3 s durant un jour donné dans le temps du signal L3OCd.                                                                                                                              |
| j         | 6              | 1                                                                                                  | 0 – 63               | –     | Numéro d'identification du satellite qui transmet le message de navigation. Le numéro d'identification SV « 0 » est réservé, et ne peut être activé qu'à la fin de l'utilisation combinée des signaux AMRC et AMRF du GLONASS. |
| HH jj     | 1              | 1                                                                                                  | 0, 1                 | –     | État du satellite transmettant le signal de navigation : en état de fonctionner (« 0 ») ou hors d'état de fonctionner (« 1 »)                                                                                                  |
| ll jj     | 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 |                      |       |                                                                                                                                                                                                                                |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 63  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|     |    |         |                                    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----|----|---------|------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |    | (« 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.<br>Les corrections UTC-SU donneront lieu à des corrections correspondantes du temps du signal L3OCd :<br><br>00 – aucune correction prévue ;<br><br>01 – ajout de 1 s à la durée du jour ; 10 – décision d'un avis de correction en attente ;<br><br>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.<br><br>La combinaison de A = 1 et de KP = 11 dans la chaîne transmise indique que la chaîne suivante sera une chaîne anormale de type 1 d'une durée de 1 s. La combinaison de A = 1 et de KP = 01 dans la chaîne transmise indique que la chaîne suivante sera une chaîne anormale de type 2 d'une durée de 3 s. |
| CRC | 24 | 1       | Bits de contrôle du code redondant |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 64  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

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

Un bloc de données de 276 bits sera transmis à l'entrée du codeur (commençant avec le premier bit du préambule et finissant avec le 219<sup>e</sup> bit du champ de données). À la sortie du codeur, un bloc codé de 300 bits sera généré par l'ajout de 24 bits de contrôle.

3.1.2.1.6.5.6 *Code CRC des chaînes anormales de type 1 du signal L3OCd.* Le code CRC (200,176) sera utilisé dans les chaînes de type 1 du signal L3OCd. Il sera généré de la même façon que le code (300,276), sauf en ce qui concerne le nombre de bits transmis à l'entrée (176 au lieu de 276).

3.1.2.1.6.5.7 *Code CRC des chaînes anormales de type 2 du signal L3OCd.* Le code CRC (400,376) sera utilisé dans les chaînes de type 2 du signal L3OCd. Il sera généré de la même façon que le code (300,276), sauf en ce qui concerne le nombre de bits transmis à l'entrée (376 au lieu de 276).

#### 3.1.2.1.7 TENEUR DES DONNÉES DES SIGNAUX L1OC, L3OC

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

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

*Note.— D'autres renseignements concernant la teneur des données comprises dans les champs de service et de données du signal L1OCd figurent dans le document GLONASS CDMA ICD L1 band.*

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

*Note.— D'autres informations concernant la teneur des données comprises dans les champs de service et de données du signal L3OCd figurent dans le document GLONASS CDMA ICD L3 band.*

3.1.2.1.7.3 *Champs  $F_E$ ,  $F_T$  relatifs aux facteurs de précision.* Les champs  $F_E$  et  $F_T$  indiqueront les erreurs de pseudodistance équivalentes ( $\sigma$ ) liées aux éphémérides et aux paramètres d'horloge du satellite transmetteur. Le tableau B-28 donne les valeurs des champs  $F_E$  et  $F_T$  et des erreurs correspondantes.

3.1.2.1.7.4 L'intervalle maximal de mise à jour des données immédiates (chaînes de types 10, 11 et 12) sera de 30 minutes. Comme les données non immédiates sont actualisées à différents intervalles, l'intervalle maximal de mise à jour de toutes les données non immédiates sera de 48 heures.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 65  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*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.*

**Tableau B-26. Teneur des données selon les types de chaînes du signal L1OCd**

| Type de chaîne | Teneur                                                                                                                                     |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10, 11, 12     | Données immédiates (éphémérides, temps, état de fonctionnement, $F_E$ , $F_T$ )                                                            |
| 20             | Almanach                                                                                                                                   |
| 25             | Paramètres de la rotation terrestre, du modèle ionosphérique et du modèle d'écart du temps UTC-SU et du temps atomique international (TAI) |
| 16             | Paramètres d'attitude du SV durant les manœuvres de virage midi/minuit                                                                     |
| 31, 32         | Paramètre du modèle dynamique à long terme                                                                                                 |
| 50             | Avis de réception du Système international de satellites pour les recherches et le sauvetage (COSPAS-SARSAT)                               |
| 60             | Messages texte                                                                                                                             |
| 0              | Chaîne réservée aux tâches technologiques. N'est pas utilisée par les récepteurs utilisateurs.                                             |
| 1              | Chaîne anormale utilisée au moment de la correction par seconde intercalaire (−1 s)                                                        |
| 2              | Chaîne anormale utilisée au moment de la correction par seconde intercalaire (+1 s)                                                        |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 66  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*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.*

**Tableau B-27. Teneur des données selon les types de chaînes du signal L3OCd**

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 67  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-28. Facteurs de précision (éphémérides et temps)**

|             |      |      |      |      |      |      |            |      |     |     |     |     |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------------|------|-----|-----|-----|-----|
| $F_E, F_T$  | -15  | -14  | -13  | -12  | -11  | -10  | -9         | -8   | -7  | -6  | -5  | -4  |
| $\sigma, m$ | 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 |      |     |     |     |     |

**3.1.2.2 DÉFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNÉES**

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

3.1.2.2.1 *Algorithme de contrôle de parité utilisé pour la vérification des données AMRF.* L'algorithme qui fait l'objet du tableau B-29 et des explications qui lui font suite permet de détecter et de corriger toute erreur affectant l'un des bits de la chaîne considérée, et de détecter (sans les corriger) les erreurs affectant deux bits ou davantage.

3.1.2.2.1.1 Chaque chaîne comprend 85 bits, les 77 de poids fort étant des bits de données ( $b_{85}, b_{84}, \dots, b_{10}, b_9$ ) et les huit autres étant les bits de contrôle du code de Hamming de longueur 4 ( $\beta_8, \beta_7, \dots, \beta_2, \beta_1$ ).

3.1.2.2.1.2 Les sommes de contrôle ( $c_1, c_2, \dots, c_7$ ) permettent de corriger les erreurs sur un bit, la somme  $c_8$  permettant de détecter les erreurs affectant un nombre pair de bits (tableau B-29). Voici comment s'effectuent la correction des erreurs sur un bit et la détection des erreurs multiples :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 68  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

a) Une chaîne est considérée comme correcte si toutes les sommes de contrôle ( $c_1, \dots, c_7$  et  $c_\Sigma$ ) sont égales à 0, ou si l'une d'elles ( $c_1, \dots, c_7$ ) seulement est égale à 1 et  $c_\Sigma$  à 1.

b) Si au moins deux sommes de contrôle ( $c_1, \dots, c_7$ ) sont égales à 1 et  $c_\Sigma$  à 1, le caractère  $b_{\text{icor}}$  est converti en son inverse comme suit :

$$i_{\text{cor}} = c_7 c_6 c_5 c_4 c_3 c_2 c_1 + 8 - K, \text{ pourvu que } i_{\text{cor}} \leq 85,$$

avec  $c_7 c_6 c_5 c_4 c_3 c_2 c_1$  un nombre binaire généré à partir des sommes de contrôle ( $c_1, \dots, c_7$ ),  $c_1$  étant le bit de poids faible et  $c_7$  celui de poids fort.  $K$  est un nombre ordinal désignant la somme de contrôle non nulle la plus significative.

Si  $i_{\text{cor}} > 85$ , c'est qu'il y a de multiples erreurs (en nombre impair) : les données doivent être rejetées.

c) Si au moins l'une des sommes de contrôle ( $c_1, \dots, c_7$ ) est égale à 1 et  $c_\Sigma$  à 0, ou si toutes les sommes de contrôle ( $c_1, \dots, c_7$ ) sont égales à 0 mais que  $c_\Sigma$  est égale à 1, c'est qu'il y a de multiples erreurs : les données doivent être rejetées.

**Tableau B-29. Algorithme de contrôle de parité**

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

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

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

$$c_1 = \beta \oplus [\sum_i b_i] \bmod 2$$

$i = 9, 10, 12, 13, 15, 17, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 47, 49, 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84.$

$$c_2 = \beta_2 \oplus [\sum_j b_j] \bmod 2$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 69  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$j = 9, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 25, 26, 29, 30, 33, 34, 36, 37, 40, 41, 44, 45, 48, 49, 52, 53, 56, 57, 60, 61, 64, 65, 67, 68, 71, 72, 75, 76, 79, 80, 83, 84.$

$$c3 = \beta3 \oplus [\sum k \text{ bk}] \bmod 2$$

$k = 10, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 23, 24, 25, 26, 31, 32, 33, 34, 38, 39, 40, 41, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 56, 57, 62, 63, 64, 65, 69, 70, 71, 72, 77, 78, 79, 80, 85.$

$$c4 = \beta4 \oplus [\sum l \text{ bl}] \bmod 2$$

$l = 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80.$

$$c5 = \beta5 \oplus [\sum m \text{ bm}] \bmod 2$$

$m = 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 81, 82, 83, 84, 85.$

$$c6 = \beta6 \oplus [\sum n \text{ bn}] \bmod 2$$

$n = 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65.$

$c7 = \beta7 \oplus [\sum p \text{ bp}] \bmod 2$        $p = 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85.$

$$c\Sigma = [\sum \beta q] \bmod 2 \oplus [\sum br] \bmod 2$$

$q = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 70  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

r = 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85.

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

3.1.2.2.2.1 Le temps système du GLONASS sera déterminé au moyen des données AMRF, selon la formule suivante :  $t_{\text{GLONASS}} = t_k + T_n(t_b) - \gamma_n(t_b) (t_k - t_b)$

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

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 71  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

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

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

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

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

où :

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

$\tau^j(t_b)$ ,  $\gamma^j(t_b)$ ,  $\beta^j(t_b)$ ,  $\tau_c(t_b)$ ,  $\dot{\tau}_c(t_b)$  sont les paramètres transmis par les signaux AMRC dans les chaînes de types 10, 11 et 12, comme il est indiqué dans le tableau B-26 et le tableau B-27.

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

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

$\tau_c$  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 sera déterminé au moyen des données AMRC, selon la formule suivante :

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

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

où :

$\tau_c(t_b)$ ,  $\dot{\tau}_c(t_b)$ , étant les paramètres transmis par les signaux AMRC dans les chaînes de types 10, 11 et 12, comme il est indiqué dans le tableau B-26 et le tableau B-27.

La quantité « 10 800 secondes » correspond à l'écart entre l'heure de Moscou et celle de Greenwich.

#### 3.1.2.2.3 POSITION DU SATELLITE





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 72  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.2.2.3.1 La position courante du centre de masse du satellite sera déterminée à l'aide des paramètres d'éphémérides contenus dans le message de navigation GLONASS, comme il est indiqué dans le tableau B-16 pour les signaux AMRF du GLONASS, dans le tableau B-26 pour les signaux L1OC et dans le tableau B-27 pour les signaux L3OC.

3.1.2.2.3.2 Le recalcul des éphémérides de l'instant  $t_b$  à l'instant  $t_i$  dans l'intervalle ( $|t_i - t_b| \leq 15$  minutes) est effectué par intégration numérique des équations différentielles qui décrivent le mouvement des satellites. Dans ces équations, les termes de droite comprennent les accélérations, déterminées à l'aide de la constante de gravitation  $\mu$ , du deuxième harmonique zonal du géopotential  $J_2^0$  qui définit l'aplatissement de la Terre aux pôles, ainsi que les accélérations dues à l'interaction lunisolaire. L'intégration dans le système de coordonnées PZ-90 (§ 3.2.5) fait appel à la méthode du 4<sup>e</sup> ordre de Runge-Kutta et met en œuvre les équations ci-après :

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

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

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

$$\frac{dV_x}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}x - \frac{3}{2}J_2^0 \frac{\mu a_e^2}{r^5}x \left(1 - \frac{5z^2}{r^2}\right) + \omega^2 x + 2\omega V_y + \ddot{x}$$

$$\frac{dV_y}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}y - \frac{3}{2}J_2^0 \frac{\mu a_e^2}{r^5}y \left(1 - \frac{5z^2}{r^2}\right) + \omega^2 y - 2\omega V_x + \ddot{y}$$

$$\frac{dV_z}{dt} = -\frac{\mu}{r^3}z - \frac{3}{2}J_2^0 \frac{\mu a_e^2}{r^5}z \left(3 - \frac{5z^2}{r^2}\right) + \ddot{z}$$

où :

- $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$  ;
- $\mu =$  constante de gravitation universelle de la Terre ( $398\,600,4418 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{s}^2$ ) ;
- $a_e =$  demi-grand axe (6 378 136 m) ;
- $J_2^0 =$  deuxième harmonique zonal du géopotential ( $1\,082\,625,75 \times 10^{-9}$ ) ;
- $\omega =$  vitesse de rotation de la Terre ( $7,2921151467 \times 10^{-5}$  radians/s).

Les coordonnées  $x_n(t_b)$ ,  $y_n(t_b)$ ,  $z_n(t_b)$ , et les composantes du vecteur vitesse  $\dot{x}_n(t_b) = V_x$ ,  $\dot{y}_n(t_b) = V_y$ ,  $\dot{z}_n(t_b) = V_z$  sont les conditions initiales pour l'intégration. Les accélérations dues à la perturbation luni-solaire  $\ddot{x}_n(t_b)$ ,  $\ddot{y}_n(t_b)$ ,  $\ddot{z}_n(t_b)$  sont constantes dans l'intervalle d'intégration  $\pm 15$  minutes.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 73  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.2.2.3.3 Le recalcul des éphémérides de l'instant  $t_b$  à l'instant  $t_i$  dans l'intervalle ( $|t_i| = |t_i - t_b| \leq 4$  heures) pour les signaux AMRC, sera effectué comme au § 3.1.2.2.3.2, sauf que ce modèle comprend des accélérations supplémentaires modélisées par un polynôme du quatrième degré pour tenir compte de l'intervalle prolongé, comme il est décrit ci-dessous :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Les coordonnées, les composantes du vecteur vitesse au temps  $t_b$ , et les accélérations perturbatrices  $\ddot{x}$ ,  $\ddot{y}$ ,  $\ddot{z}$  seront transmises dans les chaînes de types 10, 11 et 12 des signaux AMRC. Les paramètres du modèle dynamique à long terme pour les polynômes du quatrième degré, les accélérations  $aa_{xx}$ ,  $aa_{yy}$ , et  $aa_{zz}$ , seront transmis dans les chaînes de types 31 et 32 des signaux

AMRC.

#### 3.1.2.2.4 ALGORITHME DE DÉTERMINATION DE LA POSITION DU CENTRE DE PHASE DE L'ANTENNE DU SATELLITE



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 74  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.2.2.4.1 Pour assurer une grande précision des mesures de pseudodistance, l'algorithme utilisé pour le calcul de la position du centre de phase de l'antenne émettrice dans le système de coordonnées PZ-90 sera basé sur la position du centre de masse du satellite et les données transmises dans les chaînes de type 16 des signaux AMRC.

*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 sera déterminée au moyen des formules ci-après :

*Note.— D'autres renseignements concernant deux algorithmes appropriés pour le calcul de la TEC le long du trajet de propagation du signal, qui sont basés sur les données transmises dans les chaînes de type 25, figurent dans l'appendice Q du document GLONASS CDMA ICD General Description. Le premier est un algorithme universel pouvant être utilisé pour les applications terrestres et spatiales. Il est plus complexe, plus précis et a une portée d'application plus étendue. Le second algorithme est destiné uniquement aux applications terrestres. Il est plus facile à mettre en œuvre, mais entraîne des erreurs de calcul de la TEC plus importantes à des angles de site inférieurs à 30°. Les erreurs ionosphériques résiduelles du second algorithme ne dépassent pas 4 m (taux de probabilité de 0,95).*

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

où :

$f$  est la fréquence de la porteuse du signal, en GHz ;

$I_e$  est la teneur totale en électrons (TEC) le long du trajet de propagation du signal,  $1 \times 10^{16} m^{-2}$  ;

$\dot{I}_e$  est la variabilité de la TEC le long du trajet de propagation du signal,  $1 \times 10^{16} m^{-2} s^{-1}$ .

#### 3.1.2.3 ÉLÉMENTS D'AÉRONEF

##### 3.1.2.3.1 RÉCEPTEUR GLONASS

###### 3.1.2.3.1.1 Réservé.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

## TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 75  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

3.1.2.3.1.3 *Décalage Doppler*. Le récepteur sera en mesure de compenser les effets dynamiques du décalage Doppler sur la phase de la porteuse et le code normalisé GLONASS. Le décalage à compenser est celui qui est propre à l'application envisagée.

3.1.2.3.1.4 *Protection contre le brouillage*. Le récepteur répondra aux spécifications du § 3.7 relatives à la protection contre le brouillage.

3.1.2.3.1.4.1 *Brouillage à l'intérieur du système*. Lors de la réception d'un signal de navigation AMRF dans le canal de fréquences  $k = n$ , le brouillage induit par un signal transmis dans le canal  $k = n - 1$  ou le canal  $k = n + 1$  ne doit pas dépasser  $-48$  dBc par rapport à la puissance minimale spécifiée du satellite à la surface de la Terre, à condition que les satellites émetteurs soient tous visibles par l'utilisateur.

*Note.— Le brouillage interne est dû aux propriétés du signal de mesure de distance pseudo-aléatoire en mode d'accès multiple par répartition en fréquence.*

3.1.2.3.1.4.2 Pour les signaux AMRC, le brouillage en mode d'accès multiple sera défini par les propriétés d'intercorrélation des codes de mesure de distance et dépendra du nombre de symboles élémentaires  $N$  compris dans les périodes de ces codes. La puissance du brouillage en mode d'accès multiple par rapport à la puissance du signal L1OCd ne dépassera pas  $-30$  dB. La puissance du brouillage en mode d'accès multiple par rapport à la puissance du signal L1OCp ne dépassera pas  $-36$  dB. La puissance du brouillage en mode d'accès multiple par rapport à la puissance du signal L3OC ne dépassera pas  $-40$  dB.

3.1.2.3.1.5 *Application des données d'horloge et des éphémérides*. Le récepteur s'assurera qu'il utilise les bonnes éphémérides et données d'horloge avant de fournir quelque position que ce soit.

3.1.2.3.1.6 *Correction par secondes intercalaires*. À la réception du terme de correction du temps GLONASS par secondes intercalaires (voir le § 3.1.2.1.3.1, paramètre  $t_b$ ), le récepteur GLONASS sera en mesure :

- a) de générer une série fluide et valide de mesures de pseudodistance ;
- b) de resynchroniser le repère de temps des chaînes de données sans cesser de poursuivre le signal.

3.1.2.3.1.6.1 Après correction par secondes intercalaires, le récepteur GLONASS :

- a) utilisera l'ancienne heure UTC (non corrigée) avec les anciennes éphémérides (transmises avant 00 h 00 min 00 s UTC) ;



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 76  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

*Note.— D'autres renseignements concernant les aspects particuliers du fonctionnement du récepteur pendant les corrections prévues du temps GLONASS et de l'heure de Moscou dans des situations données figurent dans l'appendice E du document GLONASS CDMA ICD General Description.*

#### 3.1.2.4 TEMPS

3.1.2.4.1 Dans les satellites GLONASS-M, le message de navigation contiendra les données nécessaires pour rapporter le temps UTC-SU à UT1. Le temps GLONASS sera maintenu à moins d'une milliseconde du temps UTC-SU après correction découlant du nombre entier d'heures lié aux caractéristiques particulières des secteurs de commande du GLONASS :

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

Les données de navigation contiendront les informations permettant de faire correspondre à 1  $\mu$ s près le temps GLONASS avec le temps UTC-SU (fourni par les services spécialisés de la Fédération de Russie).

*Note 1.— Les échelles de temps des satellites GLONASS sont régulièrement comparées au temps du synchroniseur central. Les corrections à leur apporter sont calculées au centre GLONASS de contrôle au sol et téléchargées vers les satellites deux fois par jour.*

*Note 2.— L'écart entre le temps GLONASS et le temps UTC ne comprend pas de secondes entières. L'échelle de temps du GLONASS est régulièrement ramenée à un nombre entier de secondes en même temps que sont apportées les corrections par secondes intercalaires du Bureau international de l'heure. Ces corrections sont effectuées à 00 h 00 min 00 s UTC, à la fin d'un trimestre de l'année. La correction fait se synchroniser le repère de temps du message de navigation avec les impulsions de deux secondes de l'échelle de temps UTC corrigée. Les usagers du GLONASS sont avisés des corrections programmées. Dans le cas des satellites GLONASS-M, les usagers sont avisés de ces corrections par le biais du paramètre KP du message de navigation.*

3.1.2.4.2 La précision de la synchronisation des échelles de temps des différents satellites sera de 20 ns (1 sigma) pour les satellites GLONASS et de 8 ns (1 sigma) pour les satellites GLONASS-M.

3.1.2.4.3 La correction du temps GPS par rapport au temps GLONASS (ou la différence entre ces deux échelles de temps) diffusée par les satellites GLONASS-M,  $T_{\text{GPS}}$ , ne dépassera pas 30 ns (1 sigma).

*Note.— La précision de  $T_{\text{GPS}}$  (30 ns) est déterminée par rapport au signal C/A du SPS du GPS et sera peut-être affinée à la fin des essais du système GLONASS avec les satellites GLONASS-M.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 77  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.2.4.4 L'heure du signal sera générée et mise à jour par une horloge embarquée sur la base d'un étalon de fréquence atomique, synchronisée avec le temps GLONASS et transmise dans les signaux de radionavigation.

*Note 1.— L'écart entre l'heure du signal et l'heure de l'horloge embarquée correspond à la valeur du temps de propagation de groupe. Ainsi, les paramètres de correction de l'heure du signal contenus dans les chaînes de types 10, 11 et 12 comprennent les valeurs du temps de propagation de groupe.*

*Note 2.— D'autres renseignements concernant l'heure du signal figurent dans le document GLONASS CDMA ICD General Description.*

3.1.2.4.4.1 Les données de navigation de tous les signaux AMRC du système GLONASS contiendront les paramètres estimés du modèle polynomial afin d'associer l'heure d'émission de ce signal avec le temps GLONASS ainsi que la composante pilote de ce signal avec sa composante données.

3.1.2.4.4.2 Lorsque le temps GLONASS est modifié de  $\pm 1$  s au cours des corrections prévues de l'heure UTC-SU par seconde intercalaire, la correction de l'heure d'émission des signaux de tous les satellites sera effectuée de manière simultanée par la modification de l'horodatage de la séquence d'impulsions représentant les secondes.

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

#### 3.1.2.5 SYSTÈME DE COORDONNÉES

3.1.2.5.1 *PZ-90 (paramètres de l'ellipsoïde terrestre commun et du champ gravitationnel terrestre 1990).* Les éphémérides diffusées par le GLONASS donnent la position du centre de phase de l'antenne d'émission du satellite considéré, en coordonnées PZ-90 (« Earth Parameters 1990 ») applicables à un cadre de référence géocentrique à axes fixes.

#### 3.1.2.5.2 PASSAGE DE PZ-90 À WGS-84

3.1.2.5.2.1 **Recommandation.**— *Il est recommandé d'utiliser les paramètres de conversion suivants pour dériver la position en coordonnées WGS-84 (version G1674) de la position en coordonnées PZ-90 (version PZ-90.11) :*

$$\begin{array}{cccccc}
 XX & & 1 & & 0,0097 \times 10^{-9} & 0,2036 \times 10^{-9} & XX & & 0,003 \\
 YY & = & -0,0097 \times 10^{-9} & & 1 & & 0,0921 \times 10^{-9} \times YY & + & 0,001 \\
 ZZ & WWGGSS-84- & 0,2036 \times 10^{-9} & & 0,0921 \times 10^{-9} & & 1 & & ZZ PPPP-90 & 0
 \end{array}$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 78  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note 1.— X, Y et Z sont exprimés en mètres. La différence entre les versions WGS-84 (G1674) et PZ-90 (PZ-90.11) n'est pas importante en ce qui concerne les besoins opérationnels.*

*Note 2.— Des éléments indicatifs sur la conversion entre les systèmes PZ-90 et WGS-84 figurent dans le supplément D, section 4.1.2.9.3.*

### 3.1.3 Service ouvert de Galileo (Galileo OS)

#### 3.1.3.1 ÉLÉMENTS NON EMBARQUÉS

##### 3.1.3.1.1 CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES DE GALILEO

###### 3.1.3.1.1.1 Exigences communes aux fréquences E1 et E5

3.1.3.1.1.1.1 *Bruit de phase de la porteuse.* La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée E5 et E1 sera telle qu'une boucle à verrouillage de phase de deuxième ordre ayant une largeur de bande passante de bruit de 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision de 0,04 radian en moyenne quadratique.

3.1.3.1.1.1.2 *Rayonnement non essentiel.* Dans la largeur de bande attribuée du canal, la puissance du rayonnement non essentiel dans la bande sera inférieure d'au moins 35 dB à la puissance des porteuses E1 et E5 non modulées.

3.1.3.1.1.1.3 *Perte de corrélation.* La perte de puissance du signal récupéré due aux imperfections de la modulation et à la distorsion ne dépassera pas 0,6 dB pour chaque signal (E1, E5a et E5b).

*Note.— La perte de puissance du signal est l'écart entre la puissance émise dans la bande spécifiée et la puissance du signal récupérée par un récepteur sans bruit ni pertes, et présentant une largeur de corrélation de 1 chip et la même bande passante.*

3.1.3.1.1.1.4 *Cohérence code-données.* Le bord de chaque symbole de données sera aligné avec le bord du chip de code de mesure de distance correspondant. Le début du code de mesure de distance périodique sera aligné avec le début d'un symbole de données. Le bord de chaque chip de code secondaire sera aligné avec le bord d'un chip de code primaire. Le début d'un chip de code primaire sera aligné avec le début d'un chip de code secondaire.

###### 3.1.3.1.1.2 Caractéristiques radioélectriques du signal E1

3.1.3.1.1.2.1 *Composantes du signal E1.* Le signal E1 comprendra deux composantes de signal : la composante de données de navigation E1-B avec un débit de symboles de données de navigation de 250 symboles à la seconde et la composante pilote E1-C.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 79  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.3.1.1.2.2 *Partage de la puissance du signal E1.* La puissance du signal E1 sera partagée également entre les composantes des signaux E1-B et E1-C.

3.1.3.1.1.2.3 *Code de mesure de distance de la composante E1-B ( $C_{E1-B}$ ).* Le code de mesure de distance de la composante E1-B sera un code de mesure de distance de 1,023 mégachip par seconde répété toutes les 4 millisecondes, dérivé d'un code de mesure de distance primaire de 4,092 chips.

*Note.— Des renseignements supplémentaires sur les codes de mesure de distance de la composante E1-B figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, chapitre 3 et annexe C.*

3.1.3.1.1.2.4 *Code de mesure de distance de la composante E1-C ( $C_{E1-C}$ ).* Le code de mesure de distance de la composante E1-C sera un code de mesure de distance de 1,023 mégachip par seconde répété toutes les 100 millisecondes, dérivé de l'addition modulo 2 d'un code de mesure de distance primaire de 4,092 chips et d'un code secondaire de 25 chips.

*Note.— Des renseignements supplémentaires sur les codes de mesure de distance de la composante E1-C figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, chapitre 3 et annexe C.*

3.1.3.1.1.2.5 *Génération de la composante de données E1-B.* La composante de données E1-B sera générée à partir du flux de données de navigation E1 ( $D_{E1-B}$ ) et du code de mesure de distance E1-B ( $C_{E1-B}$ ), modulé avec deux sous-porteuses CBOC en phase de 1,023 MHz et 6,138 MHz, respectivement, comme il est indiqué à la figure GAL-1.

*Note.— La composante sans sous-porteuse de la composante de données de navigation E1 – c'est-à-dire avant la modulation CBOC – est appelée  $e_{E1-B}$ . Des renseignements supplémentaires sur la génération de la composante  $e_{E1-B}$  figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 2.3.3.*

3.1.3.1.1.2.6 *Génération de la composante pilote E1-C.* La composante pilote E1-C sera générée à partir du code de mesure de distance E1-C ( $C_{E1-C}$ ) modulé avec deux sous-porteuses CBOC en opposition de phase de 1,023 MHz et de 6,138 MHz, respectivement, comme il est indiqué à la figure B-13.

*Note.— La composante sans sous-porteuse de la composante pilote E1 – c'est-à-dire avant la modulation CBOC – est appelée  $e_{E1-C}$ . Des renseignements supplémentaires sur la génération de la composante  $e_{E1-C}$  figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 2.3.3.*

3.1.3.1.1.2.7 *Modulation du signal E1.* Le signal binaire composite E1-B/C sera généré à partir de la modulation CBOC des composantes des signaux binaires,  $e_{E1-B}$  et  $e_{E1-C}$ , et des sous-porteuses, comme l'illustre la figure B-13.





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES

### RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION

### AÉRIENNE

APP : 80  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

#### 3.1.3.1.1.3 Caractéristiques radioélectriques des signaux E5a et E5b

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

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

3.1.3.1.1.3.3 *Code de mesure de distance de la composante E5a-I ( $C_{E5a-I}$ ).* Le code de mesure de distance de la composante E5a-I sera un code de mesure de distance de 10,230 mégachips par seconde répété toutes les 20 millisecondes, dérivé de l'addition modulo 2 d'un code de mesure de distance primaire de 10,230 chips et d'un code secondaire de 20 chips.

*Note.— Des renseignements supplémentaires sur les codes de mesure de distance de la composante E5a-I figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, chapitre 3 et annexe C.*

3.1.3.1.1.3.4 *Code de mesure de distance de la composante E5a-Q ( $C_{E5a-Q}$ ).* Le code de mesure de distance de la composante E5a-Q sera un code de mesure de distance de 10,230 mégachips par seconde répété toutes les 100 millisecondes, dérivé de l'addition modulo 2 d'un code de mesure de distance primaire de 10,230 chips et d'un code secondaire de 100 chips.

*Note.— Des renseignements supplémentaires sur les codes de mesure de distance de la composante E5a-Q figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, chapitre 3 et annexe C.*

3.1.3.1.1.3.5 *Génération de la composante de données E5a-I.* La composante de données E5a sera générée à partir du flux de données de navigation E5a ( $D_{E5a-I}$ ) et du code de mesure de distance E5a-I ( $C_{E5a-I}$ ).

*Note.— La composante sans sous-porteuse de la composante de données de navigation E5a – c'est-à-dire avant la modulation AltBOC – est appelée  $e_{E5a-I}$ .*

3.1.3.1.1.3.6 *Génération de la composante pilote E5a-Q.* La composante pilote E5a sera générée à partir du code de mesure de distance E5a-Q ( $C_{E5a-Q}$ ).

*Note.— La composante sans sous-porteuse de la composante pilote E5a – c'est-à-dire avant la modulation AltBOC – est appelée  $e_{E5a-Q}$ .*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 81  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.3.1.1.3.7 *Composantes du signal E5b.* Le signal E5b comprendra deux composantes de signal : la composante de données de navigation E5b-I avec un débit de symboles de données de navigation de 250 symboles à la seconde et la composante pilote E5b-Q.

3.1.3.1.1.3.8 *Partage de la puissance du signal E5b.* La puissance du signal E5b sera partagée également entre les composantes E5b-I et E5b-Q.

3.1.3.1.1.3.9 *Code de mesure de distance de la composante E5b-I ( $C_{E5b-I}$ ).* Le code de mesure de distance de la composante E5b-I sera un code de mesure de distance de 10,230 mégachips par seconde répété toutes les 4 millisecondes, dérivé de l'addition modulo 2 d'un code de mesure de distance primaire de 10,230 chips et d'un code secondaire de 4 chips.

*Note.— Des renseignements supplémentaires sur les codes de mesure de distance de la composante E5b-I figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, chapitre 3 et annexe C.*

3.1.3.1.1.3.10 *Code de mesure de distance de la composante E5b-Q ( $C_{E5b-Q}$ ).* Le code de mesure de distance de la composante E5b-Q sera un code de mesure de distance de 10,230 mégachips par seconde répété toutes les 100 millisecondes, dérivé de l'addition modulo 2 d'un code de mesure de distance primaire de 10,230 chips et d'un code secondaire de 100 chips.

*Note.— Des renseignements supplémentaires sur les codes de mesure de distance de la composante E5b-Q figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, chapitre 3 et annexe C.*

3.1.3.1.1.3.11 *Génération de la composante de données E5b.* La composante de données E5b sera générée à partir du flux de données de navigation E5b ( $D_{E5b-I}$ ) et du code de mesure de distance E5b ( $C_{E5b-I}$ ).

*Note.— La composante sans sous-porteuse de la composante de données de navigation E5b – c'est-à-dire avant la modulation AltBOC – est appelée  $e_{E5b-I}$ .*

3.1.3.1.1.3.12 *Génération de la composante pilote E5b-Q.* La composante pilote E5b sera générée à partir du code de mesure de distance ( $C_{E5b-Q}$ ).

*Note.— La composante sans sous-porteuse de la composante pilote E5b – c'est-à-dire avant la modulation AltBOC – est appelée  $e_{E5b-Q}$ .*

3.1.3.1.1.3.13 *Modulation du signal E5.* Le signal E5 à large bande sera généré par la modulation AltBOC de la sous-porteuse avec bande latérale de 15,345 MHz ( $15 \times 1,023$  MHz) avec les composantes des signaux binaires  $e_{E5a-I}$ ,  $e_{E5a-Q}$ ,  $e_{E5b-I}$  et  $e_{E5b-Q}$ , comme l'illustre la figure B-14.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 82  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note 1.— Les signaux E5a et E5b peuvent être traités indépendamment par le récepteur de l'utilisateur comme s'ils étaient deux signaux MDPQ distincts avec une fréquence porteuse de 1 176,45 MHz et 1 207,14 MHz, respectivement.*

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

#### 3.1.3.1.1.4 Attributions de codes aux satellites

**3.1.3.1.1.4.1 Attribution de code de mesure de distance primaire aux satellites.** Le numéro n de code primaire des composantes E5a-I, E5a-Q, E1-B et E1-C sera attribué au numéro n d'identification du véhicule de l'espace (SVID) (n = 1 à 36).

**3.1.3.1.1.4.2 Attribution de code de mesure de distance secondaire aux satellites.** Le code secondaire de la composante E5a-Q sera attribué selon le numéro n du SVID (n = 1 à 36). Les codes secondaires des composantes E5a-I et E1-C seront constants, quel que soit le SVID.

#### 3.1.3.1.2 STRUCTURE DES DONNÉES

*Note.— Des renseignements supplémentaires sur la structure des données figurent dans le document Galileo OS SIS ICD.*

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

**3.1.3.1.2.1.1** Le message sur E5a-I sera transmis comme une séquence de trames comme il est indiqué dans la figure B-15. La période de chaque trame durera 600 secondes. Chaque trame comprendra 12 sous-trames de 50 secondes chacune. Chaque sous-trame comprendra cinq pages de 10 secondes chacune.

**3.1.3.1.2.1.2 Structure de page.** Chaque structure de page contiendra les éléments suivants structurés selon le modèle présenté dans le tableau B-30 :

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

**Tableau B-30. Présentation de la page F/NAV**

| Sync. | Symboles F/NAV | Total (symboles) |
|-------|----------------|------------------|
| 12    | 488            | 500              |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 83  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

| Mot du message F/NAV (bits) |              |     | Queue (bits) | Total (bits) |
|-----------------------------|--------------|-----|--------------|--------------|
| Type de page                | Données nav. | CRC | 6            | 244          |
| 6                           | 208          | 24  |              |              |

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

3.1.3.1.2.1.4 *Mot du message F/NAV.* Le mot du message contiendra 244 bits comprenant un type de page de 6 bits, un champ de données de 208 bits, un CRC de 24 bits et un champ de queue de 6 bits. Le champ de queue de 6 bits sera « 000000 ».

*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 sera codé à raison de deux symboles par bit, selon un codage à convolution de longueur de contrainte 7, afin de générer 50 symboles par seconde. Le circuit logique du codeur à convolution sera conforme à la figure B-16, la sortie G1 étant active pendant la première moitié de chaque période de 40 millisecondes de bits de données, donnant 488 symboles par page où  $S_1$  est le premier symbole et  $S_{488}$ , le dernier.

3.1.3.1.2.1.6 *Procédure d'entrelacement du signal E5a-I.* Les symboles du bloc-message du signal E5a-I seront entrelacés à l'aide d'une matrice à 61 colonnes et à 8 rangées, où chaque entrée est un symbole. Les symboles du blocmessage seront écrits dans chaque colonne et classés pour l'émission, rangée par rangée, en commençant par le coin supérieur gauche de la matrice, comme il est indiqué dans le tableau B-31.

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES

### RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION

### AÉRIENNE

APP : 84  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

| Colonnes→<br>Rangées<br>↓ | 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 sera transmis comme une séquence de trames, comme il est indiqué dans la figure B-17. La période de chaque trame sera de 720 secondes. Chaque trame comprendra 24 sous-trames de 30 secondes chacune. Chaque sous-trame comprendra 15 pages nominales de 2 secondes chacune. Chaque page comprendra deux sous-pages d'une seconde chacune.

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

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

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

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

3.1.3.1.2.2.3 *Page nominale.* Une page nominale comprendra deux parties (paire et impaire) transmises séquentiellement sur la même fréquence et structurées comme l'indique le tableau B-33. La page nominale



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 85  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

comprendra 240 bits, les 120 premiers bits seront sur la page nominale paire et les 120 autres, sur la page nominale impaire.

3.1.3.1.2.2.4 *Mot de données nominal*. Le mot de données nominal de E1-B contiendra 128 bits composés d'un type de mot de 6 bits et d'un champ de données de 122 bits.

3.1.3.1.2.2.5 *Structure de la sous-page*. Chaque structure de sous-page comprendra les éléments suivants, structurés selon la présentation du tableau B-32 :

- a) 10 symboles du bloc de synchronisation ;
- b) 240 symboles entrelacés du bloc-message.

3.1.3.1.2.2.6 *Bloc de synchronisation*. Le premier élément de chaque sous-page sera une séquence de synchronisation de 10 symboles. La séquence sera « 0101100000 », avec le symbole du bloc-message émis en premier, et ajouté au début du champ de 240 symboles entrelacés du bloc message après la procédure d'entrelacement décrite au § 3.1.3.1.2.2.10.

3.1.3.1.2.2.7 *Sous-page paire*. La sous-page paire comprendra un bit indiquant quelle partie (paire ou impaire) de la sous-page est émise, un bit de type pour indiquer qu'il s'agit d'une page nominale, les 112 premiers bits du mot de données nominal et un champ de queue de 6 bits, comme l'indique le tableau B-33. Le champ de queue sera « 000000 ».

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

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

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

**Tableau B-33. Page nominale du message I/NAV avec les attributions de bits**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 86  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

| <i>Paire/impair=1</i> | <i>Type de page=0</i> | <i>Mot de données (2/2)</i> | <i>Réservé 1</i> | <i>SAR</i> | <i>Réserve</i> | <i>CRC</i> | <i>Réservé 2</i> | <i>Queue</i> | <i>Total (bits)</i> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|------------------|------------|----------------|------------|------------------|--------------|---------------------|
| 1                     | 1                     | 16                          | 40               | 22         | 2              | 24         | 8                | 6            | 120                 |

| <i>Paire/impair=0</i> | <i>Type de page=0</i> | <i>Mot de données (1/2)</i> | <i>Queue</i> | <i>Total (bits)</i> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------|---------------------|
| 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)].*

**3.1.3.1.2.2.8 Sous-page impaire.** La sous-page impaire comprendra un bit indiquant quelle partie (paire ou impaire) de la sous-page est émise, un bit de type pour indiquer qu'il s'agit d'une page nominale, les 16 derniers bits du mot de données nominal, un champ de 40 bits « réservé 1 », 22 bits pour les données de recherche et sauvetage (SAR), un champ de réserve de 2 bits, un CRC de 24 bits, un champ de 8 bits « réservé 2 », et un champ de queue de 6 bits, comme l'indique le tableau B-33. Le champ de queue sera « 000000 ».

*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.*

**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 sera codé à raison de deux symboles par bit, selon un codage à convolution de longueur de contrainte 7, afin de générer 250 symboles par seconde. Le circuit logique du codeur à convolution sera



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 87  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

conforme à la figure B-18, la sortie G1 étant active pendant la première moitié de chaque période de 8 millisecondes de bits de données, donnant 240 symboles par page où  $S_1$  est le premier symbole et  $S_{240}$ , le dernier.

3.1.3.1.2.2.10 *Procédure d'entrelacement pour le signal E1-B.* Les symboles du bloc-message du signal E1-B seront entrelacés à l'aide d'une matrice à 30 colonnes et à 8 rangées, où chaque entrée est un symbole. Les symboles du blocmessage seront écrits dans chaque colonne et classés pour l'émission, rangée par rangée, en commençant par le coin supérieur gauche de la matrice, comme il est indiqué dans le tableau B-34.

3.1.3.1.2.2.11 *Séquence de transmission des pages nominales sur E1.* Les pages seront transmises sur le signal E1-B de telle manière que chaque sous-page paire d'un mot sera transmise avant la sous-page impaire du même mot.

#### 3.1.3.1.3 TENEUR DES DONNÉES

*Note 1.— Des renseignements supplémentaires sur les paramètres et la teneur des données de navigation du service ouvert de Galileo figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, chapitres 4 et 5.*

*Note 2.— Une définition des ISM de Galileo figure dans le document Galileo OS SIS ICD*

Numéro 2.1.

3.1.3.1.3.1 La teneur des types de page du signal E5a-I (F/NAV) est décrite dans le tableau B-35.

**Tableau B-34. Matrice d'entrelacement pour E1-B**

| Colonnes→<br>Rangées<br>↓ | 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> |
| ...                       | ...            | ...             | ...             | ... | ...              | ...              |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 88  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                |                |                 |                 |     |                  |                  |
|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----|------------------|------------------|
| 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> |

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

| <i>Type de page</i>  |   | <i>Teneur de la page</i>                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Soustrame<br>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<br>(TOW)                                                                                                                                                                    |
|                      | 5 | IODa, numéro de semaine de l'almanach, temps de référence de l'almanach, almanach pour satellite $k+3(n-1)/2$ et almanach pour satellite $(k+1)+3(n-1)/2$ partie 1 ; où n est le numéro de la sous-trame                                                             |
| Soustrame<br>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                                                                                                                                                                                                                                     |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES

### RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION

### AÉRIENNE

APP : 89  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

- 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

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

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

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

3.1.3.1.3.2 La teneur des types de mot du signal E1-B (I/NAV) est décrite dans le tableau B-36.

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

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

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

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

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 90  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-36. Teneur des types de mot du signal E1-B (I/NAV)**

| Type de mot | Teneur du mot                                                                                                                                     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0           | Mot de réserve                                                                                                                                    |
| 1           | IODnav et éphémérides (1/4)                                                                                                                       |
| 2           | IODnav et éphémérides (2/4)                                                                                                                       |
| 3           | IODnav et éphémérides (3/4)                                                                                                                       |
| 4           | IODnav, SVID, éphémérides (4/4) et correction d'horloge                                                                                           |
| 5           | Correction des effets ionosphériques, BGD, SHS, GST et DVS                                                                                        |
| 6           | Conversion GST-UTC et TOW                                                                                                                         |
| 7           | IODa, almanach pour le satellite k (partie 1), temps de référence de l'almanach et numéro de semaine de l'almanach                                |
| 8           | IODa, almanach pour le satellite k (partie 2) et le satellite k+1 (partie 1)                                                                      |
| 9           | IODa, temps de référence de l'almanach, numéro de semaine de l'almanach, almanach pour le satellite k+1 (partie 2) et le satellite k+2 (partie 1) |
| 10          | IODa, almanach pour le satellite k+2 (partie 2) et les paramètres de conversion GST-GPS                                                           |
|             | 16 Paramètres d'horloge et d'éphémérides (CED) réduits*                                                                                           |
|             | 17, 18, 19, 20 Correction d'erreur directe (CED) 2 Reed Solomon pour les données d'horloge et d'éphémérides*                                      |
|             | 22 Message d'intégrité (ISM)**                                                                                                                    |
|             | *Note 1. — Les récepteurs ne sont pas tenus de traiter ce type de mot pour les applications de navigation aérienne du GNSS.                       |
|             | **Note 2. — Les ISM de Galileo sont définies dans le document Galileo OS SIS ICD Numéro 2.1 et                                                    |
|             | Contiennent des données d'intégrité prenant en charge l'ARAIM, comme décrit à la section 3.4.1.                                                   |

3.1.3.1.3.4 L'état du SIS du service ouvert de Galileo aura l'une des trois valeurs suivantes :

- SIS « en état de fonctionner » : le SIS devrait répondre aux exigences de performance minimales.
- SIS « hors d'état de fonctionner » : le SIS est hors service ou est en phase d'essai.
- SIS « marginal » : l'état du SIS ne correspond à aucun des deux états précédents.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 91  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.3.1.3.4.1 L'état du SIS sera codé dans le message de navigation au moyen de trois indicateurs d'état du SIS : l'indicateur d'état de fonctionnement du signal (SHS), l'indicateur d'état de validité des données (DVS) et l'indice de précision du SIS (SISA).

*Note.— Des renseignements supplémentaires sur la position des indicateurs d'état du SIS de Galileo dans le message de navigation figurent dans le document Galileo OS SIS ICD, § 5.1.9.3 et 5.1.12.*

3.1.3.1.3.4.2 SISA. Le SISA sera codé selon ce qui est indiqué dans le tableau B-37.

**Tableau B-37. Indice SISA**

| SISA      | Valeur de précision du SIS (m)                   |
|-----------|--------------------------------------------------|
| 0 à 49    | 0 m à 0,49 m avec une résolution de 1 cm         |
| 50 à 74   | 0,50 m à 0,98 m avec une résolution de 2 cm      |
| 75 à 99   | 1,00 m à 1,96 m avec une résolution de 4 cm      |
| 100 à 125 | 2,00 m à 6,00 m avec une résolution de 16 cm     |
| 126 à 254 | Réserve                                          |
| 255       | Pas de prédiction de précision disponible (NAPA) |

3.1.3.1.3.4.3 Le SISA sera codé selon ce qui est indiqué dans le tableau B-38.

**Tableau B-38. Paramètres du SISA**

| Paramètre | Définition | BITS | Facteur d'échelle | Unités |
|-----------|------------|------|-------------------|--------|
|-----------|------------|------|-------------------|--------|



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 92  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                |                                                            |   |       |                |
|----------------|------------------------------------------------------------|---|-------|----------------|
| SISA (E1, E5a) | Indice de précision du SIS pour la double fréquence E1-E5a | 8 | S. o. | Sans dimension |
| SISA (E1, E5b) | Indice de précision du SIS pour la double fréquence E1-E5b | 8 | S. o. | Sans dimension |

3.1.3.1.3.4.4 *État de fonctionnement du signal (SHS)*. L'indice SHS sera codé selon les valeurs figurant dans le tableau B-39.

**Tableau B-39. Indice d'état de fonctionnement du signal**

| <i>Indice SHS</i> | <i>Définition de l'état du signal</i> |
|-------------------|---------------------------------------|
| 0                 | Signal OK                             |
| 1                 | Signal hors service                   |
| 2                 | Signal sera hors service              |
| 3                 | Signal en mode essai                  |

3.1.3.1.3.4.5 *État de validité des données (DVS)*. L'indice DVS sera codé selon les valeurs figurant dans le tableau B-40.

**Tableau B-40. Indice de l'état de validité des données**

| <i>Indice de l'état<br/>de validité<br/>des données</i> | <i>Définition de l'état du signal</i> |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 0                                                       | Données de navigation valides (NDV)   |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 93  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

1 Fonctionnement sans garantie  
(WWG)

3.1.3.1.3.4.6 La mise en correspondance entre les valeurs des indicateurs d'état du SIS suivra le format de présentation du tableau B-41.

**Tableau B-41. État du SIS du service ouvert de  
Galileo par rapport aux indicateurs d'état du SIS**

| État du SIS                      | Message<br>fictif | Indicateurs du SIS |                         |                         |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                  |                   | SHS                | DVS                     | SISA                    |
| En état de<br>fonctionner        | NON               | Ok                 | NDV                     | Pas NAPA                |
| Hors d'état<br>de<br>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 »).*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 94  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.3.1.3.5 *Almanach*. Les messages F/NAV et I/NAV contiendront les données d'almanach pour une constellation comptant jusqu'à 36 satellites. Les données d'almanach seront un sous-ensemble à précision réduite des paramètres d'horloge et d'éphémérides des satellites actifs de Galileo en orbite. De même, un état de fonctionnement prévu du satellite sera fourni pour chacun de ces satellites, donnant des indications sur l'état des composantes du signal du satellite et sur l'état des données de navigation.

3.1.3.1.3.6 *Messages fictifs*. Si aucune donnée valide F/NAV ou I/NAV ne peut être transmise, le satellite transmettra alors une page fictive avec un identificateur de message de 63 dans les signaux respectifs F/NAV ou I/NAV.

*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 diffusera les paramètres de navigation en ensembles de données. Chaque ensemble de données de navigation diffusé par un satellite de Galileo sera identifié par une valeur IOD.

*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) sera unique par rapport à toute autre IODnav diffusée par le même satellite de Galileo dans les 240 minutes précédentes.

3.1.3.1.3.8 *Temps de validité des données de navigation*. Dans les opérations nominales, chaque ensemble de données de navigation sera remplacé avant qu'il expire à 4 heures par la diffusion d'un nouvel ensemble de données de message de navigation.

*Note.— La période nominale de mise à jour des éphémérides et des corrections d'horloge va de 10 minutes à trois heures.*

3.1.3.1.3.9 *Temps de la semaine (TOW) de Galileo*. Le temps de la semaine couvrira une semaine entière de 0 à 604 799 secondes et sera 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) sera composé de 12 bits, qui couvrent 4 096 semaines. Le compteur sera remis à zéro pour couvrir une période supplémentaire (modulo 4 096).



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 95  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*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 DÉFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNÉES

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

$$GG(XX) = (1 + XX)PP(XX)$$

où :

$$PP(XX) = XX^{23} + XX^{17} + XX^{13} + XX^{12} + XX^{11} + XX^9 + XX^8 + XX^7 \\ + XX^5 + XX^3 + 1$$

*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,  $M(X)$ , sera calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$MM(XX) = mm_{ii} XX^{214-ii} = mm_1 XX^{213} + mm_2 XX^{212} + \dots + mm_{213} XX + mm_{214} 1$$

$M(X)$  sera formé de l'identificateur de type de page de 6 bits du message E5a-I et du champ de données de 208 bits. L'ordre suivi sera celui dans lequel le satellite Galileo transmet les bits :  $m_1$  correspondra au premier bit transmis de l'identificateur de type de page et  $m_{214}$ , au bit 208 du champ de données.

3.1.3.2.1.2 Le champ données CRC de la page nominale du message I/NAV,  $M(X)$ , sera calculé à l'aide de l'équation :

$$MM(XX) = \sum_{1131} mm_{ee,ii+1} XX^{194-ii} + \sum_{811} mm_{ii,ii+1} XX^{81-ii} = mm_{ee,2} XX^{193} + mm_{ee,3} XX^{192} + \dots + \\ m_{ee,113} XX^{82} + mm_{ee,114} XX^{81} + mm_{ii,2} XX^{80} + mm_{ii,3} XX^{79} + \dots + mm_{ii,81} XX + mm_{ii,82}$$

$M(x)$  sera formé des champs pair (e)/impair (0), des champs de type de page, des champs de mot de données (1/2 et 2/2), du champ réservé 1, du champ SAR (sur l'E1-B seulement) et des champs de réserve. En mode nominal, le CRC sera calculé pour les sous-pages paires et impaires de la même fréquence et sera toujours transmis dans la sous-page impaire.

3.1.3.2.2 *Paramètres de correction d'horloge du satellite.* Le décalage prévu de l'instant de transmission (TOT) du signal du satellite physique par rapport au TOT du signal du satellite en GST sera calculé pour la combinaison du signal à double fréquence à l'aide de la formule suivante :

$$TOT_c(X) = TOT_m(X) - \Delta t_{sv}(X)$$

où :





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 96  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

- $(X)=(f_1, f_2)$  est la combinaison à double fréquence  $f_1$  et  $f_2$  utilisée pour le modèle d'horloge ;
- $TOT_C(X)$  est le TOT du satellite, corrigé en GST pour la combinaison de signal  $X$  ;
- $TOT_m(X)$  est le TOT du satellite physique pour la combinaison de signal  $X$  obtenue par des mesures de pseudodistance ;
- $\Delta t_{SV}(X)$  est la correction de l'heure du satellite pour la combinaison de signal  $X$  calculée au moyen des données de correction de l'heure récupérées du message de navigation, comme suit :

$$\Delta t_{SV}(X) = a_{f0}(X) + a_{f1}(X)[t - t_{0C}(X)] + a_{f2}(X)[t - t_{0C}(X)]^2 + \Delta t_r$$

où :

- $a_{f0}(X)$ ,  $a_{f1}(X)$ ,  $a_{f2}(X)$  et  $t_{0C}(X)$  sont des paramètres transmis en type de page 1 du message F/NAV, et en type de mot 4 du message I/NAV comme il est indiqué au § 3.1.3.1.3 ;
- $t_{0C}(X)$  est le temps de référence pour la correction d'horloge ;
- $t$  est le temps GST en secondes ;
- $\Delta t_r$ , exprimée en secondes, est une correction relativiste, donnée par  $\Delta t_r = F e A^{1/2} \sin(E)$  où les paramètres orbitaux ( $e$ ,  $A^{1/2}$ ) sont transmis en type de page 2 du message F/NAV et en type de mot 1 du message I/NAV, comme il est indiqué au § 3.1.3.1.3,  $E$  est l'anomalie excentrique calculée et  $F = -2\mu^{1/2}/c^2 = -4,442807309 \times 10^{-10}$  s/m<sup>1/2</sup>.

3.1.3.2.2.1 Un récepteur d'utilisateur à fréquence unique qui traite des pseudo-frames de la fréquence  $f_1$  appliquera la correction suivante à la correction d'horloge du satellite  $\Delta t_{SV}$  définie au § 3.1.3.2.2 :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 97  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

où :

$BGD(f_1, f_2)$  est le temps de propagation de groupe diffusé qui est transmis en type de page 1 du message F/NAV et en type de mot 5 du message I/NAV comme il est indiqué au § 3.1.3.1.3 et défini comme suit :

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

où :

- $f_1$  et  $f_2$  indiquent les fréquences porteuses E1 et E5a, respectivement ;
- $TR_1$  et  $TR_2$  sont les temps de propagation de groupe des signaux dont les fréquences porteuses sont respectivement  $f_1$  et  $f_2$ .

3.1.3.2.2.2 Un récepteur d'utilisateur à fréquence unique qui traite des pseudo-trames de la fréquence  $f_2$  appliquera la correction suivante à la correction d'horloge du satellite  $\Delta t_{SV}$  définie au § 3.1.3.2.2 :

$$\Delta a_{SSSS}(ff_2) = \Delta a_{SSSS}(ff_1, ff_2) - BBGGBB(ff_1, ff_2)$$

3.1.3.2.3 *Algorithme et paramètres de conversion GST-UTC*. Le temps UTC  $t_{UTC}$  sera calculé selon trois scénarios différents selon l'impulsion d'un possible ajustement de seconde intercalaire (valeur programmée future ou d'un passé récent) indiquée par le numéro du jour ( $DN$ ), le jour à la fin duquel la seconde intercalaire est effective et le numéro de la semaine ( $WN_{LSF}$ ) auquel se rapporte le  $DN$ . Le « Jour n° 1 » du  $DN$  sera le premier qui suit le changement de semaine et la donnée  $WN_{LSF}$  se composera des 8 bits qui sont une représentation binaire modulo 256 du numéro de semaine de Galileo auquel se rapporte le  $DN$ . Les trois scénarios suivants s'appliqueront :

Scénario A :

Chaque fois que le temps d'ajustement de seconde intercalaire indiqué par  $WN_{LSF}$  et  $DN$  n'est pas dans le passé (relativement au temps présent de l'utilisateur), et que le temps présent de l'utilisateur n'entre pas dans la période de temps qui commence six heures avant le temps effectif et se termine six heures après le temps effectif, le  $t_{UTC}$  sera calculé comme suit :

$$aa_{UUSCC} = (aa_{NN} - \Delta aa_{UUSCC})[\text{Modulo } 86400]$$

où :

$$\Delta aa_{UUSCC} = \Delta aa_{LLSS} + AA_0 + AA_1(aa_{NN} - aa_{0tt}604800(WWNN - WWNN_{0tt}))$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 98  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

Scénario B :

Chaque fois que le temps présent de l'utilisateur entre dans la période de temps qui commence six heures avant le temps d'ajustement de seconde intercalaire et se termine six heures après, le  $t_{UTC}$  sera calculé comme suit ( $\Delta t_{UTC}$  défini dans le scénario A) :

$$aa_{UUSCC} = WW[\text{Modulo}(86400 + \Delta aa_{LLSSL} - \Delta aa_{LLSS})]$$

où :

$$WW = (aa_{NN} - \Delta aa_{UUSCC} - 43200)[\text{Modulo } 86400] + 43200$$

Scénario C :

Chaque fois que le temps d'ajustement de seconde intercalaire est dans le « passé » (relativement à l'heure courante de l'utilisateur), et que le temps présent de l'utilisateur n'entre pas dans la période de temps qui commence six heures avant le temps d'ajustement de seconde intercalaire, et se termine six heures après, le  $t_{UTC}$  sera calculé comme suit :

$$aa_{UUSCC} = (aa_{NN} - \Delta aa_{UUSCC})[\text{Modulo } 86400]$$

où :

$$\Delta aa_{UUSCC} = \Delta aa_{LLSSL} + AA_0 + AA_1 (aa_{NN} - aa_{0tt} + 604800(WW_{NN} - WW_{NN0tt}))$$

•  $A_0, A_1, \Delta t_{LS}, t_{0t}, WN_{0t}, WN_{LSF}, DN$  et  $\Delta t_{LSF}$  sont des paramètres de conversion du temps GST à UTC transmis en type de page 4 du message F/NAV et en type de mot 6 du message INAV, comme il est indiqué au § 3.1.3.1.3 ;

- $t_E$  est le temps GST estimé par l'utilisateur grâce à son algorithme de détermination du temps GST ;
- $WN$  est le numéro de semaine auquel se rapporte le  $t_E$ .

3.1.3.2.4 *Position du satellite*. Les coordonnées géocentriques à axes fixes (ECEF) de la position du centre de phase de l'antenne du satellite au temps GST  $t$  seront calculées à l'aide des formules suivantes :

$$x = x' \cos(\Omega) - y' \cos(i) \sin(\Omega)$$

$$y = x' \sin(\Omega) + y' \cos(i) \cos(\Omega)$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 99  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$$z = y' \sin(i)$$

où :

|                                                                                                         |                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| $\Omega\Omega = \Omega\Omega_0 + \Omega\Omega - \omega\omega_{NN} aa_{kk} - \omega\omega_{NN} aa_{0ee}$ | longitude corrigée du nœud ascendant |
| $x' = r \cos u$                                                                                         | position dans le plan orbital        |
| $y' = r \sin u$                                                                                         | position dans le plan orbital        |
| $ddii$                                                                                                  | inclinaison corrigée                 |
| $ii = ii_0 + \delta\delta ii + \text{---} aa_{kk}$                                                      |                                      |
| $ddaa$                                                                                                  |                                      |
| $r = A(1 - e \cos E) + \delta r$                                                                        | rayon corrigé                        |
| $u = \Phi + \delta u$                                                                                   | latitude corrigée                    |
| $A = (A/2)^2$                                                                                           | demi-grand axe                       |
| $\delta r = C_{rs} \sin 2\Phi + C_{rc} \cos 2\Phi$                                                      | rayon corrigé                        |
| $\delta u = C_{us} \sin 2\Phi + C_{uc} \cos 2\Phi$                                                      | correction en latitude               |
| $\delta i = C_{is} \sin 2\Phi + C_{ic} \cos 2\Phi$                                                      | inclinaison corrigée                 |
| $\Phi = v + \omega$                                                                                     | latitude                             |
| $vv = aaaatt^{-1} \sin vv \cos vv$                                                                      | anomalie vraie                       |
| $\sqrt{1 - e^2} \sin EE (1 - ee \cos EE)$                                                               |                                      |
| $= aaaatt^{-1} \text{---}$                                                                              |                                      |
| $(\cos EE - ee)$                                                                                        |                                      |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 100  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$$(1 - ee \cos EE)$$

$$t_k = t - sdf t_{0e}$$

$t$  est le temps système Galileo et  $t_k$  est l'écart total réel entre le temps  $t$  et l'instant de l'impulsion  $t_{0e}$  ( $t_{0a}$  pour les almanachs) avec prise en compte des changements de semaine

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

formule de Kepler donnant l'anomalie excentrique  $E$

$$M = M_0 + nt_k$$

anomalie moyenne

$$n = n_0 + \Delta n$$

déplacement moyen corrigé

$$\frac{\mu}{\mu}$$

déplacement moyen calculé (rad/s)

$$tt_0 = AA3$$

$$M_0, \Delta n, e, A^{1/2}, \Omega_0, i_0, \omega, \Omega\dot{\Omega}, di/dt, C_{uc}, C_{us}, C_{rc}, C_{rs}, C_{ic}, C_{is}, t_{0e}$$

paramètres d'éphémérides transmis dans les types de pages 2, 3 et 4 du message F/NAV et dans les types de mot 1, 2, 3 et 4 du message I/NAV, comme indiqué au § 3.3.1.3

$$\pi = 3,1415926535898$$

rapport de la circonférence d'un cercle à son diamètre

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

constante gravitationnelle géocentrique

$$\omega_E = 7,2921151467 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$$

vitesse angulaire moyenne de la Terre



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 101  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$c = 299792458 \text{ m/s}$

vitesse de la lumière dans un vide

#### 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 ÉLÉMENTS EMBARQUÉS

##### 3.1.3.3.1 RÉCEPTEUR GALILEO

3.1.3.3.1.1 *Poursuite du satellite. Le récepteur offrira la possibilité de poursuivre en permanence au moins quatre satellites Galileo et de calculer une position à l'aide des mesures fournies par ces derniers.*

3.1.3.3.1.2 *Décalage Doppler. Le récepteur sera en mesure de compenser les effets dynamiques du décalage Doppler sur la phase de la porteuse Galileo et le code OS. Le décalage à compenser est celui qui est propre à l'application envisagée.*

3.1.3.3.1.3 *Protection contre le brouillage. Le récepteur répondra aux exigences du § 3.7, relatives à la protection contre le brouillage.*

3.1.3.3.1.4 *Application des données d'horloge et des éphémérides. Le récepteur surveillera la valeur IODnav et actualisera les éphémérides et les données d'horloge dès qu'un changement de paramètre sera détecté. Pour calculer la position et les corrections d'horloge, les récepteurs utiliseront pour chaque satellite des paramètres étiquetés IODnav correspondant à la même valeur IODnav. Ces paramètres seront extraits du plus récent ensemble de données de navigation transmis.*

*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 utilisera uniquement les éphémérides et les corrections d'horloge d'un ensemble de données de navigation pendant une période de temps n'excédant pas*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 102  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

quatre heures par rapport au temps de référence des éphémérides ( $t_{0e}$ ). Le récepteur ne se fiera pas aux critères de performance décrits dans le chapitre 3, § 3.7.3.1.3, si le  $t_{0e}$  dépasse quatre heures.

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

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

#### 3.1.3.5 SYSTÈME DE COORDONNÉES

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

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

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

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

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

#### 3.1.4.1 ÉLÉMENTS NON EMBARQUÉS

##### 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 sera telle qu'une boucle à verrouillage de phase de troisième ordre ayant une largeur de bande passante de bruit de 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision de 0,1 radian en moyenne quadratique.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 103  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

*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 sera aligné sur le bord du chip de code de mesure de distance correspondant, et l'heure du début du premier chip du code périodique de mesure de distance sera aligné sur le bit du symbole de données. Les bords de chaque chip de code secondaire seront alignés sur les bords du chip de code primaire et l'heure du début de chaque chip de code primaire sera alignée sur l'heure du début de chaque chip de code secondaire.

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

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

3.1.4.1.1.2.2 *Code de mesure de distance du signal B1I.* La vitesse du code de mesure de distance du signal B1I sera de 2,046 mégachips par seconde, et sa longueur sera de 2 046 chips. Le code de mesure de distance du signal B1I (ci-après appelé  $C_{B1I}$ ) sera un code Gold équilibré tronqué avec le dernier chip. Le code Gold sera généré au moyen de l'addition modulo 2 des séquences G1 et G2 qui sont respectivement dérivées de deux registres linéaires de 11 bits. Le générateur du  $C_{B1I}$  sera présenté dans la figure B-19.

*Note.— Des renseignements supplémentaires relatifs au code de mesure de distance du signal B1I figurent dans le document BeiDou Navigation Satellite System Signal In Space Interface Control Document, Open Service Signal B1I (version 3.0), daté de février 2019 (ci-après désigné « BDS OS B1I ICD »), section 4.3.*

#### 3.1.4.1.1.3 *Caractéristiques radioélectriques du signal B1C*

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

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

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





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES

### RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION

### AÉRIENNE

APP : 104  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

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

3.1.4.1.1.3.5 *Code de mesure de distance de la composante pilote B1C ( $C_{B1C\_pilot}$ )*. La séquence du code de mesure de distance de la composante pilote du signal B1C sera l'addition modulo 2 du code primaire d'une longueur de 10 230 chips repris toutes les 10 millisecondes et du code secondaire d'une longueur de 1 800 chips repris toutes les 18 000 millisecondes.

*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 sera générée à partir des données du message de navigation ( $D_{B1C\_data}$ ) et du code de mesure de distance ( $C_{B1C\_data}$ ) modulés par la sous-porteuse  $SC_{B1C\_data}$  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 sera générée à partir du code de mesure de distance ( $C_{B1C\_pilot}$ ) modulé par la sous-porteuse  $SC_{B1C\_pilot}$  QMBOC (6, 1, 4/33). La sous-porteuse sera composée d'une sous-porteuse BOC (1, 1) et d'une sous-porteuse BOC (6, 1) qui seront en quadrature de phase l'une avec l'autre et auront un rapport de puissance de 29:4.

*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 dépassera pas 0,6 dB pour le signal B2a.

3.1.4.1.1.4.2 *Génération du signal B2a*. Le signal B2a aura deux composantes, à savoir la composante de données B2a et la composante pilote B2a.

3.1.4.1.1.4.3 *Division de la puissance du signal B2a*. La puissance du signal B2a sera divisée en parties égales entre la composante de données B2a et la composante pilote B2a.

3.1.4.1.1.4.4 *Code de mesure de distance de la composante de données du signal B2a ( $C_{B2a\_data}$ )*. La séquence du code de mesure de distance de la composante de données du signal B2a sera l'addition modulo 2 d'un code



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 105  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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 sera l'addition modulo 2 d'un code primaire d'une longueur de 10 230 chips repris toutes les 10 millisecondes et d'un code secondaire d'une longueur de 100 chips répété toutes les 100 millisecondes.

*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 sera modulée selon la méthode BPSK (10) à partir des données des messages de navigation ( $D_{B2a\_data}$ ) et du code de mesure de distance ( $C_{B2a\_data}$ ).

3.1.4.1.1.4.7 *Génération de la composante pilote du signal B2a ( $S_{B2a\_pilot}$ )*. La composante pilote du signal B2a sera modulée selon la méthode BPSK uniquement à partir du code de mesure de distance  $C_{B2a\_pilot}(t)$ .

*Note.— Des renseignements supplémentaires relatifs à la modulation du signal B2a figurent dans le document BDS OS B2a ICD, section 4.2.*

#### 3.1.4.1.2 STRUCTURE DES DONNÉES

##### 3.1.4.1.2.1 Caractéristiques du message B1I D1

3.1.4.1.2.1.1 *Généralités*. Le message de navigation B1I diffusé par les signaux B1I des satellites en MEO et en IGSO du BDS-3 (« message de navigation D1 ») sera modulé avec le code secondaire Neuman-Hoffman (NH) de 1 kbps. Le message de navigation sera composé de supertrames, de trames et de sous-trames. La structure de la trame du message de navigation D1 sera celle qui est indiquée dans la figure B-20.

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

3.1.4.1.2.1.2 *Supertrame*. Chaque supertrame sera composée de 36 000 bits. Chaque supertrame contiendra 24 trames (24 pages).

3.1.4.1.2.1.3 *Trame*. Chaque trame contiendra 1 500 bits. Chaque trame sera composée de 5 sous-trames.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 106  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

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

*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 comprendront un préambule composé de la séquence de bits « 11100010010 ».

3.1.4.1.2.1.7 *Identification de la sous-trame*. Les bits 16 à 18 de chaque sous-trame contiendront l'identification de la sous-trame, codée comme suit :

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

3.1.4.1.2.1.8 *Secondes de la semaine (SOW)*. Les bits 19 à 26 et les bits 31 à 42 de chaque sous-trame du message de navigation D1 contiendront les secondes de la semaine (SOW) de 20 bits définies comme étant le nombre de secondes écoulées depuis le dernier dimanche, à 00:00:00 BDT. Le décompte des SOW aura lieu au bord avant de la première impulsion du préambule (MSB) de la sous-trame.

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

#### 3.1.4.1.2.2 *Caractéristiques du message B1C*

3.1.4.1.2.2.1 *Généralités*. Le message de navigation B1C (message de navigation B-CNAV1) sera transmis comme une séquence de trames. Chaque trame contiendra 1 800 symboles avec un débit de 100 symboles par



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 107  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

seconde. Chaque trame comprendra trois sous-frames dans la structure de base de la trame indiquée dans la figure B-21.

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

*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 contiendra 600 bits avant le code de contrôle de parité à faible densité (LDPC). Les 576 bits de poids fort (MSB) de la sous-trame 2 seront pris en compte dans le calcul du CRC, et les 24 bits de poids faible (LSB) seront les bits de CRC correspondants. Après le code LDPC 64-aire (200, 100), sa longueur sera de 1 200 symboles

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

*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.*

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

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 108  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.4.1.2.3.2 *Structure de la trame.* Chaque trame sera composée d'un préambule de 24 symboles et d'un message de navigation de 288 bits avant le codage de correction d'erreurs. Après codage par LDPC 64-aire (96,48), sa longueur sera de 1 200 symboles.

*Note.— Des renseignements supplémentaires relatifs au codage LDPC 64-aire (96,48) figurent dans le document BDS OS B2a ICD, section 6.2.2.*

3.1.4.1.2.3.2.1 *Préambule.* Chaque trame comprendra un préambule consistant en la séquence de bits « 111000100100110111101000 ».

3.1.4.1.2.3.2.2 *Message de navigation.* Chaque trame comprendra 288 bits avant le code LDPC, notamment le code PRN de 6 bits, le type de message de 6 bits, le SOW de 18 bits, les données de message de 234 bits et le CRC de 24 bits. Le PRN, le type de message, le SOW et les données de message seront pris en compte dans le calcul du CRC. Après le codage LDPC 64-aire (96,48), la longueur de la trame sera de 576 symboles.

#### 3.1.4.1.3 TENEUR DES DONNÉES

*Note.— Une description complète de la teneur des données des mots transmis figure dans les documents BDS OS B1I, BDS OS B1I I CD et BDS OS B2a ICD.*

##### 3.1.4.1.3.1 Teneur des données B1I

3.1.4.1.3.1.1 Les données de navigation B1I D1 contiendront les informations fournies dans le tableau B-42.

*Note.— Des renseignements supplémentaires relatifs à la teneur des données B1I D1 et à l'application des données figurent dans le document BDS OS B1I ICD, section 5.2.4.*

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 contiendront l'URAI. L'URAI se situera entre 0 et 15. La précision de distance pour l'utilisateur (URA) servira à décrire la précision du signal électromagnétique (SISA) en mètres. La relation entre l'URAI et l'URA est présentée dans le tableau B-43.

*Note.— Des renseignements supplémentaires sur l'URAI figurent dans le document BDS OS B1I ICD, sections 5.2.4.5 et 5.2.3, figure 5-8.*

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

| Numéro de sous-trame | Numéro de page | Teneur des données |
|----------------------|----------------|--------------------|
|----------------------|----------------|--------------------|



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 109  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|   |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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) ( $t_{oe}$ , $\omega$ , $\Omega_0$ , $\Omega$ , $i_0$ , IDOT, $C_{ic}$ , $C_{is}$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4 | 1 à 24     | Numéro de page, paramètres d'almanach ( $t_{oa}$ , $\sqrt{A}$ , $e$ , $\omega$ , $M_0$ , $\Omega_0$ , $\Omega$ , $\delta_i$ , $a_0$ , $a_1$ , AmEplD)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 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 ( $A_{0UTC}$ , $A_{1UTC}$ , $\Delta t_{LS}$ , $\Delta t_{LSF}$ , $WNLSF$ , DN)                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5 | 11 à 23    | Numéro de page, paramètres d'almanach ( $t_{oa}$ , $\sqrt{A}$ , $e$ , $\omega$ , $M_0$ , $\Omega_0$ , $\Omega$ , $\delta_i$ , $a_0$ , $a_1$ , AmID)                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5 | 24         | Numéro de page, informations sur l'état de 14 satellites ( $Hea_i$ , $i=31-43$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 110  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.4.1.3.1.3 *Indicateur autonome d'état du satellite (SatH1)*. Le bit 43 de la sous-trame 1 du message D1 fournira le SatH1. Une valeur de « 0 » indiquera que le satellite émetteur est en état de fonctionner et une valeur de « 1 » indiquera que le satellite émetteur est hors d'état de fonctionner.

*Note.— Des renseignements supplémentaires relatifs au SatH1 figurent dans le document BDS OS B1I ICD, sections 5.2.4.6 et 5.2.3, figure 5-8.*

3.1.4.1.3.1.4 Le paramètre de correction d'horloge du satellite  $t_{oc}$  sera transmis dans le message de navigation D1. La valeur du  $t_{oc}$  augmente de façon monotone au fil de la semaine et changera si l'un des paramètres de l'horloge change.

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

**Tableau B-43. Relation entre l'URAI et l'URA**

| Code | URAI | Gamme d'URA (m, $1\sigma$ )      |
|------|------|----------------------------------|
| 0000 | 0    | $0,00 < URA \leq 2,40$           |
| 0001 | 1    | $2,40 < URA \leq 3,40$           |
| 0010 | 2    | $3,40 < URA \leq 4,85$           |
| 0011 | 3    | $4,85 < URA \leq 6,85$           |
| 0100 | 4    | $6,85 < URA \leq 9,65$           |
| 0101 | 5    | $9,65 < URA \leq 13,65$          |
| 0110 | 6    | $13,65 < URA \leq 24,00$         |
| 0111 | 7    | $24,00 < URA \leq 48,00$         |
| 1000 | 8    | $48,00 < URA \leq 96,00$         |
| 1001 | 9    | $96,00 < URA \leq 192,00$        |
| 1010 | 10   | $192,00 < URA \leq 384,00$       |
| 1011 | 11   | $384,00 < URA \leq 768,00$       |
| 1100 | 12   | $768,00 < URA \leq 1\,536,00$    |
| 1101 | 13   | $1\,536,00 < URA \leq 3\,072,00$ |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 111  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

1110

14

3 072,00 < URA ≤ 6 144,00

1111

15

URA > 6 144,00

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

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

3.1.4.1.3.1.6 *Numéro de page (Pnum).* La sous-trame 4 et la sous-trame 5 auront 24 pages qui seront identifiées grâce aux numéros de page (Pnum) contenus dans les bits 44 à 50 des sous-trames.

3.1.4.1.3.1.7 *Identification d'almanachs étendus (AmEplD).* Les bits 291 à 292 des pages 1 à 24 de la sous-trame 4 et des pages 1 à 6 de la sous-trame 5 contiennent des AmEplD. Une valeur binaire d'AmEplD de « 11 » indiquera que les pages 11 à 23 de la sous-trame 5 sont utilisées pour diffuser les paramètres d'almanach pour SV ID 31 à 63, et la page 24 de la sous-trame 5 est utilisée pour diffuser l'information sur l'état des satellites pour SV ID 31 à 63. Autrement, les pages 11 à 24 de la sous-trame 5 seront réservées.

3.1.4.1.3.1.8 *Identification de la diffusion à temps partagé (AmID).* Les bits 291 et 292 des pages 11 à 23 de la sous-trame 5 et les bits 216 et 217 de la page 24 de la sous-trame 5 fourniront l'AmID. L'AmID sera utilisée en combinaison avec l'AmEplD et le numéro de page (Pnum) pour indiquer le PRN du satellite qui transmet les paramètres d'almanach dans le Pnum. L'AmID sera utilisée uniquement lorsque l'AmEplD a une valeur binaire de « 11 ». Le régime de diffusion des paramètres de l'almanach des SV ID 31 à 63 est présenté dans le tableau B-44.

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

| <i>AmEplD</i> | <i>AmID</i> | <i>Pnum</i> | <i>PRN</i> |
|---------------|-------------|-------------|------------|
|               | 01          | 11 – 23     | 31 – 43    |
|               | 10          | 11 – 23     | 44 – 56    |
| 11            | 11          | 11 – 17     | 57 – 63    |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 112  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

18 – 23

Réservé

00

11 – 23

Réservé

**3.1.4.1.3.2 Teneur des données des signaux B1C et B2a**

3.1.4.1.3.2.1 Les données B-CNAV1 transmises par le signal B1C contiendront les informations qui figurent dans le tableau B-45. Les données B-CNAV2 transmises sur le signal B2a contiendront les types de message et les données indiqués dans le tableau B-46.

*Note 1.— Des informations supplémentaires sur la teneur des données B-CNAV1 et l'application des données figurent dans le document BDS OS B1C ICD, section 7.*

*Note 2.— Des renseignements supplémentaires sur la teneur des données B-CNAV2 et l'application des données figurent dans le document BDS OS B2a ICD, section 7.*

**Tableau B-45. Teneur en informations du message de navigation B1C**

| Numéro de sous-trame | Teneur des données                                                                             |                                                                                                                                                    |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                    | PRN, SOH                                                                                       |                                                                                                                                                    |
| 2                    | WN, HOW, IODC (identification des données d'horloge),<br>IODE (identification des éphémérides) |                                                                                                                                                    |
|                      | Blocs de données*                                                                              | Éphémérides I*<br>( $a_{iiee}$ , SatType, $\Delta AA$ , $AA'$ , $\Delta t t_0$ , $\Delta t t'_0$ , $MM_0$ , $ee$ , $\omega\omega$ )                |
|                      |                                                                                                | Éphémérides II*<br>( $\Omega_0$ , $ii_0$ , $\Omega$ , $u_0$ , $III_{iss}$ , $III_{icc}$ , $IIrr_{ss}$ , $IIrr_{cc}$ ,<br>$IIu_{ss}$ , $IIu_{cc}$ ) |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 113  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3**                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Paramètres de correction d'horloge*<br><br>( <i>toc</i> , <i>a0</i> , <i>a1</i> , <i>a2</i> )                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | TGDB2ap, ISCB1Cd, TGDB1Cp, Rev, CRC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 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)***, SISAlloe, SISAlloc*, paramètres du modèle de correction des retards ionosphériques*, paramètres de décalage temporel BDT-UTC*] |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Type de page 2 (PageID, HS, DIF, SIF, AIF, SISMAI***, SISAlloc*, WNa, <i>t<sub>oa</sub></i> , almanach réduit*)                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Type de page 3 [PageID, HS, DIF, SIF, AIF, SISMAI***, SISAlloe, paramètres d'orientation de la Terre (EOP), paramètres de décalage temporel BDT-GNSS (BGTO)]                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Type de page 4 (PageID, HS, DIF, SIF, AIF, SISMAI***, SISAlloc*, almanach midi*)                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>* Blocs de données contenant un ensemble de paramètres.</p> <p>** 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.</p> <p>*** La diffusion SISMA dans le message B-CNAV1 est réservée à une utilisation future.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

**Tableau B-46. Types de message B2a et teneur des données**

| Type de message** | Teneur des données |
|-------------------|--------------------|
|-------------------|--------------------|



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 114  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 10 | PRN, MesType, SOW, WN, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a),<br>SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), IODE, éphémérides I*                                                                                                                                                                |
| 2 | 11 | PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a),<br>SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), éphémérides II*                                                                                                                                                                     |
| 3 | 30 | PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a),<br>SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), paramètres de correction de<br>l'horloge*, IODC, T <sub>GDB2ap</sub> , ISC <sub>B2ad</sub> , paramètres du modèle de<br>correction des retards ionosphériques*, T <sub>GDB1Cp</sub> |
| 4 | 31 | PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a),<br>SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), paramètres de correction<br>d'horloge*, IODC, WNa, toa, paramètres d'almanach réduits*                                                                                              |
| 5 | 32 | PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a),<br>SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), paramètres de correction<br>d'horloge*, IODC, EOP                                                                                                                                   |
| 6 | 33 | PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a),<br>SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), AIF(B1C), paramètres de<br>correction d'horloge*, paramètres BGTO*, paramètres<br>d'almanach réduits*, IODC, WNa, toa                                                               |
| 7 | 34 | PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a),<br>SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), SISALoc*, paramètres de<br>correction d'horloge*, IODC, paramètre de décalage temporel<br>BDTUTC*                                                                                   |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 115  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |    |                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 40 | PRN, MesType, SOW, HS, DIF(B2a), SIF(B2a), AIF(B2a),<br>SISMAI****, DIF(B1C), SIF(B1C), SISAlloe, SISAlloc*, paramètres<br>d'almanach midi* |
| <p>* Blocs de données contenant un ensemble de paramètres.</p> <p>** Un maximum de 63 types de message peut être défini pour le message de navigation B-CNAV2. Actuellement, huit types de message valides sont définis : les types 10, 11, 30, 31, 32, 33, 34 et 40.</p> <p>*** L'ordre de diffusion des types de message B-CNAV2 peut être modifié de façon dynamique. Toutefois, les types de message 10 et 11 sont diffusés ensemble continuellement.</p> <p>**** La diffusion SISMAI dans le message B-CNAV2 est réservé à une utilisation future.</p> |    |                                                                                                                                             |

3.1.4.1.3.2.2 *Type de page*. L'identité de la page sera utilisée pour identifier les types de page de la sous-trame 3 comprise dans le message B-CNAV1. Elle sera composée d'un entier sans signe de 6 bits. Sa définition figure dans le tableau B-47.

**Tableau B-47. Définition du type de page**

| <i>Identité de page (binaire)</i> | <i>Type de page</i> |
|-----------------------------------|---------------------|
| 000000                            | Non valide          |
| 000001                            | 1                   |
| 000010                            | 2                   |
| 000011                            | 3                   |
| 000100                            | 4                   |
| Autres                            | Réservé             |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 116  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.4.1.3.2.3 *Type de message (MesType)*. Le type de message sera utilisé pour identifier les types de message des trames du message B-CNAV2. Il sera composé d'un entier sans signe de 6 bits. Sa définition figure dans le tableau B-48.

**Tableau B-48. Définition du type de message**

| <i>Type de message (binaire)</i> | <i>Type de message</i> |
|----------------------------------|------------------------|
| 000000                           | Non valide             |
| 001010                           | 10                     |
| 001011                           | 11                     |
| 011110                           | 30                     |
| 011111                           | 31                     |
| 100000                           | 32                     |
| 100001                           | 33                     |
| 100010                           | 34                     |
| 101000                           | 40                     |
| Autres                           | Réservé                |

3.1.4.1.3.2.4 *Identification des données*

*Note 1.— Des renseignements supplémentaires relatifs à l'identification des données du signal B1C figurent dans le document BDS OS B1C ICD, section 7.4.1, tableau 7-3, et section 7.4.2, tableau 7-4.*

*Note 2.— Des renseignements supplémentaires relatifs à l'identification des données du signal B2a figurent dans le document BDS OS B2a ICD, section 7.4.1, tableau 7-3, et section 7.4.2, tableau 7-4.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 117  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.1.4.1.3.2.4.1 *Identification des éphémérides (IODE)*. L'IODE indiquera le numéro d'identification d'un ensemble de paramètres d'éphémérides. La valeur de l'IODE sera actualisée lorsqu'un paramètre d'éphémérides est mis à jour. Les valeurs de l'IODE indiqueront l'éventail de l'âge des données d'éphémérides. L'âge des données d'éphémérides sera défini comme étant le décalage entre le temps de référence des éphémérides ( $t_{oe}$ ) et le dernier temps mesuré pour la génération des paramètres d'éphémérides. Les valeurs de l'IODE ne seront pas répétées en l'espace de 24 heures. La relation entre les valeurs de l'IODE et l'âge des données d'éphémérides sera celle qui est indiquée dans le tableau B-49.

**Tableau B-49. Relation entre les valeurs de l'IODE et l'âge des données d'éphémérides**

| <i>Valeur de l'IODE</i> | <i>Âge des données d'éphémérides</i> |
|-------------------------|--------------------------------------|
| 0 – 59                  | Moins de 12 heures                   |
| 60 – 119                | 12 heures – 24 heures                |
| 120 – 179               | 1 jour – 7 jours                     |
| 180 – 239               | Réservé                              |
| 240 – 255               | Plus de 7 jours                      |

3.1.4.1.3.2.4.2 *Identification des données d'horloge (IODC)*. L'IODC indiquera le numéro d'identification d'un ensemble de paramètres de correction d'horloge. La valeur de l'IODC sera actualisée chaque fois qu'un paramètre d'horloge sera mis à jour. Les valeurs de l'IODC indiqueront l'éventail de l'âge des données de correction d'horloge. L'âge des données de correction d'horloge sera défini comme étant le décalage entre le temps de référence des paramètres de correction d'horloge ( $t_{oc}$ ) et le dernier temps mesuré pour la génération des paramètres de correction d'horloge. L'éventail de l'âge des données de correction d'horloge sera défini par les 2 bits de poids fort (MSB) de l'IODC ensemble avec les 8 bits de poids faible (LSB) de l'IODC. Les valeurs de l'IODC ne seront pas répétées en l'espace de 24 heures. La relation entre les valeurs de l'IODC et l'âge des données de correction d'horloge sera celle qui est indiquée au tableau B-50.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 118  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-50. Relation entre les valeurs de  
l'IODC et l'âge des données de correction  
d'horloge**

| <i>2 bits de poids fort<br/>(MSB) de l'IODC</i> | <i>8 bits de poids faible (LSB) de l'IODC</i>             | <i>Âge des données de correction d'horloge</i>                                                |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 00                                              | 0 – 59<br>60 – 119<br>120 – 179<br>180 – 239<br>240 – 255 | Moins de 12 heures<br>12 heures – 24 heures<br>1 jour – 7 jours<br>Réservé<br>Plus de 7 jours |
| 01                                              | 0 – 59<br>60 – 119<br>120 – 179<br>180 – 239<br>240 – 255 | Moins de 12 heures<br>Moins de 12 heures<br>Moins de 1 jour<br>Réservé<br>Pas plus de 7 jours |
| 10                                              | 0 – 59<br>60 – 119<br>120 – 179<br>180 – 239<br>240 – 255 | Plus de 12 jours<br>Plus de 24 heures<br>Plus de 7 jours<br>Réservé<br>Plus de 7 jours        |
| 11                                              | Réservé                                                   | Réservé                                                                                       |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 119  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

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

*Note 2.— Des renseignements supplémentaires relatifs au SHS du signal B2a figurent dans le document BCD OS B2a ICD, section 7.14, tableau 7-22.*

**Tableau B-51. Définitions du paramètre SHS**

| <i>Valeur du SHS</i> | <i>Définition</i>                                            | <i>Description</i>                      |
|----------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 0                    | Le satellite est en état de fonctionner                      | Le satellite fournit des services       |
| 1                    | Le satellite est hors d'état de fonctionner ou est à l'essai | Le satellite ne fournit pas de services |
| 2                    | Réservé                                                      | Réservé                                 |
| 3                    | Réservé                                                      | Réservé                                 |

3.1.4.1.3.2.6 *État d'intégrité du satellite*. L'état d'intégrité du satellite sera communiqué par deux paramètres : l'indicateur d'intégrité des données (DIF) et l'indicateur d'intégrité du signal (SIF). Chacun occupera 1 bit et leurs définitions seront celles qui figurent au tableau B-52.

*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.*





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 120  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-52. Définitions des paramètres de l'indicateur d'état d'intégrité du satellite**

| <i>Paramètre</i> | <i>Valeur</i> | <i>Définition</i>                                                                               |
|------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIF              | 0             | Les paramètres du message d'erreur transmis dans ce signal ne dépassent pas la précision prévue |
|                  | 1             | Les paramètres du message d'erreur transmis dans ce signal dépassent la précision prévue        |
| SIF              | 0             | Le signal est normal                                                                            |
|                  | 1             | Le signal est anormal                                                                           |

**3.1.4.1.3.2.7 État de fonctionnement du signal électromagnétique transmis par le satellite (SISHS)**

3.1.4.1.3.2.7.1 L'état de fonctionnement du signal électromagnétique (SISHS) transmis par le service ouvert du BDS prendra l'une des trois formes suivantes :

- a) en état de fonctionner : le signal remplit les conditions minimales de performance spécifiées dans le présent document ;
- b) hors d'état de fonctionner : le signal ne fournit pas de services ou est à l'essai ;
- c) marginal : le signal n'est dans aucun des deux états précédents.

3.1.4.1.3.2.7.2 Le SISHS des signaux B1C et B2a sera indiqué par une combinaison de trois indicateurs du SIS, à savoir HS, SIF et DIF. La mise en correspondance entre les valeurs des trois indicateurs et l'état de fonctionnement du SISHS des signaux B1C/B2a sera celle qui figure au tableau B-53.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 121  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-53. Mise en correspondance entre les valeurs des trois indicateurs et le SISHS des signaux B1C/B2a**

| <i>SISHS des signaux<br/>B1C/B2a</i> | <i>HS</i>                | <i>SIF</i> | <i>DIF</i> |
|--------------------------------------|--------------------------|------------|------------|
| En état de fonctionner               | 0                        | 0          | 0          |
| Marginal                             | 0                        | 0          | 1          |
|                                      | 2/3                      | 0          | 0          |
| Hors d'état de fonctionner           | N'importe qu'elle valeur | 1          | 0/1        |
|                                      | 1                        | 0/1        | 0/1        |

3.1.4.1.3.2.8 *Indices de précision du signal électromagnétique (SISA)*. Le SISA décrira la précision prédictive des paramètres orbitaux et des paramètres de correction d'horloge diffusés dans le message de navigation. Il comprendra la précision longitudinale et latérale de l'orbite du satellite ( $SISA_{oe}$ ), ainsi que la précision du rayon de l'orbite du satellite et la précision de la correction d'horloge du satellite ( $SISA_{oc}$ ). Les paramètres de l'indice SISA ci-après seront utilisés pour calculer l'indice  $SISA_{oe}$  et l'indice  $SISA_{oc}$  et seront transmis dans la sous-trame 3 du message B-CNAV1 pour le signal B1C et dans le type de message 40 du message B-CNAV2 pour le signal B2a, respectivement :

- a)  $SISA_{oe}$ , qui est un entier signé à complément à 2 compris entre +15 et -16, indiquera la précision longitudinale et latérale combinée de l'orbite du satellite, comme le montre le tableau B-54 ;
- b)  $SISA_{ocb}$ , qui est un entier signé à complément à 2 compris entre +15 et -16, indiquera la précision combinée de l'orbite radiale et du biais d'horloge du satellite, comme le montre le tableau B-55 ;
- c)  $SISA_{oc1}$ , dont la valeur entière est comprise entre 0 et 7, indiquera la précision de la dérive de l'horloge du satellite ;
- d)  $SISA_{oc2}$ , dont la valeur entière est comprise entre 0 et 7, indiquera la précision du taux de dérive de l'horloge du satellite ;



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 122  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

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

*Note 2.— Des renseignements supplémentaires relatifs aux paramètres de l'indice SISA figurent dans le document BDS OS B2a ICD, section 7.16.*

**Tableau B-54. Mise en correspondance entre l'indice  $SISA_{oe}$  et  $SISA_{oe}$**

| <i>Indice <math>SISA_{oe}</math></i> | <i><math>SISA_{oe}</math> (en mètres)</i>                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 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                                    | $9,65 < SISA_{oe} \leq 13,65$                                                   |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 123  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|     |                              |
|-----|------------------------------|
| 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 | $0,04 < SISA_{oe} \leq 0,06$ |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 124  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|     |                                                                                                 |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -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 | <i>Aucune prédiction de la précision n'est disponible – utilisation à vos risques et périls</i> |

**Tableau B-55. Mise en correspondance entre l'indice  $SISA_{ocb}$  et  $SISA_{ocb}$**

| Indice $SISA_{ocb}$ | $SISA_{ocb}$ (en mètres)                                                         |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                     | $6\,144,00 < SISA_{ocb}$ (ou aucune prédiction de la précision n'est disponible) |
|                     | $3\,072,00 < SISA_{ocb} \leq 6\,144,00$                                          |
|                     | $1\,536,00 < SISA_{ocb} \leq 3\,072,00$                                          |
|                     | $768,00 < SISA_{ocb} \leq 1\,536,00$                                             |
|                     | $384,00 < SISA_{ocb} \leq 768,00$                                                |
|                     | $192,00 < SISA_{ocb} \leq 384,00$                                                |
|                     | $96,00 < SISA_{ocb} \leq 192,00$                                                 |
|                     | $48,00 < SISA_{ocb} \leq 96,00$                                                  |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 125  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|    |                                 |
|----|---------------------------------|
| 15 | $24,00 < SISA_{ocb} \leq 48,00$ |
| 14 |                                 |
| 13 | $13,65 < SISA_{ocb} \leq 24,00$ |
| 12 |                                 |
| 11 | $9,65 < SISA_{ocb} \leq 13,65$  |
| 10 |                                 |
| 9  | $6,85 < SISA_{ocb} \leq 9,65$   |
| 8  |                                 |
| 7  | $4,85 < SISA_{ocb} \leq 6,85$   |
| 6  |                                 |
| 5  | $3,40 < SISA_{ocb} \leq 4,85$   |
| 4  |                                 |
| 3  | $2,40 < SISA_{ocb} \leq 3,40$   |
| 2  |                                 |
| 1  | $1,70 < SISA_{ocb} \leq 2,40$   |
| 0  |                                 |
| -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 | $0,11 < SISA_{ocb} \leq 0,15$   |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES

### RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION

### AÉRIENNE

APP : 126  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|     |                                                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------|
| -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 DÉFINITION DES PROTOCOLES POUR L'APPLICATION DE DONNÉES

*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 sera calculé conformément aux indication du § 3.7, au moyen du polynôme générateur suivant :

$$GG(XX) = gg_{ii} XX^{ii}$$

$$ii = 0$$

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 127  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

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

où :

$t$  = BDT en secondes à la transmission du message ;

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

$\Delta t_{sv}$  = 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, 32, 33 et 34 du message B-CNAV2 ;

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

$$\Delta t_r = F$$

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

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 ;

$$F = -2\mu/2/c^2 ;$$

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

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

3.1.4.2.2.2 *Temps du système BDS par rapport au temps UTC (NTSC)*. Le décalage entre le temps BeiDou et le temps UTC sera déterminé à l'aide des données du signal B1I, du signal B1C ou du signal B2a.





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 128  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*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 sera calculée suivant les indications fournies au tableau B-56.

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

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

*Note 1.— La position actuelle du satellite est définie au moyen des paramètres de calcul d'éphémérides. Les paramètres de calcul d'éphémérides ( $t_{oe}$ ,  $SatType$ ,  $\Delta A$ ,  $AA$ ,  $\Delta n_0$ ,  $\Delta t t_0$ ,  $M_0$ ,  $e$ ,  $\omega$ ,  $\Omega_0$ ,  $i_0$ ,  $\Omega\dot{\Omega}$ ,  $i\dot{\Omega}$ ,  $C_{is}$ ,  $C_{ic}$ ,  $C_{rs}$ ,  $C_{rc}$ ,  $C_{us}$ ,  $C_{uc}$ ) utilisés dans la solution de position des satellites B1C et B2a sont des paramètres transmis par les sous-frames 2 et 3 du message de navigation B-CNAV1 ou par les types 10 et 11 du message de navigation B-CNAV2.*

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 129  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-56. Algorithme de calcul d'éphémérides du satellite B11**

| 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          |
| $\dot{\Omega}_0 = 7,2921150 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$                                                                                                                                                    | 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                    |
| $A = \left(\sqrt{A}\right)^2$                                                                                                                                                                                | Demi-grand axe calculé                                                    |
| $n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{A^3}}$                                                                                                                                                                               | Déplacement moyen calculé (radians/s)                                     |
| $t_k = t - t_{ss}^*$                                                                                                                                                                                         | Temps écoulé depuis l'impulsion de référence des éphémérides              |
| $n = n_0 + \Delta n$                                                                                                                                                                                         | Déplacement moyen corrigé                                                 |
| $M_k = M_0 + nt_k$                                                                                                                                                                                           | Anomalie moyenne calculée                                                 |
| $M_k = E_k - e \sin E_k$                                                                                                                                                                                     | Formule de Kepler donnant l'anomalie excentrique (radians)                |
| $\begin{cases} \sin v_k = \frac{\sqrt{1-e^2} \sin E_k}{1-e \cos E_k} \\ \cos v_k = \frac{\cos E_k - e}{1-e \cos E_k} \end{cases}$                                                                            | Anomalie réelle calculée                                                  |
| $\phi_k = v_k + \omega$                                                                                                                                                                                      | Latitude calculée                                                         |
| $\begin{cases} \delta u_k = C_{u1} \sin(2\phi_k) + C_{u2} \cos(2\phi_k) \\ \delta r_k = C_{r1} \sin(2\phi_k) + C_{r2} \cos(2\phi_k) \\ \delta i_k = C_{i1} \sin(2\phi_k) + C_{i2} \cos(2\phi_k) \end{cases}$ | Correction en latitude<br>Correction de rayon<br>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                     |
| $\Omega_k = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \dot{\Omega}_0)t_k - \dot{\Omega}_0 t_{ss}$                                                                                                                           | Longitude corrigée du nœud ascendant dans le BDCS ;                       |
| $\begin{cases} X_k = x_k \cos \Omega_k - y_k \cos i_k \sin \Omega_k \\ Y_k = x_k \sin \Omega_k + y_k \cos i_k \cos \Omega_k \\ Z_k = y_k \sin i_k \end{cases}$                                               | Coordonnées du satellite en MEO/IGSO dans le BDCS                         |

\* Dans les équations, « t » est le BDT au moment de l'émission du signal. « t<sub>ss</sub> » est l'écart total entre le temps t et le temps de référence des éphémérides t<sub>ss</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).



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 130  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-57. 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                            |
| $t_k = t - t_{\text{cor}}^{**}$                                                                                                                                                                              | Temps écoulé depuis l'impulsion du temps de référence des éphémérides             |
| $A_0 = A_{\text{ref}} + \Delta A_0$                                                                                                                                                                          | Demi-grand axe à l'heure de référence                                             |
| $A_k = A_0 + (\dot{A})_k$                                                                                                                                                                                    | Demi-grand axe                                                                    |
| $n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{A_0^3}}$                                                                                                                                                                             | Déplacement moyen calculé (radians/s) à l'heure de référence                      |
| $\Delta n_A = \Delta n_0 + 1/2 \Delta \dot{n}_A t_k$                                                                                                                                                         | Différence entre le déplacement moyen et la valeur calculée                       |
| $n_A = n_0 + \Delta n_A$                                                                                                                                                                                     | Déplacement moyen corrigé                                                         |
| $M_k = M_0 + n_A t_k$                                                                                                                                                                                        | Anomalie moyenne                                                                  |
| $M_k = E_k - e \sin E_k$                                                                                                                                                                                     | Formule de Kepler donnant l'anomalie excentrique (radians)                        |
| $\begin{cases} \sin v_k = \frac{\sqrt{1-e^2} \sin E_k}{1-e \cos E_k} \\ \cos v_k = \frac{\cos E_k - e}{1-e \cos E_k} \end{cases}$                                                                            | Anomalie réelle                                                                   |
| $\Phi_k = V_k + \omega$                                                                                                                                                                                      | Latitude                                                                          |
| $\begin{cases} \delta u_k = C_{us} \sin(2\Phi_k) + C_{uc} \cos(2\Phi_k) \\ \delta r_k = C_{rs} \sin(2\Phi_k) + C_{rc} \cos(2\Phi_k) \\ \delta i_k = C_{is} \sin(2\Phi_k) + C_{ic} \cos(2\Phi_k) \end{cases}$ | Correction en latitude<br>Correction de rayon<br>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                                                                     |
| $i_k = i_0 + i'_0 \cdot t_k + \delta i_k$                                                                                                                                                                    | Inclinaison corrigée                                                              |
| $\begin{cases} x_k = r_k \cos u_k \\ y_k = r_k \sin u_k \end{cases}$                                                                                                                                         | Position dans le plan orbital                                                     |
| $\Omega_k = \Omega_0 + (\dot{\Omega} - \dot{\Omega}_e) t_k - \dot{\Omega}_e t_{0e}$                                                                                                                          | 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).

\*\* Dans l'équation,  $t$  est le BDT au moment de l'émission, corrigé pour le temps de propagation. De plus,  $t_0$  est l'écart total entre le temps  $t$  et l'instant de l'impulsion  $t_{\text{cor}}$  compte tenu des changements de semaine (si  $t_0$  est supérieur à 302 400 secondes, lui soustraire 604 800 secondes ; si  $t_0$  est inférieur à -302 400 secondes, lui ajouter 604 800 secondes).

## 3.1.4.2.4 Correction de retard ionosphérique

3.1.4.2.4.1 Correction de retard ionosphérique du satellite B1I. La correction de retard ionosphérique du satellite B1I sera calculée suivant les indications fournies dans le tableau B-58.

**Tableau B-58. Calcul du retard ionosphérique utilisant une fréquence unique pour B1I**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 131  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

| Étapes de calcul                                                                                                      | Description                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $t_E$                                                                                                                 | $t_E$ est le nombre de secondes de la semaine (SOW) du BDT calculé par l'utilisateur.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| $\Psi = \frac{\pi}{2} - E - \arcsin \left( \frac{R \cos E}{R + h} \right)$                                            | <p><math>\Psi</math> est l'angle au centre de la Terre en radians entre la position de l'utilisateur et le point de pénétration ionosphérique (IPP).</p> <p><math>R</math> est le rayon moyen de la Terre (6 378 km). <math>E</math> est l'angle de site en radians du satellite par rapport à la position de l'utilisateur. <math>h</math> est la hauteur de l'ionosphère (375 km).</p> |
| $\Phi_M = \arcsin (\sin \Phi_u \cdot \cos \Psi + \cos \Phi_u \cdot \sin \Psi \cdot \cos A)$                           | <p><math>\Phi_M</math> est la latitude géographique en radians de la projection à la surface de la Terre de l'IPP.</p> <p><math>A</math> est l'azimut du satellite en radians à partir de la position de l'utilisateur.</p>                                                                                                                                                              |
| $\lambda_M = \lambda_u + \arcsin \frac{\sin \Psi \cdot \sin A}{\cos \Phi_M}$                                          | $\lambda_M$ est la longitude géomagnétique en radians de la projection à la surface de la Terre de l'IPP.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| $aa = (aa_{NN} + \lambda_{MM} \times 43200/\pi) [\text{mod } 86400]$                                                  | $t$ est l'heure locale (intervalle 0 – 86 400 secondes) pour la projection à la surface de la Terre de l'IPP.                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>3 <math>ss</math></p> <p><math>\Phi \Phi M M \pi \pi, AA2 \geq 0</math></p> <p><math>\alpha \alpha_{ss}</math></p> | <p><math>A_2</math> est l'amplitude de la courbe sinusoïdale de Klobuchar en journée calculée à partir de <math>\alpha_n</math>.</p> <p><math>\alpha_n</math> : coefficients transmis dans la sous-trame 3 du message de navigation D1.</p>                                                                                                                                              |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 132  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$AA_2 =$

$ss=0$

0 ,  $AA_2 < 0$

,  $AA$

$\frac{172800}{3}$   $(ss \geq 4$

172800

$\Phi_{MM\pi\pi}$  ,  $172800 > AA_4 \geq 72000$

$AA_4 = \beta_n$

$ss=0$

72000 ,  $AA_4 < 72000$

$A_4$  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.

$I_z(t) = 5 \times 10^{-9} + A_2 \cos \left[ \frac{2\pi(t - 50400)}{A_4} \right]$  ,  $|t - 50400| < A_4/4$

$A_4$

$5 \times 10^{-9}$  ,  $|t - 50400| \geq A_4/4$

$I_z(t)$  est la correction du retard ionosphérique dans le sens vertical.

$I_{B11}(t) = \frac{1}{1 - \left( \frac{R}{R+h} \right) \cdot \cos E} \cdot I_z(t)$

$I_{B11}(t)$  est le retard ionosphérique le long de la trajectoire de propagation du satellite B11.

*Note.— Des renseignements supplémentaires relatifs aux paramètres de correction de retard ionosphérique du satellite B11 et aux algorithmes d'utilisateur figurent dans le document BDS OS B11 ICD, section 5.2.4.7.*

**3.1.4.2.4.2 Correction de retard ionosphérique des satellites B1C et B2a.**

**3.1.4.2.4.2.1 Correction de retard ionosphérique utilisant une seule fréquence.** La correction de retard ionosphérique des satellites B1C ou B2a sera calculée suivant les orientations fournies dans le tableau B-59.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 133  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

| <i>Étapes de calcul</i>                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Description</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\psi = \arccos \left( \frac{Re}{Re + H_{ion}} \cdot \cos E \right)$                                                                                                                                                                                               | <p><math>\psi</math> est l'angle au centre de la Terre entre la position de l'utilisateur et l'IPP.</p> <p><math>E</math> est l'angle de site entre l'utilisateur et le satellite (en radians).</p> <p><math>H_{ion}</math> est l'altitude de la couche ionosphérique à une couche (400 km). <math>Re</math> est le rayon moyen de la Terre (6 378 km).</p>                               |
| $\varphi_{ss} = \arcsin (\sin \varphi_{uu} \cdot \cos \psi + \cos \varphi_{uu} \cdot \sin \psi \cdot \cos A)$ $\lambda_{ss} = \lambda_{uu} + \arctan \frac{\sin \psi \cdot \sin A \cdot \cos \varphi_{uu}}{\cos \psi - \sin \varphi_{uu} \cdot \sin \varphi_{ss}}$ | <p><math>\varphi_g</math> est la latitude géographique de la projection à la surface de la Terre de l'IPP.</p> <p><math>\lambda_g</math> est la longitude géographique de la projection à la surface de la Terre de l'IPP.</p> <p><math>\varphi_u</math> est la latitude géographique de l'utilisateur.</p> <p><math>\lambda_u</math> est la longitude géographique de l'utilisateur.</p> |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 134  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p><math>A</math> est l'angle d'azimut entre l'utilisateur et le satellite (en radians).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p> <math display="block">\varphi\varphi_{mm} = \arcsin (\sin \varphi\varphi_M \cdot \sin \varphi\varphi_{ss} + \cos \varphi\varphi_M \cdot \cos \varphi\varphi_{ss} \cdot \cos (\lambda\lambda_{ss} - \lambda\lambda_M))</math> <math display="block">\cos \varphi\varphi_{ss} \cdot \sin (\lambda\lambda_{ss} - \lambda\lambda_M) \cdot \cos \varphi\varphi_M</math> <math display="block">\lambda\lambda_{mm} = \arctan \frac{\sin \varphi\varphi_M \cdot \sin \varphi\varphi_{mm} - \sin \varphi\varphi_{ss}}{\cos \varphi\varphi_{ss} \cdot \sin (\lambda\lambda_{ss} - \lambda\lambda_M) \cdot \cos \varphi\varphi_M}</math> </p> | <p> <math>\varphi_m</math> est la latitude géomagnétique de la projection à la surface de la Terre de l'IPP dans le cadre de référence géocentrique. <math>\lambda_m</math> est la longitude géomagnétique de la projection à la surface de la Terre de l'IPP dans le cadre de référence géocentrique. <math>\lambda_M</math> est la longitude géographique du pôle </p> <p align="center"><math>-72.58^\circ</math></p> <p> Nord magnétique : <math>\lambda\lambda_{MM} = \lambda\lambda_M - 180^\circ \cdot \pi\pi</math><br/> rraadd. <math>\varphi_M</math> est la latitude géographique du pôle </p> <p align="center"><math>-80.27^\circ</math></p> <p> Nord magnétique : <math>\varphi\varphi_{MM} = \varphi\varphi_M - 180^\circ \cdot \pi\pi</math><br/> rraadd. </p> |
| <p> <math display="block">H_{ssiiss} = \pi\pi \cdot (1 - 2 \cdot (aa - iittaa(aa)))</math> </p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p> <math>S_{ion}</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). <math>int(\cdot)</math> est arrondi au chiffre inférieur. </p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 135  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

| $\varphi\varphi' = \varphi\varphi_{mm}$ $\sin(I_{ssiiiss} - \lambda\lambda_M)$ $\lambda\lambda' = \lambda\lambda_{mm} - \arctan \frac{\sin \varphi\varphi_M \cdot \cos (I_{ssiiiss} - \lambda\lambda_M)}{\sin(I_{ssiiiss} - \lambda\lambda_M)}$                                                                                                                                                                                                                    | $\varphi\varphi'$ est la latitude géomagnétique de l'IPP dans le cadre de référence fixe solaire. $\lambda\lambda'$ est la longitude géomagnétique de l'IPP dans le cadre de référence fixe solaire. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $PP_{ss,ss}(\sin\varphi\varphi') = (2tt - 1)!! (1 - (\sin\varphi\varphi')^2)^{ss/2}, \quad tt = mm$ $\left\{ \begin{array}{l} PP_{ss,mm}(\sin\varphi\varphi') = \sin\varphi\varphi' \cdot (2mm + 1) \cdot PP_{mm,mm}(\sin\varphi\varphi'), tt = mm + 1 \\ PP_{ss,mm}(\sin\varphi\varphi') = \frac{(2tt - 1) \cdot \sin\varphi\varphi' \cdot PP_{ss-1,mm}(\sin\varphi\varphi') - mm(tt + mm - 1) \cdot PP_{ss-2,mm}(\sin\varphi\varphi')}{2tt} \end{array} \right.$ | $P_{n,m}$ est la fonction de Legendre classique non normalisée.<br>$(2n-1)!! = (2n-1) \cdot (2n-3) \cdot \dots \cdot 1$<br>$PP_{0,0}(\sin\varphi\varphi') = 1$                                       |
| Étapes de calcul                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Description                                                                                                                                                                                          |
| $N_{ss,mm} = \frac{(tt - mm)! \cdot (2tt + 1) \cdot 2^{-ss}}{(tt + mm)!}$ $\left\{ \begin{array}{l} 1, \quad mm = 0 \\ \delta\delta_{0,mm} = 0, \quad mm > 0 \end{array} \right.$                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $N_{n,m}$ est la fonction de normalisation.                                                                                                                                                          |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 136  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><math>PP_{ssmm} = NN_{ss,mm} \cdot PP_{ss,mm}</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p><math>PP_{ssmm}</math> est la fonction de Legendre normalisée de degré n et d'ordre m.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><math>PP_{ ssii , mmii }(\sin\varphi\varphi') \cdot \cos(mm_{ii} \cdot \lambda\lambda') \quad mm_{ii} \geq 0</math></p> <p><math>AA^{ii} =  ssii , mmii (\sin\varphi\varphi') \cdot \sin(-mm_{ii} \cdot \lambda\lambda') \quad mm_{ii} &lt; 0</math></p> <p><math>PP</math></p>                                                                     | <p>Les valeurs <math>n_i</math> et <math>m_i</math> figurent dans le tableau B-60.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>12</p> <p><math>(\beta\beta_{jj} = aa_{0,jj} + (aa_{kk,jj} \cdot ccccaa(\omega\omega_{kk} \cdot aa_{pp}) + bb_{kk,jj} \cdot aaiitt(\omega\omega_{kk} \cdot aa_{pp})))</math></p> <p> </p> <p><math>\left. \begin{matrix} kk-1 \\ 2\pi\pi \end{matrix} \right\}</math></p> <p>  <math>\omega\omega_{kk} =</math> —</p> <p>( <math>TT_{kk}</math></p> | <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.</p> <p><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> |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 137  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>17</p> $AA_0 = \sum_{jj=1}^1 \beta_{jj} \cdot \beta_{jj},$ $\left\{ \begin{array}{l} PP_{ssjj,mmjj} (\sin \varphi \varphi') \cdot \cos(mm_{ii} \cdot \lambda \lambda') \quad mm_{ii} \geq 0 \\ \beta_{jj} = (\sin \varphi \varphi') \cdot \sin(-mm_{jj} \cdot \lambda \lambda') \quad mm_{jj} < 0 \end{array} \right.$ $PP_{ssjj,mmjj}$ | <p><math>A_0</math> est le retard ionosphérique prédictif (en TECu).</p>                      |
| <p>9</p> $VVTTEEII = AA_0 + \sum_{ii=1}^9 \alpha_{ii} AA_{ii}$                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p><math>VTEC</math> est le retard ionosphérique dans le sens vertical (en TECu) de l'IPP</p> |
| $MM_{LL} = \frac{1}{1 - \left( \frac{Re}{Re + H_{ion}} \cdot \cos(E) \right)^2}$                                                                                                                                                                                                                                                           | <p><math>M_F</math> est la fonction de cartographie ionosphérique de l'IPP.</p>               |
| $TT_{iiii} = MM_{LL} VVTTEEII$ $ff$                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p><math>T_{ion}</math> est la correction de retard ionosphérique.</p>                        |

Tableau B-60. Valeurs de  $n_i$  et de  $m_i$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 138  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|              |     |     |     |      |     |     |      |     |      |
|--------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|------|
| <i>i</i>     | 1   | 2   | 3   | 4    | 5   | 6   | 7    | 8   | 9    |
| <i>n mii</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 sera corrigé en utilisant la pseudodistance double fréquence sans le retard ionosphérique.

La pseudodistance double fréquence sans le retard ionosphérique de la composante pilote B1C et B2a ( $PR_{B1Cp-B2ap}$ ) sera calculée comme suit :

$$PR_{B1Cp-B2ap} = \frac{PR_{B2ap} - k_{12} \cdot PR_{B1Cp}}{1 - k_{12}} - \frac{C \cdot (T_{GDB2ap} - k_{12} \cdot T_{GDB1Cp})}{1 - k_{12}}$$

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

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

$$PR_{B1Cp-B2ad} = \frac{PR_{B2ad} - k_{12} \cdot PR_{B1Cp}}{1 - k_{12}} - \frac{C \cdot (T_{GDB2ap} + ISC_{B2ad} - k_{12} \cdot T_{GDB1Cp})}{1 - k_{12}}$$

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 139  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$PPUU_{B1Cp}$  est la pseudodistance mesurée de la composante pilote B1C (corrigée après application de la correction d'horloge mais non corrigée par  $T_{GDB1Cp}$ ) ;

$$PR_{B1Cd-B2ad} = \frac{PR_{B2ad} - k_{12} \cdot PR_{B1Cd}}{1 - k_{12}} - \frac{C \cdot (T_{GDB2ap} + ISC_{B2ad} - k_{12} \cdot T_{GDB1Cp} - k_{12} \cdot ISC_{B1Cd})}{1 - k_{12}}$$

où :  $K_{12} = \left( \frac{1575,42}{1176,45} \right)^2$ , est le facteur associé à la fréquence ;

$PPUU_{B1Cd}$  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  $ISC_{B1Cd}$ ) ;

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

$PPUU_{B2ad}$  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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 140  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

La précision du signal dans l'espace (SISA) pour l'intégrité de l'utilisation sera calculée suivant la formule ci-après :

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

ou

SISA<sub>oe</sub> est la limite supérieure correspondant à l'indice SISA<sub>oe</sub> « N » transmise dans la sous-trame 3 du message B-CNAV1 pour le signal B1C et dans les types de message 34 et 40 du message B-CNAV2 pour le signal B2a, respectivement (définis au § 3.1.4.1.3.2.8) comme le montre le tableau B-54.

SISA<sub>oc</sub> sera calculée (en mètres) à l'aide des équations suivantes :

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

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

SISA<sub>ocb</sub> est la limite supérieure correspondant à l'indice « N » SISA<sub>ocb</sub> transmise dans la sous-trame 3 du message B-CNAV1 pour le signal B1C et dans les types de message 34 et 40 du message B-CNAV2 pour le signal B2a, respectivement (définis au § 3.1.4.1.3.2.8) comme le montre le tableau B-55.

SISA<sub>oc1</sub> est la précision de la dérive de l'horloge du satellite en mètres par seconde dérivée de SISA<sub>oc1</sub> (définie au § 3.1.4.1.3.2.8) comme suit :

$$IIIIIIAA_{iicc1} = 2 - (SSISSAAII00001 + 14)$$

SISA<sub>oc2</sub> est la précision de la dérive de l'horloge du satellite en mètres par seconde dérivée de SISA<sub>oc2</sub> (définie au § 3.1.4.1.3.2.8) comme suit :

$$IIIIIIAA_{iicc2} = 2 - (SSISSAAII00002 + 28)$$

où :

t est le temps BeiDou en secondes ;

t<sub>op</sub> est le temps de la semaine en secondes pour la prédiction des données transmis dans la sous-trame 3 du message B-CNAV1 pour le signal B1C et dans les types de message 34 et 40 du message B-CNAV2 pour le signal B2a, respectivement.

#### 3.1.4.3 ÉLÉMENTS EMBARQUÉS



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 141  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

#### 3.1.4.3.1 RÉCEPTEUR DU BDS

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

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

3.1.4.3.1.3 *Protection contre le brouillage.* Le récepteur répondra aux exigences du § 3.7 relatives à la protection contre le brouillage.

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

#### 3.1.4.4 TEMPS

Le temps de référence du BDS sera le temps du système de navigation par satellite BeiDou (BDT). Le BDT adoptera les secondes du Système international d'unités (SI) et les accumulera de façon continue sans secondes intercalaires. La première impulsion du temps BDT aura lieu à 00:00:00, temps universel coordonné (UTC), le 1<sup>er</sup> janvier 2006. Le BDT suivra le temps UTC via UTC (NTSC), et le décalage entre le BDT et le temps UTC sera maintenu à 50 nanosecondes (modulo 1 seconde). Les secondes intercalaires seront transmises dans le message de navigation (NAV).

#### 3.1.4.5 SYSTÈME DE COORDONNÉES

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

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

*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.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 142  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*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 ÉLÉMENTS D'AÉRONEF

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

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

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

*Note.— Les critères de performance de l'antenne du récepteur GNSS sont définis au § 3.8.*

3.3.1.3 Les données de position fournies par le récepteur GNSS à constellations multiples seront exprimées dans le système géodésique mondial WGS-84.

3.3.1.4 Toute combinaison de mesures provenant de constellations satellitaires de base prendra en compte la différence entre le temps de référence de chaque constellation satellitaire de base.

3.3.1.4.1 Les récepteurs GNSS à constellations multiples calculeront l'écart temporel entre les constellations de base comme un paramètre inconnu supplémentaire dans la solution de navigation et n'utiliseront pas uniquement l'écart temporel diffusé dans les messages de navigation.

### 3.4 Système de renforcement embarqué (ABAS)

*Note.— Le supplément D, section 5, fournit des éléments indicatifs sur le système de renforcement embarqué et le traitement du signal associé.*

#### 3.4.1 CONTRÔLE AUTONOME AVANCÉ DE L'INTÉGRITÉ PAR LE RÉCEPTEUR (ARAIM)

L'ARAIM doit être composé d'un sous-système non embarqué et d'un sous-système embarqué. Le sous-système non embarqué doit fournir, pour chaque constellation satellitaire de base sur laquelle il s'appuie, les caractéristiques de défaillance de la constellation, les caractéristiques de défaillance des satellites et les modèles d'erreur de mesure de distance. Le sous-système embarqué doit appliquer les données fournies par le sous-système non embarqué, qui seront complétées comme il se doit par les caractéristiques de défaillance et les modèles d'erreurs



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 143  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

de mesure de distance des composants du sous-système non embarqué, pour se conformer aux caractéristiques indiquées au chapitre 3, § 3.7.3.3.1.

*Note 1.— Le sous-système non embarqué assure sa fonction en fournissant des données d'intégrité (ISD, indiquées ci-dessous), soit au travers de données de navigation diffusées, soit au travers des valeurs par défaut stockées dans la mémoire du récepteur. Les données de navigation diffusées pour l'ARAIM peuvent être contenues soit dans des messages de données de navigation dédiés (ISM, indiqués ci-dessous), soit dans d'autres messages de données de navigation provenant de constellations satellitaires de base.*

*Note 2.— Pour les récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM, les modèles d'erreurs de mesure de distance tiennent compte de l'ionosphère, de la troposphère, des multitrajets, du biais induit par le satellite et du bruit du récepteur.*

#### 3.4.1.1 Données d'intégrité (ISD) : teneur des données

3.4.1.1.1 Caractéristiques générales des ISD. Les caractéristiques générales des ISD doivent être les suivantes :

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

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

*Type de service ARAIM* : ce champ indique le niveau de performance pris en charge par les paramètres ISD.

Service ARAIM type A : les ISD prennent en charge le positionnement horizontal pour les opérations habituelles en route, en région terminale, l'approche initiale, l'approche intermédiaire, l'approche classique et le départ, conformément au chapitre 3, § 3.7.3.3.1.

Service ARAIM type B : réservé.

*Note 1.— Les avions peuvent intégrer l'ARAIM à d'autres éléments du système ABAS pour prendre en charge des applications supplémentaires, sous réserve de l'approbation de l'organisme de réglementation compétent.*

*Note 2.— Il peut y avoir plusieurs ensembles actifs d'ISD par constellation (c'est-à-dire différents ensembles de données à l'appui de différents types de services).*

*Note 3.— La performance du service ARAIM type B devrait prendre en charge les opérations de performance d'approche types avec guidage vertical jusqu'à l'approche de précision de catégorie 1.*

3.4.1.1.2 Paramètres ISD propres à une constellation. Les paramètres ISD propres à une constellation seront les suivants :





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 144  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

*Note.* — *L'interprétation du masque de satellite par l'ISMG et le récepteur de l'aéronef est spécifiée aux § 3.4.1.2.2.2 et 3.4.1.3.3.2, respectivement.*

*Pconst* : probabilité que deux satellites ou plus dans une constellation satellitaire de base émettent en même temps des signaux dégradés en raison d'une cause commune.

*Psat* : probabilité qu'un satellite émette un signal dégradé, lorsque la défaillance ne se produit que sur un seul satellite ou a des causes indépendantes si elle se produit sur plus d'un satellite.

*Rconst* : taux auquel deux satellites ou plus d'une constellation satellitaire de base émettent en même temps des signaux dégradés en raison d'une cause commune.

*Rsat* : taux auquel des satellites particuliers émettent des signaux dégradés, lorsque la défaillance ne se produit que sur un seul satellite ou a des causes indépendantes si elle se produit sur plus d'un satellite.

*MFDconst* : durée moyenne des signaux dégradés de deux satellites ou plus dans une constellation de satellites de base due à une cause commune.

*MFDsat* : durée moyenne des signaux dégradés émis par des satellites particuliers.

$\sigma_{URA}$  : Sigma d'intégrité de surdélimitation (paramètre de modèle d'erreur de distance) à appliquer pour un satellite donné.

$\sigma_{URE}$  : paramètre de modèle d'erreur de distance sur la précision et la continuité à appliquer au signal d'un satellite donné.

*bnom* : terme de biais de surdélimitation pour un satellite donné.

*Note 1.* — *Une défaillance et l'événement de défaillance correspondant se produisent lorsqu'un ou plusieurs signaux d'un satellite donnés sont en fait dégradés alors qu'ils sont signalés comme étant fonctionnels, comme il est décrit au § 3.4.1.2.2.1 et dans le supplément D, § 5.3.1.3. La défaillance prend fin soit par l'élimination de sa cause (par exemple, par une correction effectuée par le fournisseur de services de constellation satellitaire de base), soit par la désignation du ou des satellites concernés comme étant « hors d'état de fonctionner ».*

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

*Note 3.* — *Certains fournisseurs de services de constellations satellitaires de base peuvent utiliser le terme « délai moyen de notification » (MTTN ou MTN) ou MFD indistinctement.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 145  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note 4.— Des explications plus détaillées des termes  $\sigma_{URA}$ ,  $\sigma_{URE}$  et  $bnom$ , sont fournies au § 3.4.1.2.2.1 et dans le supplément D, § 5.3.1.4.*

#### 3.4.1.2 Éléments non embarqués de l'ARAIM

##### 3.4.1.2.1 Diffusion des ISD et conditions d'application

*Note.— Ces exigences déterminent la manière dont les ISD sont diffusées à l'utilisateur par les constellations satellitaires de base.*

##### 3.4.1.2.1.1 Spécifications de l'interface des ISD diffusées

Les ISD diffusées doivent être définies dans les spécifications de l'interface par les fournisseurs de constellation satellitaire de base concernés.

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

*Note 2.— Pour le GPS, les paramètres  $\sigma_{URA}$  et  $\sigma_{URE}$  sont indiqués dans les spécifications IS-GPS-705F (type de message 10 et types de message 30 à 37) et IS-GPS-200K (sous-trame 1).*

*Note 3.— Les spécifications de l'interface ISM pour le GPS, le GLONASS et le BDS sont en cours d'élaboration.*

##### 3.4.1.2.1.2 Signaux des satellites renforcés par l'ARAIM

Les paramètres ISD doivent être appliquées aux signaux des constellations satellitaires de base comme indiqué ci-dessous :

- Pour le GPS : Signal GPS L1 C/A (section 3.1.1 et chapitre 3, § 3.7.3.1.1.8) et signal GPS L5 (section 3.1.1 et chapitre 3, § 3.7.3.1.1.8).
- Pour le GLONASS : Signal GLONASS L1OF (section 3.1.2 et chapitre 3, § 3.7.3.1.2.8), signal GLONASS L1OC (section 3.1.2 et chapitre 3, § 3.7.3.1.2.10) et signal GLONASS L3OC (section 3.1.2 et chapitre 3, § 3.7.3.1.2.9).
- Pour Galileo : Signal Galileo E1 (§ 3.1.3.1.1 et chapitre 3, § 3.7.3.1.3.11.1) et signal Galileo E5a (§ 3.1.3.1.1 et chapitre 3, § 3.7.3.1.3.11.2).
- Pour le BDS : Signal BDS B1C (section 3.1.4 et chapitre 3, § 3.7.3.1.4.7) et signal BDS B2a (section 3.1.4 et chapitre 3, § 3.7.3.1.4.7).

##### 3.4.1.2.1.3 Synchronisation des ISD et des ISM



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 146  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.4.1.2.1.3.1 Lorsqu'une constellation satellitaire de base diffuse des ISD, elle doit transmettre et doit diffuser dans le monde entier un ensemble complet d'ISD diffusées à une cadence de diffusion minimale (intervalle de répétition maximal) de 15 minutes.

*Note.— Un ensemble complet d'ISD diffusées comprend toutes les ISD contenues dans le ou les ISM pour un type de service donné, pour tous les satellites pris en charge, et toute ISD associée non contenue dans le ou les ISM (p. ex. dans d'autres messages de données de navigation). Cela n'implique pas l'obligation de diffuser les ISD pour tous les satellites d'une constellation satellitaire de base spécifique.*

3.4.1.2.1.3.2 Le temps de validité, défini au § 3.4.1.1.1, indiquera soit :

- a) l'instant d'entrée en vigueur des ISD ; soit
- b) un instant d'entrée en vigueur et un délai d'expiration.

3.4.1.2.1.3.2.1 Si le délai d'expiration n'est pas spécifié, l'ISMG actualisera les ISD diffusées aux fins de conformité avec le § 3.4.1.2.2.1.

*Note.— Les spécifications de l'interface de la constellation satellitaire de base pour les ISD diffusées (§ 3.4.1.2.1.1) définissent les protocoles associés à l'application des données, y compris l'actualisation des ISD.*

3.4.1.2.1.3.3 Pour les ISD par défaut, comme indiqué au § 3.4.1.3.3.3, le temps de validité ne doit pas expirer tant que les données restent présentes dans le récepteur.

*Note.— Les valeurs ISD par défaut sont basées sur les engagements de performance minimale des constellations satellitaires de base. Elles ne peuvent être modifiées que par une modification de ces engagements de performance. Une mesure de maintenance de l'équipement de bord serait nécessaire pour actualiser ces paramètres ISD.*

3.4.1.2.2 Conditions de la génération des ISM (teneur des données)

*Note.— Le générateur d'ISM (ISMG) est une entité distincte du fournisseur de services de constellation satellitaire de base et il exerce une fonction de fournisseur de services de navigation aérienne limitée à l'ARAIM. Il est prévu qu'une coopération étroite sera établie entre les deux entités. Des orientations supplémentaires figurent dans le Manuel du système mondial de navigation par satellite (GNSS) (Doc 9849).*

3.4.1.2.2.1 Surdélimitation

3.4.1.2.2.1.1 L'ISMG doit veiller à ce que les paramètres des ISD par défaut et diffusées soient fournis de sorte que les erreurs du signal de mesure de distance exempt de défauts soient surdélimitées à gauche et à droite dans une plage limitée par un seuil à ne pas dépasser (NTE) [-NTE, NTE], par les éléments suivants :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 147  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

a) à des fins d'intégrité : une distribution gaussienne  $N(-b_{nom}, \sigma_{URA})$  pour la surdélimitation à gauche et  $N(b_{nom}, \sigma_{URA})$  pour la surdélimitation à droite ;

b) à des fins de précision et de continuité (fausse alarme ou échec de l'exclusion) : une distribution gaussienne  $N(0, \sigma_{URE})$ .

3.4.1.2.2.1.2 L'ISMG doit veiller à ce que les paramètres  $P_{sat}$  et  $R_{sat}$  indiquent une limite supérieure de la probabilité et du taux auxquels un satellite émettrait des signaux entraînant une dégradation du signal de mesure de distance au-delà des limites de la plage  $[-NTE, NTE]$ .

3.4.1.2.2.1.3 L'ISMG doit veiller à ce que les paramètres  $P_{sat}$  et  $R_{sat}$  indiquent une limite supérieure de la probabilité et du taux auxquels plus d'un satellite émettraient en même temps, en raison d'une cause commune, des signaux entraînant une dégradation du signal de mesure de distance au-delà des limites de la plage  $[-NTE, NTE]$ .

*Note 1.— Les signaux dégradés sont des signaux dont les erreurs de mesure de distance se situent au-delà des limites de la plage  $[-NTE, NTE]$ . Les signaux exempts de défauts sont des signaux dont les erreurs de mesure de distance se situent dans les limites de la plage  $[-NTE, NTE]$ . L'ARAIM signale les erreurs causées par des signaux dégradés au moyen des paramètres  $P_{const}$  et  $R_{const}$  et les erreurs causées par des signaux exempts de défauts au moyen des paramètres  $\sigma_{URA}$  et  $\sigma_{URE}$ . Des orientations supplémentaires figurent dans le supplément D, § 5.3.1.3 à § 5.3.1.5.*

*Note 2.— Les fournisseurs de services de constellations satellitaires de base établissent une distinction entre les signaux de mesure de distance exempts de défauts et les signaux de mesure de distance défaillants en utilisant le NTE prédéfini d'un fournisseur de services de constellations satellitaires de base. Selon cette définition, tous les signaux dont les erreurs sont inférieures au seuil sont considérés comme exempts de défauts et tous les signaux dont les erreurs sont supérieures au seuil sont considérés comme défaillants. Les signaux exempts de défauts comportent des erreurs de mesure de distance en raison de propriétés inhérentes au système, ainsi que des erreurs caractérisées par une amplitude et une fréquence réduites aux fins de conformité avec les conditions de surdélimitation. L'ISMG peut utiliser cette définition pour déterminer les paramètres de surdélimitation. Toutefois, l'ISMG peut considérer des erreurs inférieures au NTE du fournisseur de services de constellations satellitaires de base comme des défaillances pour améliorer le paramètre  $\sigma_{URA}$ , à la condition que  $P_{sat}$ ,  $P_{const}$ ,  $R_{sat}$  et  $R_{const}$  satisfassent encore aux exigences des § 3.4.1.2.2.1.2 et 3.4.1.2.2.1.3.*

*Note 3.— Pour des raisons de cohérence avec la surdélimitation gaussienne des signaux exempts de défauts, la valeur NTE est généralement définie sur  $k \times \sigma_{URA}$ , où  $k$  correspond à la fonction de distribution cumulative normale inverse de  $P_{sat}/2$ . Par exemple, pour le GPS et  $P_{sat}$  de  $10^{-5}$ , le NTE correspondant est spécifié comme étant 4,42*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 148  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

×  $\sigma_{URA}$  et 4,42 correspond à la fonction de distribution cumulative normale inverse d'une probabilité de  $0,5 \times 10^{-5}$ . La division par deux s'explique par le fait que l'amplitude de la défaillance peut être positive ou négative. Le NTE peut aussi être une valeur fixe.

*Note 4.— L'algorithme ARAIM embarqué déterminera le risque d'intégrité voulu lorsque  $b_{nom}$  et  $\sigma_{URA}$  délimitent la distribution exempte d'erreurs et  $P_{sat}$ ,  $R_{sat}$ ,  $P_{const}$  et  $R_{const}$  caractérisent les distributions défaillantes pour le traitement des signaux monofréquence et double fréquence. L'algorithme ARAIM embarqué n'utilise pas explicitement le NTE.*

*3.4.1.2.2.2 Masque de satellite. Le générateur d'ISM doit veiller à ce que tous les satellites définis comme valides dans le masque de satellite ISD satisfassent aux exigences du § 3.4.1.2.2.1 pour le contenu ISD associé.*

*3.4.1.2.2.3  $R_{const}$ ,  $P_{const}$  et  $MFD_{const}$ . Si plusieurs ISM sont fournis pour une constellation et un type de service ARAIM donnés, les valeurs  $R_{const}$ ,  $P_{const}$  et  $MFD_{const}$  pour un temps de validité donné doivent être les mêmes.*

*3.4.1.2.2.4 Relation entre les valeurs ISD et les engagements de service minimum des fournisseurs de services de constellations satellitaires de base. Pour le service type A, les valeurs ISD diffusées telles qu'elles sont définies au § 3.4.1.1 doivent être toujours établies pour indiquer une performance égale ou supérieure aux valeurs par défaut spécifiées au § 3.4.1.3.3.3.*

#### *3.4.1.2.3 Exigences d'intégrité des paramètres ISD*

*3.4.1.2.3.1 L'ISMG générera des ISD pour le service ARAIM type A de sorte que les récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM puissent assurer une surveillance en vue de se conformer à un risque d'intégrité de  $10^{-7}$ /heure au moyen du traitement de signal monofréquence et double fréquence.*

*3.4.1.2.3.2 Des procédures doivent être mises en place par l'ISMG de sorte que le processus d'assurance de l'intégrité atténue les effets des défaillances internes à un niveau compatible avec le type de service ARAIM pris en charge.*

#### *3.4.1.2.4 Transmission des ISM et exigences d'intégrité des données*

*3.4.1.2.4.1 L'intégrité des données des paramètres ISM doit être maintenue tout au long de la chaîne de données, depuis leur émission par l'ISMG, leur transfert à la constellation satellitaire de base et leur diffusion par celle-ci à l'utilisateur, à un niveau compatible avec le type de service ARAIM pris en charge.*

*Note.— Des orientations supplémentaires sur l'intégrité des données des paramètres ISD figurent dans le supplément D, § 5.3.1.7.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 149  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.4.1.2.4.2 Une constellation satellitaire de base utilisant des contrôles de redondance cyclique (CRC) pour l'intégrité des données ISM doit calculer le CRC conformément aux prescriptions de la section 3.9.

*Note.*— Des orientations détaillées sur la mise en oeuvre par l'utilisateur sont fournies dans la documentation relative à l'interface de la constellation satellitaire de base comme indiqué au § 3.4.1.2.1.1.

3.4.1.2.5 Hypothèses de contraintes de conception du récepteur pour la génération des ISD

3.4.1.2.5.1 L'ISMG doit valider les ISD diffusées en tenant pour acquis que le récepteur GNSS utilisant l'ARAIM est conforme aux contraintes suivantes lors du traitement des signaux L1, L5, E1, E5a, B1C, et B2a :

- a) largeur de bande de 3 dB entre 12 et 24 MHz centrée autour de 1 575,42 MHz et de 1 176,45 MHz ;
- b) le retard de groupe différentiel n'est pas supérieur à 150 ns ;
- c) discriminateur « avance- retard » ;
- d) espacement de corrélation L1/E1/B1C entre les chips 0,08 et 0,12 ;
- e) espacement de corrélation L5/E5a/B2a entre les chips 0,9 et 1,1 ;
- f) décroissance progressive de fréquence d'au moins 24 dB par octave dans la bande de transition jusqu'à atteindre un affaiblissement minimal permettant de satisfaire aux objectifs de performance en présence de signaux de brouillage aux seuils de brouillage indiqués à la section 3.7 ;
- g) maintien de l'affaiblissement minimal nécessaire pour satisfaire aux objectifs de performance en présence de signaux de brouillage aux seuils de brouillage hors bande indiqués à la section 3.7 ;
- h) filtrage des fréquences centrales autour de 1 575,42 MHz et 1 176,45 MHz à  $\pm 10\%$  de la largeur de bande de 3 dB, comme indiqué à l'alinéa a).

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

3.4.1.2.5.2 L'ISMG doit valider les ISD diffusées en tenant pour acquis que le récepteur GNSS utilisant l'ARAIM est conforme aux contraintes suivantes lors du traitement des signaux L1OC et L3OC :

- a) largeur de bande de radiofréquence / fréquence intermédiaire de 3 dB entre 12 et 24 MHz centrée autour de 1 600,995 MHz et de 1 202,025 MHz ;
- b) le retard de groupe différentiel n'est pas supérieur à 150 ns ;
- c) discriminateur « avance- retard » ;
- d) espacement de corrélation L1OC entre les chips L1 0,08 et 0,12 ;



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 150  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

e) espacement de corrélation L3OC entre les chips L5 0,9 et 1,1 ;

f) décroissance progressive de fréquence d'au moins 24 dB par octave dans la bande de transition jusqu'à atteindre un affaiblissement minimal permettant de satisfaire aux objectifs de performance en présence de signaux de brouillage aux seuils de brouillage indiqués au § 3.7 ;

g) maintien de l'affaiblissement minimal nécessaire pour atteindre les objectifs de performance en présence de signaux de brouillage aux seuils de brouillage hors bande indiqués à la section 3.7 ;

h) filtrage des fréquences centrales autour de 1 600,995 MHz et 1 202,025 MHz à  $\pm 10 \%$  de la largeur de bande de 3 dB, comme indiqué à l'alinéa a).

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

3.4.1.2.5.3 L'ISMG validera les ISD diffusées en tenant pour acquis que le récepteur GNSS utilisant l'ARAIM est conforme aux contraintes indiquées dans le tableau D-23 lors du traitement des signaux L1OF.

#### 3.4.1.2.6 Exigences de fourniture des ISD

3.4.1.2.6.1 L'ISMG fournira l'un des ensembles de paramètres suivants :

- Rsat, Psat ;
- Rsat, MFDsat ;
- Psat, R sat, MFD sat.

*Note.— Lorsque Psat n'est pas fourni, il peut être dérivé de la relation suivante : probabilité de défaillance = taux de défaillance  $\times$  durée moyenne de la défaillance.*

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

- Rconst, Pconst ;
- Rconst, MFDconst ; ou
- Pconst, R const, MFD const.

*Note.— Lorsque Pconst n'est pas fourni, il peut être dérivé de la relation suivante : probabilité de défaillance = taux de défaillance  $\times$  durée moyenne de la défaillance.*

3.4.1.2.6.3 L'ISMG doit fournir toutes les ISD, comme défini au § 3.4.1.1, pour prendre en charge le type de service ARAIM applicable, à l'exception des cas spécifiés aux § 3.4.1.2.6.1 et 3.4.1.2.6.2.





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 151  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— Les ISD sont fournies soit au moyen des données diffusées par les constellations satellitaires de base (comme spécifié au § 3.4.1.2.1.1) ou en tant que valeurs par défaut comme indiqué au § 3.4.1.3.3.3.*

3.4.1.2.6.4 Les paramètres des ISD par défaut et des ISD diffusées doivent être valides pour les angles de site du satellite de 5 à 90 degrés inclus. Lorsque les constellations satellitaires de base détectent un angle de site minimum valide de plus de 5 degrés, les paramètres des ISD par défaut et des ISD diffusées doivent être valides entre l'angle de site minimum spécifié et 90 degrés inclus. La plage de validité des angles de site doit être indiquée dans les spécifications de l'interface comme défini au § 3.4.1.2.1.1.

#### 3.4.1.3 Éléments embarqués de l'ARAIM

##### 3.4.1.3.1 Conditions générales de traitement au récepteur :

3.4.1.3.1.1 Lorsqu'un récepteur GNSS utilisant l'ARAIM traite des signaux de constellation satellitaire de base, il le doit le faire conformément aux exigences spécifiées aux § 3.1.1.3.1 (récepteur GPS), et/ou § 3.1.2.3.1 (récepteur GLONASS), et/ou § 3.1.3.3.1 (récepteur Galileo), et/ou § 3.1.4.3.1 (récepteur BDS).

3.4.1.3.1.2 Lorsqu'un récepteur GNSS utilisant l'ARAIM traite des signaux de constellation satellitaire de base, il doit utiliser les protocoles pour l'application des données conformément aux § 3.1.1.2 (récepteur GPS), et/ou § 3.1.2.2 (récepteur GLONASS), et/ou § 3.1.3.2 (récepteur Galileo), et/ou § 3.1.4.2 (récepteur BDS).

*Note.— Les récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM n'exploitent que les signaux de constellations de satellites indiquant qu'ils sont en état de fonctionner.*

##### 3.4.1.3.2 Contraintes de conception des récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM

3.4.1.3.2.1 Les récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM doivent être respecter les contraintes de conception énumérées au § 3.4.1.2.5.

*Note.— Les développements futurs pourraient apporter plus de souplesse concernant les contraintes de conception des récepteurs.*

##### 3.4.1.3.3 Application des ISD dans les algorithmes de traitement de l'ARAIM

3.4.1.3.3.1 Lors du traitement des ISD diffusées, les récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM doivent traiter les ISD comme indiqué au § 3.4.1.2.1.1.

3.4.1.3.3.2 Lors du traitement des ISM, les récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM doivent appliquer les ISD, conformément à leur type de service, à leur délai de validité et au masque de satellite applicable.





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 152  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.4.1.3.3.3 *ISD par défaut.* Les récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM enregistreront les paramètres ISD par défaut suivants : **Paramètres ISD par défaut**

| GPS                                         | GLONASS                 | Galileo    | BDS                    |          |
|---------------------------------------------|-------------------------|------------|------------------------|----------|
| Pconst,<br>default                          | 1×10-8                  | 1×10-4     | 2×10-4/h               | 6×10-5   |
| Psat, default                               | 1×10-5                  | 1×10-4     | 3×10-5                 | 1×10-5   |
| Rconst,<br>default                          | 1×10-8/h                | 1×10-5/h   | 1×10-4/h               | 6×10-5/h |
| Rsat, default                               | 1×10-5/h                | 3,4×10-5/h | 2×10-5/h               | 1×10-5/h |
| MFDconst,<br>default                        | 1 heure                 | 10 heures  | (Note 4)               | 1 heure  |
| MFDsat,<br>default                          | 1 heure                 | 3 heures   | (Note 4)               | 1 heure  |
| σURA,default<br>t, dual<br>frequency<br>[m] | IAURA (Note 3)          | 9          | 6                      | 7        |
| σURE,default<br>t, dual<br>frequency<br>[m] | URA nominal<br>(Note 3) | 8          | 4                      | 7        |
| σURA,default<br>t, single                   | IAURA<br>(Note 3)       | 9          | 6,5 (E1),<br>7,5 (E5a) | 7        |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 153  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

frequency

[m]

σ<sub>URE, default</sub> URA nominal 8 4,7 (E1), 7

t, single (Note 3) 6 (E5a)

frequency [m]

bnom, 0 0 0 0

default [m]

*Note 1.— Ces valeurs correspondent aux engagements des fournisseurs de services de constellations satellitaires de base (comme indiqué dans le supplément D, section 5.3.2). Elles ne peuvent être modifiées que par un changement des engagements de performance.*

*Note 2.— Les valeurs ISD par défaut ont été validées sur la base des hypothèses de conception des récepteurs figurant au § 3.4.1.2.5.*

*Note 3.— Lorsque les données CNAV sont disponibles (modes GPS double fréquence et monofréquence L5 seulement), l'IAURA est définie dans l'appendice B, § 3.1.1.2.2.4.1, et l'URA nominale dans les § 20.3.3.1.1.4 (dépendante de l'angle de site) et 20.3.3.2.4 (non dépendante de l'angle de site) du document IS-GPS-705F. Si les données CNAV ne sont pas disponibles (mode monofréquence L1 seulement), l'IAURA et l'URA nominales sont définies dans l'appendice B, § 3.1.1.1.3.1.2.*

*Note 4.— Des informations d'orientation sont fournies dans le supplément D, § 5.3.2.3.*

3.4.1.3.3.4 Combinaison au sein de la même constellation de satellites générant des ISD par défaut et des ISD diffusées.

3.4.1.3.3.4.1 Lorsque des récepteurs GNSS utilisant l'ARAIM appliquent des ISD par défaut à certains satellites et des ISD diffusées à d'autres satellites de la même constellation satellitaire de base, le récepteur doit utiliser les ISD par défaut (§ 3.4.1.3.3.3) pour les paramètres définis au § 3.4.1.2.6.2 pour tous les satellites de la constellation satellitaire de base correspondante.

## 3.5 Système de renforcement satellitaire (SBAS)

### 3.5.1 GÉNÉRALITÉS

*Note.— Les paramètres géodésiques auxquels se rapporte cette section sont définis dans le système géodésique mondial WGS-84.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 154  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.1.1 *Description du système et du service SBAS.* Le SBAS se composera d'un sous-système non embarqué et d'un sous-système embarqué. Le sous-système non embarqué fournira au sous-système embarqué les données et les corrections pour les signaux GNSS de mesure de distance en utilisant une ou deux fréquences GNSS diffusées par un satellite. Le sous-système non embarqué diffusera sur la fréquence L1 pour soutenir le service SBAS L1 et/ou sur la fréquence L5 pour soutenir le service SBAS DFMC.

*Note.— Le sous-système SBAS non embarqué peut fournir un signal de mesure de distance à une seule fréquence sur la fréquence SBAS L1, ou un signal de mesure de distance à deux fréquences sous la forme d'une combinaison des signaux transmis sur les fréquences SBAS L1 et SBAS L5.*

3.5.1.2 *Définition de la pseudodistance SBAS.*

3.5.1.2.1 *Lissage par la porteuse.* Le lissage par la porteuse sera défini par le filtre suivant :

$$P_{CSC,k} = \alpha P_{mes} + (1 - \alpha) P_{proj}$$

$$P_{proj} = P_{CSC,k-1} + \Delta distance\_porteuse$$

où : sous-système

$P_{CSC,k}$  = pseudodistance de code lissée par la porteuse à l'instant k ;

$P_{CSC,k-1}$  = valeur précédente de la pseudodistance de code lissée par la porteuse (instant k-1) ;

$P_{mes}$  = pseudodistance mesurée comme il est défini ci-dessous ;

$\Delta distance\_porteuse$  = variation de la distance de la porteuse comme il est défini ci-dessous ;

$\alpha$  = coefficient de pondération, obtenu par division du pas d'échantillonnage par la constante de temps de lissage.

où



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 155  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$$P_{\text{mes}} = \begin{cases} \text{une seule fréquence :} & P_{1,k} \\ \text{sans le retard ionosphérique :} & \frac{\gamma_{12}(P_{1,k}) - (P_{2,k})}{(\gamma_{12} - 1)} \end{cases}$$

où :

$P_{n,k}$  = pseudodistance brute de la fréquence n à l'instant k ;  
 $\gamma_{12}$  = carré du rapport de la fréquence 1 à la fréquence 2 ;

$$\Delta_{\text{distance\_porteuse}} = \begin{cases} \text{une seule fréquence :} & (\varphi_{1,k} - \varphi_{1,k-1}) \\ \text{sans le retard ionosphérique :} & \frac{\gamma_{12}(\varphi_{1,k} - \varphi_{1,k-1}) - (\varphi_{2,k} - \varphi_{2,k-1})}{(\gamma_{12} - 1)} \end{cases}$$

où :

$\varphi_{n,k}$  = porteuse cumulée en mètres pour la fréquence n à l'instant k ;  
 $\varphi_{n,k-1}$  = porteuse cumulée en mètres pour la fréquence n à l'instant k-1.

3.5.1.2.2 *Pseudodistance corrigée.* La pseudodistance corrigée pour un satellite donné i à l'instant t est :

$$PR_{i,\text{corrigée}} = P_{\text{CSC},i} + TC_i + b_i$$

3.5.1.2.2 *Pseudodistance corrigée.* La pseudodistance corrigée pour un satellite donné i à l'instant t est :

$$PR_{i,\text{corrigée}} = P_{\text{CSC},i} + TC_i + b_i$$

où :

$P_{\text{CSC},i}$  = pseudodistance lissée (définie au § 3.5.1.1) ;

$TC_i$  = correction troposphérique (définie au § 3.5.5.3 pour le SBAS) ;

$b_i$  = correction d'horloge.

### 3.5.2 CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES DU SBAS L1

3.5.2.1 *Stabilité de la porteuse.* La stabilité à court terme de la fréquence porteuse (la racine carrée de la variance d'Allan), mesurée à la sortie de l'antenne d'émission du satellite, sera supérieure à  $5 \times 10^{-11}$  pendant un intervalle de 1 à 10 secondes.

3.5.2.2 *Bruit de phase de la porteuse.* La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée sera telle qu'une boucle à verrouillage de phase dont la largeur de bande passante de bruit est égale à 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision de 0,1 radian (1 sigma).

3.5.2.3 *Rayonnement non essentiel.* Sur toutes les fréquences, la puissance du rayonnement non essentiel sera inférieure d'au moins 40 dB à la puissance de la porteuse non modulée.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 156  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.2.4 *Cohérence code-porteuse.* L'écart relatif à court terme (pendant moins de 10 secondes) entre la fréquence de la phase de code et la fréquence porteuse sera inférieur à  $5 \times 10^{-11}$  (écart type). Sur un intervalle plus étendu (inférieur à 100 secondes), l'écart entre la variation de phase du code transmis (convertie en cycles de porteuse par multiplication du nombre de chips de code par 1 540) et la variation de phase de la porteuse, exprimée en cycles, se situera à l'intérieur d'un cycle de porteuse (écart type).

*Note.— La mesure s'entend à la sortie de l'antenne d'émission du satellite et ne comprend pas l'écart entre code et porteuse dû à la réfraction subie par la liaison descendante au passage dans l'ionosphère.*

3.5.2.5 *Perte de corrélation.* La perte de puissance du signal récupéré due aux imperfections de la modulation et à la distorsion ne dépassera pas 1 dB.

*Note.— La perte de puissance du signal est l'écart entre la puissance émise dans une bande de 2,046 MHz et la puissance du signal récupérée par un récepteur sans bruit ni pertes, et présentant une largeur de corrélation de 1 chip et une bande passante de 2,046 MHz.*

3.5.2.6 *Écart maximal sur phase de code.* L'écart maximal entre la phase de code non corrigée du signal L1 émis et le temps équivalent du réseau SBAS (SNT) pour le SBAS L1 ne dépassera pas  $\pm 2^{-20}$  secondes.

3.5.2.7 *Cohérence code-données.* Chaque symbole de 2 ms sera synchrone avec chaque impulsion de code.

3.5.2.8 *Synchronisation des messages.* Le front avant du premier symbole qui dépend du premier bit du message en cours sera diffusé à partir du satellite SBAS en même temps qu'une impulsion SNT de 1 seconde dans le cas du SBAS L1.

3.5.2.9 *Codage à convolution.* Un flot de données à 250 bits par seconde (bit/s) sera codé à raison de deux symboles par bit, selon un codage à convolution de longueur de contrainte 7, afin de générer 500 symboles par seconde (symb/s). Le circuit logique du codeur convolutionnel sera conforme à la figure B-24, la sortie G3 étant active pendant la première moitié de chaque période de quatre millisecondes de bits de données.

3.5.2.10 *Codes pseudo-aléatoires (PRN).* Chaque code PRN sera un code de type Gold d'une longueur de 1 023 bits, lui-même obtenu par addition modulo 2 de deux séquences linéaires de 1 023 bits, G1 et G2i. La séquence G2i sera générée en imposant un certain retard à la séquence G2 (un nombre entier de chips), les différentes valeurs de ce retard étant indiquées au tableau B-61. Chacune des séquences G1 et G2 sera définie comme étant la sortie du dernier des 10 étages d'un registre à décalage à l'entrée duquel est appliquée la somme modulo 2 des étages suivants :

- a) Pour G1 : étages 3 et 10 ;



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 157  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

b) Pour G2 : étages 2, 3, 6, 8, 9 et 10.

Le contenu initial des registres G1 et G2 sera 111111111.

**Tableau B-61. Codes PRN SBAS L1**

| <i>10 premiers chips SBAS</i> |                      |                                   |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|
| <i>(le bit de gauche</i>      |                      |                                   |
| <i>Code</i>                   | <i>Retard imposé</i> | <i>représente le premier chip</i> |
| <i>PRN</i>                    | <i>à G2 (chips)</i>  | <i>émis en binaire)</i>           |
| 120                           | 145                  | 0110111001                        |
| 121                           | 175                  | 0101011110                        |
| 122                           | 52                   | 1101001000                        |
| 123                           | 21                   | 1101100101                        |
| 124                           | 237                  | 0001110000                        |
| 125                           | 235                  | 0111000001                        |
| 126                           | 886                  | 0000001011                        |
| 127                           | 657                  | 1000110000                        |
| 128                           | 634                  | 0010100101                        |
| 129                           | 762                  | 0101010111                        |
| 130                           | 355                  | 1100011110                        |
| 131                           | 1 012                | 1010010110                        |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 158  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|     |     |            |
|-----|-----|------------|
| 132 | 176 | 1010101111 |
| 133 | 603 | 0000100110 |
| 134 | 130 | 1000111001 |
| 135 | 359 | 0101110001 |
| 136 | 595 | 1000011111 |
| 137 | 68  | 0111111000 |
| 138 | 386 | 1011010111 |
| 139 | 797 | 1100111010 |
| 140 | 456 | 0001010100 |
| 141 | 499 | 0011110110 |
| 142 | 883 | 0001011011 |
| 143 | 307 | 0100110101 |
| 144 | 127 | 0111001111 |
| 145 | 211 | 0010001111 |
| 146 | 121 | 1111100010 |
| 147 | 118 | 1100010010 |
| 148 | 163 | 1100100010 |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 159  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|     |       |            |
|-----|-------|------------|
| 149 | 628   | 0101010011 |
| 150 | 853   | 0111011110 |
| 151 | 484   | 1110011101 |
| 152 | 289   | 0001011110 |
| 153 | 811   | 0010111011 |
| 154 | 202   | 1000010110 |
| 155 | 1 021 | 0000000011 |
| 156 | 463   | 1110111000 |
| 157 | 568   | 0110010100 |
| 158 | 904   | 0010011101 |

### 3.5.3 STRUCTURE DES DONNÉES SUR LE SIGNAL SBAS L1

*Note.— Les messages transmis au moyen du signal SBAS L1 sont indépendants de ceux qui le sont au moyen du signal SBAS L5. Les informations transmises au moyen du signal SBAS L1 servent uniquement au service SBAS L1 utilisant le signal C/A L1 du GPS et le signal L1OF du GLONASS (signal FDMA).*

**3.5.3.1 Description générale.** Comme l'indique la figure B-25, tous les messages consisteront en un identificateur de type de message, suivi d'un préambule, d'un champ de données et d'un code de contrôle de redondance cyclique.

**3.5.3.2** *Préambule.* Dans le cas du SBAS L1, le préambule sera formé de la séquence de bits 01010011 10011010 11000110, répartie en trois blocs consécutifs. Le début de chaque préambule de 24 bits coïncidera avec l'impulsion de sous-trame GPS de 6 secondes.





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 160  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.3.3 *Identificateur de type de message*. L'identificateur de type de message L1 sera une séquence de 6 bits indiquant à laquelle des catégories 0 à 63 du tableau B-62 appartient le message. Cet identificateur sera transmis en commençant par le bit de poids fort (MSB).

3.5.3.4 *Champ de données*. Le champ de données L1 se composera de 212 bits (§ 3.5.6). Chacun de ses paramètres sera transmis en commençant par le bit de poids fort.

**Tableau B-62. Types de messages L1 diffusés**

| <i>Type de message L1</i> | <i>Contenu</i>                                                                               |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                         | « Ne pas utiliser » (mode d'essai SBAS) – Le contenu s'applique au service SBAS L1 seulement |
| 1                         | Masque PRN                                                                                   |
| 2 à 5                     | Corrections rapides                                                                          |
| 6                         | Données d'intégrité                                                                          |
| 7                         | Facteur de dégradation des corrections rapides                                               |
| 8                         | De réserve                                                                                   |
| 9                         | Paramètres de mesure de distance GEO                                                         |
| 10                        | Paramètres de dégradation                                                                    |
| 11                        | De réserve                                                                                   |
| 12                        | Paramètres de décalage temps réseau SBAS-temps                                               |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 161  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

UTC

|         |                                                                                     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 13 à 16 | De réserve                                                                          |
| 17      | Almanachs des satellites géostationnaires                                           |
| 18      | Masques des points de grille ionosphérique                                          |
| 19 à 23 | De réserve                                                                          |
| 24      | Combinaison corrections rapides-corrections à long terme des erreurs des satellites |
| 25      | Corrections à long terme des erreurs des satellites                                 |
| 26      | Corrections de retard ionosphérique                                                 |
| 27      | Message de service SBAS                                                             |
| 28      | Matrice de covariance d'horloge et d'éphémérides                                    |
| 29 à 61 | De réserve                                                                          |
| 62      | Réservé – Le contenu s'applique au service SBAS<br>L1 seulement                     |
| 63      | Message vide – Le contenu s'applique au service<br>SBAS L1 seulement                |

*Note.— Les messages L1 (tableau B-62) sont destinés à être utilisés dans le cadre du service SBAS L1, et les messages L5 (tableau B-98), dans le cadre du service SBAS DFMC. Les messages des types 0,62 et 63 sont*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 162  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

utilisés indépendamment à la fois par le service SBAS L1 et par le service SBAS DFMC, et leur contenu ne s'applique qu'au service correspondant.

3.5.3.5 *Contrôle de redondance cyclique (CRC)*. Le code de contrôle de redondance cyclique (CRC) des messages SBAS L1 sera calculé comme il est indiqué au § 3.9.

3.5.3.5.1 La longueur du code CRC sera  $k = 24$  bits.

3.5.3.5.2 Le polynôme générateur du code CRC sera :

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

3.5.3.5.3 Le champ données CRC,  $M(x)$ , sera formé comme suit :

$$M(x) = \sum_{i=1}^{226} m_i x^{226-i} = m_1 x^{225} + m_2 x^{224} + \dots + m_{226} x^0$$

3.5.3.5.4  $M(x)$  sera formé à partir du préambule de 8 bits du message SBAS, de l'identificateur de type de message de 6 bits et du champ de données de 212 bits. L'ordre suivi sera celui dans lequel le satellite SBAS transmet les bits :  $m_1$  correspondra au premier bit du préambule et  $m_{226}$ , au bit 212 du champ de données.

3.5.3.5.5 Le code CRC sera ordonné de manière à ce que  $r_1$  soit le premier bit transmis et  $r_{24}$ , le dernier.

#### 3.5.4 TENEUR DES DONNÉES SBAS L1

3.5.4.1 *Paramètres de masque PRN*. Les paramètres de masque PRN seront définis comme suit :

*Numéro de code PRN* : numéro permettant d'identifier sans ambiguïté le code PRN du satellite et les affectations correspondantes (tableau B-63).

*Masque PRN* : ensemble de 210 valeurs correspondant aux numéros de code PRN du satellite. Seules 51 des 210 valeurs seront utilisées.

*Note.*— Le premier bit transmis du masque PRN correspond au numéro de code PRN « 1 ».

**Tableau B-63. Affectation des numéros de code PRN**

| Numéro de code PRN | Affectation |
|--------------------|-------------|
| 1 – 37             | GPS         |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 163  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

38 – 61                      Numéro de position du satellite GLONASS plus  
37

62 – 119                      De réserve

120 – 158                      SBAS

159 – 210                      De réserve

*Valeur de masque PRN* : l'un des bits du masque PRN ; il indique si les données correspondant au numéro de code PRN de satellite associé (1 à 210) sont fournies.

Codage : 0 = données non fournies

1 = données fournies

*Numéro de masque PRN* : numéro séquentiel (1 à 51) des valeurs de masque définies dans le masque PRN.

*Note.*— Le numéro de masque PRN est « 1 » pour le plus petit numéro de code PRN pour lequel la valeur du masque PRN est « 1 ».

*Identification des données – masque PRN (IODP)* : indicateur d'association entre les données de correction et un masque PRN donné.

*Note.*— Les paramètres sont transmis dans les messages suivants :

- a) masque PRN (constitué de 210 valeurs de masque PRN) : dans un message de type 1 ;
- b) numéro de masque PRN : dans les messages des types 24, 25 et 28 ;
- c) numéro de code PRN : dans un message de type 17 ;
- d) paramètre IODP : dans les messages des types 1 à 5, 7, 24, 25 et 28.

3.5.4.2 Paramètres de la fonction de mesure de distance GEO (orbite géostationnaire). Les paramètres de mesure de distance GEO seront définis comme suit :

$t_{0,GEO}$  : temps de référence applicable aux données de mesure de distance GEO ( exprimé comme heure de la journée).

$[XX_{GG}YY_{GG}ZZ_{GG}]$  : position du satellite géostationnaire au temps  $t_{0,GEO}$ .



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 164  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$[XX'_{GG} YY'_{GG} ZZ'_{GG}]$  : vitesse du satellite géostationnaire au temps  $t_{0,GEO}$ .

$[XX''_{GG} YY''_{GG} ZZ''_{GG}]$  : accélération du satellite géostationnaire au temps  $t_{0,GEO}$ .

$a_{Gf0}$  : décalage temporel entre l'horloge GEO et le temps réseau SBAS (SNT) L1 à l'instant  $t_{0,GEO}$ .

$a_{Gf1}$  : taux de dérive de l'horloge GEO par rapport au temps réseau SBAS L1.

*Erreur de distance pour l'utilisateur (URA)* : indicateur associé à l'erreur type sur la mesure de distance, compte non tenu des effets atmosphériques (tableau B-64).

*Note.*— *Tous ces paramètres sont incorporés aux messages de type 9.*

**Tableau B-64. Erreur de distance pour l'utilisateur (URA)**

| <i>URA</i> | <i>Précision (rms)</i> |
|------------|------------------------|
| 0          | 2 m                    |
| 1          | 2,8 m                  |
| 2          | 4 m                    |
| 3          | 5,7 m                  |
| 4          | 8 m                    |
| 5          | 11,3 m                 |
| 6          | 16 m                   |
| 7          | 32 m                   |
| 8          | 64 m                   |
| 9          | 128 m 10 256 m         |
| 11         | 512 m                  |
| 12         | 1 024 m                |
| 13         | 2 048 m                |
| 14         | 4 096 m                |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 165  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

15

« Ne pas utiliser »

*Note.— Les valeurs de 0 à 14 de l'URA ne sont pas utilisées dans les protocoles pour applications de données (§ 3.5.5). Les récepteurs embarqués n'utiliseront pas la fonction de mesure de distance GEO si l'URA indique « Ne pas utiliser » (§ 3.5.8.3).*

3.5.4.3 *Paramètres d'almanach GEO.* Les paramètres d'almanach seront définis comme suit :

*Numéro de code PRN :* voir le § 3.5.4.1.

*État de fonctionnement :* indication des fonctions assurées par le SBAS. Le tableau B-65 donne les valeurs des identificateurs des fournisseurs de services :

|                      |                                                                                                            |                                               |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Codage : Bit 0 (LSB) | Mesure de distance                                                                                         | Fonction assurée (0) Fonction non assurée (1) |
| Bit 1                | Corrections en précision                                                                                   | Fonction assurée (0) Fonction non assurée (1) |
| Bit 2                | État de fonctionnement du satellite et Fonction assurée (0) Fonction non assurée (1) corrections sommaires |                                               |
| Bits 3               | De réserve                                                                                                 |                                               |
| Bits 4 à 7           | Identificateur de fournisseur de services                                                                  |                                               |

$[XX_{GG,AA} YY_{GG,AA} ZZ_{GG,AA}]$  : position du satellite géostationnaire au temps  $t_{almanach}$ .

$XX'_{GG,AA} YY'_{GG,AA} ZZ'_{GG,AA}$  : vitesse du satellite géostationnaire au temps  $t_{almanach}$ .

$t_{almanach}$  : temps de référence applicable aux données d'almanach GEO ( exprimé comme heure de la journée).

*Note.— Tous ces paramètres sont incorporés aux messages de type 17.*

**Tableau B-65. Identificateurs des fournisseurs de services SBAS**

| Identificateur | Fournisseur de services |
|----------------|-------------------------|
| 0              | WAAS                    |
| 1              | EGNOS                   |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 166  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|   |          |
|---|----------|
| 2 | MSAS     |
| 3 | GAGAN    |
| 4 | SDCM     |
| 5 | BDSBAS   |
| 6 | KASS     |
| 7 | ANGA     |
| 8 | SouthPAN |

11à 13 Réservés au SBAS

14, 15 Réservés

16 à 31 Réservés aux fournisseurs de SBAS  
DFMC

*Note 1.— L'identificateur 14 est utilisé pour le GBAS et ne s'applique pas au SBAS.*

*Note 2.— Les identificateurs 16 à 31 ne peuvent pas être codés dans le message SBAS L1.*

#### 3.5.4.4 PARAMÈTRES DE CORRECTION DIFFUSÉS

3.5.4.4.1 Les paramètres de correction à long terme seront définis comme suit :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 167  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Identification des données (IOD<sub>i</sub>)* : indicateur d'association entre les corrections à long terme applicables au satellite *i* et les éphémérides diffusées par ce même satellite.

*Note 1.— Dans le cas du GPS, le paramètre IOD<sub>i</sub> coïncide avec le paramètre IODE et les 8 bits de poids faible du paramètre IODC (§ 3.1.1.3.1.4 et 3.1.1.3.2.2).*

*Note 2.— Dans le cas du GLONASS, le paramètre IOD<sub>i</sub> indique la période de temps pendant laquelle les données GLONASS doivent être utilisées avec les données SBAS. Il est constitué des deux champs indiqués au tableau B-66.*

$\delta\delta_{xxii}$  : correction des éphémérides le long de l'axe des *x* pour le satellite *i*.

$\delta\delta_{yyii}$  : correction des éphémérides le long de l'axe des *y* pour le satellite *i*.

$\delta\delta_{zzii}$  : correction des éphémérides le long de l'axe des *z* pour le satellite *i*.

$\delta\delta_{ssii,ff0}$  : correction de temps des éphémérides pour le satellite *i*.

$\delta\delta_{xx\dot{x}ii}$  : correction de vitesse des éphémérides pour le satellite *i* le long de l'axe des *x*.

$\delta\delta_{yy\dot{y}ii}$  : correction de vitesse des éphémérides pour le satellite *i* le long de l'axe des *y*.

$\delta\delta_{zz\dot{z}ii}$  : correction de vitesse des éphémérides pour le satellite *i* le long de l'axe des *z*.

$\delta\delta_{ssii,ff1}$  : taux de variation de la correction de temps des éphémérides pour le satellite *i*.

$t_{i,LT}$  : instant d'entrée en vigueur des paramètres  $\delta x_i$ ,  $\delta y_i$ ,  $\delta z_i$ ,  $\delta a_{i,f0}$ ,  $\delta x'_i$ ,  $\delta y'_i$ ,  $\delta z'_i$  et  $\delta a_{i,f1}$ , (exprimée en secondes du jour.)

*Code de vitesse* : indicateur précisant le format des messages (tableaux B-86 et B-87).

Codage : 0 =  $\delta x'_i$ ,  $\delta y'_i$ ,  $\delta z'_i$  et  $\delta a_{i,f1}$  ne sont pas diffusés

1 =  $\delta x'_i$ ,  $\delta y'_i$ ,  $\delta z'_i$  et  $\delta a_{i,f1}$  sont diffusés

*i*

*Note.— Tous ces paramètres sont incorporés aux messages des types 24 et 25.*

3.5.4.4.2 Les paramètres de correction rapide seront définis comme suit :





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 168  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Correction rapide ( $FC_i$ )* : pour le satellite  $i$ , correction de pseudodistance pour les erreurs à variation rapide, autres que les erreurs troposphériques et ionosphériques, qui doivent être ajoutées à la pseudodistance après application de la correction à long terme.

*Note.*— Le récepteur de l'utilisateur corrige les effets troposphériques de manière distincte (§ 3.5.8.4.2 et 3.5.8.4.3).

*Identificateur de type de correction rapide* : indicateur dont la valeur 0, 1, 2 ou 3 permet de déterminer si le message de type 24 contient les données de correction rapide et d'intégrité associées aux numéros de masque PRN contenus respectivement dans les messages des types 2, 3, 4 ou 5.

*Identification des données – corrections rapides ( $IOF_j$ )* : indicateur d'association entre les paramètres  $UDRE_i$  et les corrections rapides. L'indice  $j$  (valeur : de 2 à 5) précise le type de message auquel s'applique le paramètre  $IOF_j$  ( $j$  est égal à l'identificateur de type de correction rapide, plus 2).

*Note.*— L'identificateur de type de correction rapide est incorporé aux messages de type 24. Les paramètres  $FC_i$  sont incorporés aux messages de type 2 à 5 et 24. Les paramètres  $IOF_j$  sont incorporés aux messages de type 2 à 6 et 24.

**Tableau B-66. Paramètre  $IOD_i$  des satellites GLONASS**

| <i>MSB</i>                      | <i>LSB</i>               |
|---------------------------------|--------------------------|
| Intervalle de validité (5 bits) | Temps d'attente (3 bits) |

**3.5.4.5 Paramètres d'intégrité des données de correction rapide ou à long terme.** Les paramètres d'intégrité pour les corrections rapides et à long terme seront définis comme suit :

*$UDRE_i$*  : indicateur définissant le paramètre  $\sigma_{i,UDRE}^2$  relatif au satellite  $i$  (tableau B-67).

*Variance type des erreurs d'horloge et d'éphémérides résiduelles ( $\sigma_{it,UNNUUNN}^2$ )* : variance de la distribution normale associée aux erreurs de mesure de distance différentielle de l'utilisateur relatives au satellite  $i$ , après prise en compte des corrections rapides et à long terme, à l'exclusion des effets atmosphériques et utilisée dans le calcul des niveaux HPL/VPL (§ 3.5.5.6).

*Note.*— Tous ces paramètres sont incorporés aux messages des types 2, 6 et 24.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 169  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-67. Évaluation de UDRE<sub>i</sub>**

| $UDRE_i$ | $\sigma^2_{i,UDRE}$      |
|----------|--------------------------|
| 0        | 0,0520 m <sup>2</sup>    |
| 1        | 0,0924 m <sup>2</sup>    |
| 2        | 0,1444 m <sup>2</sup>    |
| 3        | 0,2830 m <sup>2</sup>    |
| 4        | 0,4678 m <sup>2</sup>    |
| 5        | 0,8315 m <sup>2</sup>    |
| 6        | 1,2992 m <sup>2</sup>    |
| 7        | 1,8709 m <sup>2</sup>    |
| 8        | 2,5465 m <sup>2</sup>    |
| 9        | 3,3260 m <sup>2</sup>    |
| 10       | 5,1968 m <sup>2</sup>    |
| 11       | 20,7870 m <sup>2</sup>   |
| 12       | 230,9661 m <sup>2</sup>  |
| 13       | 2 078,695 m <sup>2</sup> |
| 14       | « Non contrôlés »        |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 170  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

15

« Ne pas utiliser »

3.5.4.6 *Paramètres de corrections ionosphériques*. Les paramètres de corrections ionosphériques seront les suivants :

*Masque IGP* : ensemble de 11 masques de bande de points de grille ionosphérique (tableau B-68).

*Masque de bande IGP* : ensemble de valeurs de masque IGP correspondant aux positions des points de grille ionosphérique constituant l'une des 11 bandes IGP (tableau B-68).

*Valeur de masque IGP* : bit indiquant si des données sont fournies dans la bande IGP considérée relativement au point de grille ionosphérique associé.

Codage : 0 = données non fournies

1 = données fournies

*Nombre de bandes IGP* : nombre de masques de bande spécifiés dans le message.

*Identificateur de bande IGP* : numéro d'identification de la bande ionosphérique considérée (tableau B-68).

*Identificateur de bloc IGP* : code d'identification du bloc IGP considéré. Les blocs IGP sont définis par découpage en groupes de 15 de la séquence de points de grille d'un masque de bande IGP ayant 1 pour valeur de masque. Les blocs sont ensuite numérotés dans l'ordre de transmission des valeurs de masque IGP, en commençant par « 0 ».

**Tableau B-68. Position des points IGP et numéros des bandes**

| Position des points |                                                            | Ordre de transmission à<br>l'intérieur du masque de bande<br>IGP |
|---------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Bande 0             |                                                            |                                                                  |
| 180 O               | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N | 1 – 28                                                           |
| 175 O               | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 29 – 51                                                          |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 171  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|         |                                                            |           |
|---------|------------------------------------------------------------|-----------|
| 170 O   | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 52 – 78   |
| 165 O   | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 79 – 101  |
| 160 O   | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 102 – 128 |
| 155 O   | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 129 – 151 |
| 150 O   | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 152 – 178 |
| 145 O   | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 179 – 201 |
| Bande 1 |                                                            |           |
| 140 O   | 85S, 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 1 – 28    |
| 135 O   | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 29 – 51   |
| 130 O   | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 52 – 78   |
| 125 O   | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 79 – 101  |
| 120 O   | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 102 – 128 |
| 115 O   | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 129 – 151 |
| 110 O   | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 152 – 178 |
| 105 O   | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 179 – 201 |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 172  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|         |                                                            |           |
|---------|------------------------------------------------------------|-----------|
| Bande 2 |                                                            |           |
| 100 O   | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 1 – 27    |
| 95 O    | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 28 – 50   |
| 90 O    | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N | 51 – 78   |
| 85 O    | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 79 – 101  |
| 80 O    | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 102 – 128 |
| 75 O    | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 129 – 151 |
| 70 O    | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 152 – 178 |
| 65 O    | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 179 – 201 |
| Bande 3 |                                                            |           |
| 60 O    | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 1 – 27    |
| 55 O    | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 28 – 50   |
| 50 O    | 85S, 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 51 – 78   |
| 45 O    | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 79 – 101  |
| 40 O    | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 102 – 128 |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 173  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|      |                                                       |           |
|------|-------------------------------------------------------|-----------|
| 35 O | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                     | 129 – 151 |
| 30 O | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 152 – 178 |

| <i>Position des points</i> |                                                            | <i>Ordre de transmission à<br/>l'intérieur du masque de bande<br/>IGP</i> |
|----------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 25 O                       | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 179 – 201                                                                 |
| <b>Bande 4</b>             |                                                            |                                                                           |
| 20 O                       | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 1 – 27                                                                    |
| 15 O                       | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 28 – 50                                                                   |
| 10 O                       | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 51 – 77                                                                   |
| 5 O                        | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 78 – 100                                                                  |
| 0                          | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N | 101 – 128                                                                 |
| 5 E                        | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 129 – 151                                                                 |
| 10 E                       | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 152 – 178                                                                 |
| 15 E                       | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 179 – 201                                                                 |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 174  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Bande 5**

|      |                                                            |           |
|------|------------------------------------------------------------|-----------|
| 20 E | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 1 – 27    |
| 25 E | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 28 – 50   |
| 30 E | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 51 – 77   |
| 35 E | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 78 – 100  |
| 40 E | 85S, 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 101 – 128 |
| 45 E | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 129 – 151 |
| 50 E | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 152 – 178 |
| 55 E | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 179 – 201 |

**Bande 6**

|      |                                                       |           |
|------|-------------------------------------------------------|-----------|
| 60 E | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 1 – 27    |
| 65 E | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                     | 28 – 50   |
| 70 E | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 51 – 77   |
| 75 E | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                     | 78 – 100  |
| 80 E | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 101 – 127 |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 175  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                            |                                                            |                                                                           |
|----------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 85 E                       | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 128 – 150                                                                 |
| 90 E                       | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N | 151 – 178                                                                 |
| 95 E                       | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 179 – 201                                                                 |
| Bande 7                    |                                                            |                                                                           |
| 100 E                      | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 1 – 27                                                                    |
| 105 E                      | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 28 – 50                                                                   |
| 110 E                      | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 51 – 77                                                                   |
| 115 E                      | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 78 – 100                                                                  |
| 120 E                      | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 101 – 127                                                                 |
| 125 E                      | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 128 – 150                                                                 |
| 130 E                      | 85S, 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 151 – 178                                                                 |
| 135 E                      | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 179 – 201                                                                 |
| <i>Position des points</i> |                                                            | <i>Ordre de transmission à<br/>l'intérieur du masque de bande<br/>IGP</i> |
| Bande 8                    |                                                            |                                                                           |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 176  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|          |                                                       |           |
|----------|-------------------------------------------------------|-----------|
| 140 E    | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 1 – 27    |
| 145 E    | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                     | 28 – 50   |
| 150 E    | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 51 – 77   |
| 155 E    | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                     | 78 – 100  |
| 160 E    | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 101 – 127 |
| 165 E    | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                     | 128 – 150 |
| 170 E    | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 151 – 177 |
| 175 E    | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                     | 178 – 200 |
| Bande 9  |                                                       |           |
| 60 N     | 180O, 175O, 170O, ..., 165E, 170E, 175E               | 1 – 72    |
| 65 N     | 180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E               | 73 – 108  |
| 70 N     | 180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E               | 109 – 144 |
| 75 N     | 180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E               | 145 – 180 |
| 85 N     | 180O, 150O, 120O, ..., 90E, 120E, 150E                | 181 – 192 |
| Bande 10 |                                                       |           |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 177  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|      |                                         |           |
|------|-----------------------------------------|-----------|
| 60 S | 180O, 175O, 170O, ..., 165E, 170E, 175E | 1 – 72    |
| 65 S | 180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E | 73 – 108  |
| 70 S | 180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E | 109 – 144 |
| 75 S | 180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E | 145 – 180 |
| 85 S | 170O, 140O, 110O, ..., 100E, 130E, 160E | 181 – 192 |

*Intervalle de validité (V)* : intervalle de temps pendant lequel les données des éphémérides GLONASS sont applicables (codées avec un décalage de 30 s) (tableau B-69).

*Temps d'attente (L)* : intervalle entre l'instant où l'élément sol reçoit les dernières éphémérides GLONASS et l'instant de transmission par le satellite géostationnaire ( $t_{ltc}$ ) du premier bit du message de correction à long terme (tableau B-30).

$IODI_k$  : indicateur signalant à quel instant le  $k^e$  masque de bande IGP change.

*Estimation du retard à la verticale du point IGP* : valeur estimée du retard que subirait un signal à 1 575,42 MHz traversant l'ionosphère à la verticale du point IGP considéré.

Codage : la séquence de bits 11111111 signifie « Ne pas utiliser ».

$GIVEI_i$  : indicateur définissant le paramètre  $\sigma_{i,GIVE}^2$  (tableau B-71).

*Variance type des erreurs résiduelles dues à la propagation ionosphérique ( $\sigma_{it,GGISSNN}^2$ )* : variance de la distribution normale associée à l'erreur ionosphérique verticale résiduelle au point IGP d'un signal L1.

*Note.*— Tous ces paramètres sont incorporés aux messages des types 18 et 26.

**Tableau B-69. Intervalle de validité**

| Données | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|---------|---------------|------------------|------------|
|---------|---------------|------------------|------------|



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 178  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                            |   |            |      |
|----------------------------|---|------------|------|
| Intervalle de validité (V) | 5 | 30 à 960 s | 30 s |
|----------------------------|---|------------|------|

## **Temps d'attente**

**Tableau B-70.**

| <i>Données</i>      | <i>Bits utilisés</i> | <i>Plage de valeurs</i> | <i>Résolution</i> |
|---------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| Temps d'attente (L) | 3                    | 0 à 120 s               | 30 s              |

**Tableau B-71. Évaluation de  $GIVEI_i$**

| $GIVEI_i$ | $\sigma_{ii}2,GGIISNN$ |
|-----------|------------------------|
| 0         | 0,0084 m <sup>2</sup>  |
| 1         | 0,0333 m <sup>2</sup>  |
| 2         | 0,0749 m <sup>2</sup>  |
| 3         | 0,1331 m <sup>2</sup>  |
| 4         | 0,2079 m <sup>2</sup>  |
| 5         | 0,2994 m <sup>2</sup>  |
| 6         | 0,4075 m <sup>2</sup>  |
| 7         | 0,5322 m <sup>2</sup>  |
| 8         | 0,6735 m <sup>2</sup>  |
| 9         | 0,8315 m <sup>2</sup>  |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 179  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|    |                         |
|----|-------------------------|
| 10 | 1,1974 m <sup>2</sup>   |
| 11 | 1,8709 m <sup>2</sup>   |
| 12 | 3,3260 m <sup>2</sup>   |
| 13 | 20,787 m <sup>2</sup>   |
| 14 | 187,0826 m <sup>2</sup> |
| 15 | « Non contrôlé »        |

3.5.4.7 *Paramètres de dégradation.* S'ils sont utilisés, les paramètres de dégradation seront définis comme suit :

*Indicateur de facteur de dégradation des corrections rapides ( $a_i$ ) :* indicateur du facteur de dégradation des corrections rapides ( $a_i$ ) pour le satellite  $i$  (tableau B-72).

*Note.— Le paramètre  $a_i$  permet aussi de définir le délai d'expiration des corrections rapides (§ 3.5.8.1.2).*

**Tableau B-72. Facteur de dégradation des corrections rapides**

| <i>Indicateur de facteur<br/>de dégradation (<math>a_i</math>)</i> | <i>Facteur de dégradation<br/>(<math>a_i</math>)</i> |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 0                                                                  | 0,0 mm/s <sup>2</sup>                                |
| 1                                                                  | 0,05 mm/s <sup>2</sup>                               |
| 2                                                                  | 0,09 mm/s <sup>2</sup>                               |
| 3                                                                  | 0,12 mm/s <sup>2</sup>                               |
| 4                                                                  | 0,15 mm/s <sup>2</sup>                               |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 180  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|    |                        |
|----|------------------------|
| 5  | 0,20 mm/s <sup>2</sup> |
| 6  | 0,30 mm/s <sup>2</sup> |
| 7  | 0,45 mm/s <sup>2</sup> |
| 8  | 0,60 mm/s <sup>2</sup> |
| 9  | 0,90 mm/s <sup>2</sup> |
| 10 | 1,50 mm/s <sup>2</sup> |
| 11 | 2,10 mm/s <sup>2</sup> |
| 12 | 2,70 mm/s <sup>2</sup> |
| 13 | 3,30 mm/s <sup>2</sup> |
| 14 | 4,60 mm/s <sup>2</sup> |
| 15 | 5,80 mm/s <sup>2</sup> |

*Temps d'attente système ( $t_{lat}$ )* : intervalle séparant le début de la dégradation des corrections rapides et le temps de référence de l'indicateur de la distance différentielle estimée de l'utilisateur (UDREI).

$B_{rrc}$  : paramètre fixant la limite des erreurs dues au bruit et à l'arrondissement, aux fins du calcul, de la dégradation du taux de correction de distance (§ 3.5.5.6.2.2).

$C_{ltc\_lsb}$  : erreur d'arrondi maximale liée à la résolution des caractéristiques orbitales et des données d'horloge.

$C_{ltc\_v1}$  : erreur de vitesse liée à l'écart maximal observé sur le taux de variation de distance entre les messages manqués en raison des différences entre les fréquences d'horloge et les vitesses de révolution.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 181  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$I_{ltc\_v1}$  : intervalle de mise à jour des corrections à long terme quand le code de vitesse est « 1 » (§ 3.5.4.4.1).

$C_{ltc\_v0}$  : paramètre fixant la limite de l'écart séparant deux corrections à long terme consécutives pour les satellites dont le code de vitesse est « 0 ».

$I_{ltc\_v0}$  : intervalle minimal de mise à jour pour les corrections à long terme quand le code de vitesse est « 0 » (voir le § 3.5.4.4.1).

$C_{GEO\_lsb}$  : erreur d'arrondi maximale liée à la résolution des caractéristiques orbitales et des données d'horloge.

$C_{GEO\_v}$  : erreur de vitesse liée à l'écart maximal observé sur le taux de variation de distance entre les messages manqués en raison des différences entre les fréquences d'horloge et les vitesses de révolution.

$I_{GEO}$  : intervalle de mise à jour des messages émis par la fonction de mesure de distance GEO.

$C_{er}$  : valeur limite de l'erreur résiduelle due à l'utilisation des données d'approche de précision ou NPV au-delà du délai d'expiration.

$C_{iono\_step}$  : valeur limite de la différence entre les retards des points de grille ionosphérique successifs.

$I_{iono}$  : intervalle minimal de mise à jour des messages de correction des effets ionosphériques.

$C_{iono\_ramp}$  : taux de variation des corrections d'effets ionosphériques.

$RSS_{UDRE}$  : indicateur précisant le mode de sommation des corrections rapides ou à long terme résiduelles.

Codage : 0 = sommation linéaire  
1 = résultante quadratique

$RSS_{iono}$  : indicateur précisant le mode de sommation des corrections d'effets ionosphériques résiduelles.

Codage : 0 = sommation linéaire  
1 = résultante quadratique

$C_{covariance}$  : terme employé pour compenser les effets de la quantification lorsque le message de type 28 est utilisé.

*Note 1.— Les paramètres  $a_i$  et  $t_{lat}$  font partie des messages de type 7. Tous les autres sont incorporés aux messages de type 10.*

*Note 2.— Si le message de type 28 n'est pas diffusé, le terme  $C_{covariance}$  ne s'applique pas.*

3.5.4.8 Paramètres de temps. S'ils sont utilisés, les paramètres de temps seront définis comme suit :

*Identificateur de temps de référence UTC* : indicateur précisant le type de temps UTC utilisé (tableau B-73).



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 182  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Heure de la semaine GPS* : nombre de secondes écoulées depuis la fin de la semaine GPS précédente (analogue au paramètre défini au § 3.1.1.2.6.1, mais avec une résolution de 1 seconde).

*Numéro de semaine GPS (WN)* : voir le § 3.1.1.2.6.2.

*Indicateur GLONASS* : drapeau indiquant si les paramètres de temps GLONASS sont fournis.

Codage : 0 = les paramètres temporels GLONASS ne sont pas  
fournis ; 1 = les paramètres temporels GLONASS sont  
fournis.

*Écart temporel GLONASS ( $\delta a_{i, \text{GLONASS}}$ )* : paramètre qui représente la partie stable de l'écart entre le temps GLONASS et le temps réseau SBAS.

*Note.*— Si le SBAS ne prend pas en charge le GLONASS, le paramètre  $\delta a_{i, \text{GLONASS}}$  ne s'applique pas.

*Paramètres UTC* :  $A_{1\text{SNT}}$ ,  $A_{0\text{SNT}}$ ,  $t_{0t}$ ,  $WN_t$ ,  $\Delta t_{\text{LS}}$ ,  $WN_{\text{LSF}}$ ,  $DN$  et  $\Delta t_{\text{LSF}}$  sont les paramètres décrits au § 3.1.1.3.3.6, mis à part le fait que les paramètres SBAS relient l'heure du réseau SBAS au temps UTC et non au temps GPS.

*Note.*— Tous ces paramètres sont incorporés aux messages de type 12.

**Tableau B-73. Identificateur de temps de référence UTC**

| Identificateur | Description                                                                                 |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0              | Temps UTC du National Institute of Information and Communications Technology, Tokyo (Japon) |
| 1              | Temps UTC du National Institute of Standards and Technology des États-Unis                  |
| 2              | Temps UTC du United States Naval Observatory                                                |
| 3              | Temps UTC de l'Observatoire de Paris                                                        |
| 4              | Réservé (temps UTC d'un laboratoire européen)                                               |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 183  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

5 Temps UTC du National Time Service Center  
de la Chinese Academy of Sciences

6 Réservé

7 Temps UTC non fourni

8 à 15 Réservés au SBAS DFMC

*Note.— Les identificateurs de temps de référence UTC 8 à 15 ne peuvent pas être codés dans le message SBAS L1.*

**3.5.4.9 Paramètres caractéristiques de la région de service.** Les paramètres caractérisant la région de service seront définis comme suit :

**Identification des données – service (IODS)** : indicateur signalant toute modification de service dans la région considérée.

**Nombre de messages de service** : nombre de messages de service SBAS de type 27 différents diffusés. (La valeur est codée avec un décalage de 1.)

**Numéro de message de service** : numéro séquentiel identifiant le message dans l'ensemble de messages de type 27 en cours de diffusion (allant de 1 au nombre de messages de service, codés avec un décalage de 1).

**Nombre de régions** : nombre de régions de service pour lesquelles des coordonnées sont diffusées dans le message.

**Code de priorité** : indication de la priorité d'un message lorsque deux messages définissent des régions qui se chevauchent. Le message dont le code de priorité est le plus élevé a préséance. Si les codes de priorité sont les mêmes, le message dont la valeur  $\delta$ UDRE est la moins élevée a préséance.

**Indicateur  $\delta$ UDRE – intérieur** : indication du facteur de dégradation UDRE régional ( $\delta$ UDRE) applicable aux endroits situés à l'intérieur d'une région définie dans le message, conformément au tableau B-74.





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 184  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Indicateur  $\delta UDRE$  – extérieur* : indication du facteur de dégradation UDRE régional ( $\delta UDRE$ ) applicable aux endroits situés à l'extérieur de toutes les régions définies dans tous les messages de type 27 en cours, conformément au tableau B-74.

*Coordonnée (latitude)* : latitude d'un angle d'une région.

*Coordonnée (longitude)* : longitude d'un angle d'une région.

**Tableau B-74. Évaluation de l'indicateur  $\delta UDRE$**

| <i>Indicateur <math>\delta UDRE</math></i> | <i><math>\delta UDRE</math></i> |
|--------------------------------------------|---------------------------------|
| 0                                          | 1                               |
| 1                                          | 1,1                             |
| 2                                          | 1,25                            |
| 3                                          | 1,5                             |
| 4                                          | 2                               |
| 5                                          | 3                               |
| 6                                          | 4                               |
| 7                                          | 5                               |
| 8                                          | 6                               |
| 9                                          | 8                               |
| 10                                         | 10                              |
| 11                                         | 20                              |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 185  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|    |     |
|----|-----|
| 12 | 30  |
| 13 | 40  |
| 14 | 50  |
| 15 | 100 |

*Décalage temporel GLONASS L1 ( $\delta a_{i, \text{GLONASS}}$ )* : paramètre transmis au moyen du signal L1 qui représente la partie stable du décalage entre le temps GLONASS L1 et le temps réseau SBAS L1.

*Note.*— Si le SBAS L1 ne prend pas en charge le GLONASS, le paramètre  $\delta a_{i, \text{GLONASS}}$  ne s'applique pas.

*Forme de la région* : indication de la forme de la région (triangulaire ou quadrangulaire).

Codage : 0 = triangulaire

1 = quadrangulaire

*Note 1.*— La coordonnée 3 a la coordonnée 1 (latitude) et la coordonnée 2 (longitude). Si la région est quadrangulaire, la coordonnée 4 a la coordonnée 2 (latitude) et la coordonnée 1 (longitude). La région est délimitée en joignant les coordonnées dans la séquence 1-2-3-1 (région triangulaire) et 1-3-2-4-1 (région quadrangulaire). Les segments de la limite ont soit une latitude constante, soit une longitude constante ou une pente constante en degrés de latitude par degré de longitude. Le changement de latitude ou de longitude sur tout segment de limite entre deux coordonnées est inférieur à  $\pm 180^\circ$ .

*Note 2.*— Tous ces paramètres sont incorporés aux messages de type 27.

3.5.4.10 *Paramètres de la matrice de covariance horloge-éphémérides*. Les paramètres de la matrice de covariance horloge-éphémérides seront les suivants :

*Numéro de masque PRN* : voir le § 3.5.4.1.

*Exposant d'échelle* : terme servant à calculer l'échelle utilisée pour coder les éléments de la factorisation de Cholesky.

*Éléments de la factorisation de Cholesky ( $E_{i,j}$ )* : éléments d'une matrice triangulaire supérieure qui compresse les données de la matrice de covariance de l'horloge et des éphémérides. Ces éléments sont utilisés pour calculer le facteur de dégradation UDRE ( $\delta \text{UDRE}$ ) en fonction de la position de l'utilisateur.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 186  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

#### 3.5.5 DÉFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNÉES SBAS L1

*Note.— Cette section contient la définition des paramètres qui ne sont pas transmis ; ces paramètres sont toutefois utilisés par les éléments embarqués ou non embarqués et définissent des termes appliqués pour déterminer la solution de navigation et son intégrité. Ces paramètres assurent l'interopérabilité du SBAS.*

##### 3.5.5.1 DONNÉES DE POSITION ET D'HORLOGE DES SATELLITES GÉOSTATIONNAIRES

3.5.5.1.1 *Position estimée du satellite géostationnaire.* La position estimée d'un satellite géostationnaire à un instant quelconque  $t_k$  est :

$$\begin{aligned} X_G &= X_G + \dot{X}_G (t - t_{0,GEO}) + \frac{1}{2} \ddot{X}_G (t - t_{0,GEO})^2 \\ Y_G &= Y_G + \dot{Y}_G (t - t_{0,GEO}) + \frac{1}{2} \ddot{Y}_G (t - t_{0,GEO})^2 \\ Z_G &= Z_G + \dot{Z}_G (t - t_{0,GEO}) + \frac{1}{2} \ddot{Z}_G (t - t_{0,GEO})^2 \end{aligned}$$

3.5.5.1.2 *Correction d'horloge du satellite géostationnaire.* La correction d'horloge d'un satellite géostationnaire SBAS  $i$  est appliquée selon l'équation ci-dessous :

$$t = t_G - \Delta t_G$$

où :

$t$  = heure du réseau SBAS (SNT)

$t_G$  = temps indiqué par la phase de code du satellite géostationnaire

$\Delta t_G$  = déphasage de code du satellite géostationnaire

3.5.5.1.2.1 Le déphasage de code ( $\Delta t_G$ ) à un instant quelconque  $t$  est :

$$\Delta t_G = a_{Gf0} + a_{Gf1} (t - t_{0,GEO})$$

l'expression  $(t - t_{0,GEO})$  étant corrigée de façon à tenir compte du changement de journée.

##### 3.5.5.2 CORRECTIONS À LONG TERME

3.5.5.2.1 *Correction d'horloge GPS.* La correction d'horloge d'un satellite GPS  $i$  est appliquée selon l'équation ci-dessous :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 187  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$$t = t_{SV,i} - [(\Delta t_{SV,i})_{L1} + \delta \Delta t_{SV,i}]$$

où :

$t$  = heure du réseau SBAS

$t_{SV,i}$  = temps du satellite GPS au moment de la transmission du message

$(\Delta t_{SV,i})_{L1}$  = phase de code PRN du satellite (§ 3.1.2.2)

$\delta \Delta t_{SV,i}$  = correction du déphasage de code

3.5.5.2.1.1 La correction de déphasage ( $\delta \Delta t_{SV,i}$ ) d'un satellite GPS ou SBAS à un instant quelconque  $t_k$  est :

$$\delta \Delta t_{SV,i} = \delta a_{i,f0} + \delta a_{i,f1} (t_k - t_i, LT)$$

3.5.5.2.2 *Correction d'horloge GLONASS*. La correction d'horloge d'un satellite GLONASS  $i$  est appliquée selon l'équation ci-dessous :

$$t = t_{SV,i} + \tau_n(t_b) - \gamma_n(t_b)(t_{SV,i} - t_b) - \delta \Delta t_{SV,i}$$

où :

$t$  = réseau SBAS

$t_{SV,i}$  = temps du satellite GLONASS au moment de la

transmission du message  $t_b, \tau_n(t_b), \gamma_n(t_b)$  = paramètres temporels

GLONASS définis au § 3.2.2.2  $\delta \Delta t_{SV,i}$  = correction du déphasage de code

La correction de déphasage de code  $\delta \Delta t_{SV,i}$  d'un satellite GLONASS  $i$  est :

$$\delta \Delta t_{SV,i} = \delta a_{i,f0} + \delta a_{i,f1}(t - t_i, LT) + \delta a_{i, GLONASS}$$

où  $(t - t_{i,LT})$  est corrigé pour tenir compte du changement de journée. Si le code de vitesse = 0, alors  $\delta a_{i,f} = 0$ .

3.5.5.2.3 *Correction de la position du satellite*. Le vecteur de position SBAS corrigé du satellite  $i$  de la ou des constellations satellitaires de base ou du SBAS à l'instant  $t$  est :

$$x_i = x_i + \delta x_i \quad \delta x'_i$$

$$y_i = y_i + \delta y_i + \delta y'_i \quad t - t_{i,LT} \quad z_i \text{ corrigé } z_i$$

$$\delta z_i \quad \delta z'_i$$

où :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 188  
 Révision : 04  
 Date : 10/11/2025

$(t - t_{i,LT})$  est corrigé de façon à tenir compte du changement de journée.

$[x_i \ y_i \ z_i]^T$  est le vecteur de position du satellite de la ou des constellations satellitaires de base ou du SBAS (§ 3.1.2.3, 3.2.2.3 et 3.5.5.1.1).

Si le code de vitesse est 0, alors  $[\delta x' \ \delta y' \ \delta z']^T = [0 \ 0 \ 0]^T$ .

**3.5.5.3 Corrections de pseudodistance.** La pseudodistance corrigée d'un satellite  $i$  à l'instant  $t$  est :

$$PR_{i,\text{corrigé}} = PR_i + FC_i + RRC_i (t - t_{i,0f}) + IC_i + TC_i$$

où :

$PR_i$  = pseudodistance mesurée après application de la correction d'horloge du satellite

$FC_i$  = correction rapide

$RRC_i$  = taux de correction de distance

$IC_i$  = correction des effets ionosphériques

$TC_i$  = correction des effets troposphériques (valeur négative représentant le retard troposphérique)

$t_{i,0f}$  = instant d'entrée en vigueur des corrections rapides les plus récentes (début de l'impulsion de la seconde SNT coïncidant avec la transmission par le satellite SBAS du premier symbole du bloc-message)

**3.5.5.4 Taux de correction de distance.** Le taux de correction de distance du satellite  $i$  est :

$$RRC_i = \begin{cases} \frac{FC_{i,\text{actuelle}} - FC_{i,\text{précédente}}}{t_{i,0f} - t_{i,0f\_précédente}}, & a_{i,i} \neq 0 \\ 0, & a_{i,i} = 0 \end{cases}$$

où :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 189  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$FC_{i,actuelle}$  = correction rapide la plus récente

$FC_{i,précédente}$  = correction rapide antérieure

$t_{i,of}$  = instant d'entrée en vigueur de  $FC_{i,actuelle}$

$t_{i,of\_précédente}$  = instant d'entrée en vigueur de  $FC_{i,précédente}$

$a_i$  = facteur de dégradation de la correction rapide (voir le tableau B-72).

#### 3.5.5.5 CORRECTIONS DES EFFETS IONOSPHERIQUES TRANSMISES

3.5.5.5.1 *Position des points de pénétration ionosphérique (IPP)*. Le point d'intersection du segment de ligne récepteur satellite avec l'ellipsoïde situé à 350 km au-dessus de l'ellipsoïde du WGS-84 est appelé point de pénétration ionosphérique (ou point IPP). Sa position est donnée par sa latitude ( $\varphi_{pp}$ ) et sa longitude ( $\lambda_{pp}$ ) WGS-84.

3.5.5.5.2 *Corrections ionosphériques*. Les corrections des effets ionosphériques, pour le satellite  $i$  sont :

$$I_{Ci} = - F_{pp} t_{vpp}$$

où :

$T_{vpp}$  = estimée du retard ionosphérique dans le sens vertical, après interpolation (§ 3.5.5.5.3)

$R_e$  = 6 378,1363 km

$\theta_i$  = angle de site du satellite  $i$

$h_l$  = 350 km



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 190  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.—*

*Dans le cas*

*des satellites GLONASS, la correction ionosphérique (IC<sub>i</sub>) doit être multipliée par le carré du rapport entre les fréquences du GLONASS et les fréquences du GPS ( $f_{\text{GLONASS}}/f_{\text{GPS}}$ )<sup>2</sup>.*

3.5.5.5.3 Valeur estimée du retard ionosphérique dans le sens vertical, après interpolation. Quatre points étant connus, l'interpolation de la valeur estimée du retard ionosphérique dans le sens vertical à la latitude  $\varphi_{pp}$  et à la longitude  $\lambda_{pp}$  donne :

$$\tau_{vpp} = \sum_{k=1}^4 W_k \tau_{vk}$$

où :

$\tau_{vk}$  : valeurs transmises du retard mesuré dans le sens vertical au sommet k de la grille IGP (figure B-26).

$$W_1 = x_{pp} y_{pp}$$

$$W_2 = (1 - x_{pp}) y_{pp}$$

$$W_3 = (1 - x_{pp}) (1 - y_{pp})$$

$$W_4 = x_{pp} (1 - y_{pp})$$

3.5.5.5.3.1 Pour les points IPP situés entre 85°N et 85°S :

$$x_{pp} = \frac{\lambda_{pp} - \lambda_1}{\lambda_2 - \lambda_1}$$

$$y_{pp} = \frac{\phi_{pp} - \phi_1}{\phi_2 - \phi_1}$$

où :

$\lambda_1$  = longitude des points IGP situés à l'ouest du point IPP considéré

$\lambda_2$  = longitude des points IGP situés à l'est du point IPP considéré

$\phi_1$  = latitude des points IGP situés au sud du point IPP considéré

$\phi_2$  = latitude des points IGP situés au nord du point IPP considéré

*Note.— Si  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$  sont à cheval sur le méridien 180°, le calcul de  $x_{pp}$  doit tenir compte de la discontinuité des valeurs de longitude.*

3.5.5.5.3.2 Pour les points IPP situés au nord du 85° parallèle nord ou au sud du 85° parallèle sud :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 191  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$$\phi_{pp} - 85^\circ \quad y_{pp} =$$

—————

$$10^\circ$$

$$y_{pp} = \frac{|\phi_{pp}| - 85^\circ}{10^\circ}$$

$$x_{pp} = \frac{\lambda_{pp} - \lambda_3}{90^\circ} \times (1 - 2 y_{pp}) + y_{pp}$$

où :

- $\lambda_1$  = longitude du deuxième point IGP situé à l'est du point IPP considéré
- $\lambda_2$  = longitude du deuxième point IGP situé à l'ouest du point IPP considéré
- $\lambda_3$  = longitude du point IGP le plus proche à l'ouest du point IPP considéré
- $\lambda_4$  = longitude du point IGP le plus proche à l'est du point IPP considéré

Trois points étant connus, l'interpolation de la valeur estimée du retard ionosphérique dans le sens vertical est donnée par :

3.5.5.5.3.3 Pour les points situés entre 75°S et 75°N :

$$\tau_{vpp} = \sum_{k=1}^3 W_k \tau_{vk}$$

3.5.5.5.3.4  $x_{pp}$  et  $y_{pp}$  sont calculés pour une interpolation à quatre points, à ceci près que  $\lambda_1$  et  $\phi_1$  sont toujours la longitude et la latitude du point IGP2, et  $\lambda_2$  et  $\phi_2$ , les autres longitude et latitude. IGP2 est toujours le sommet opposé à l'hypoténuse du triangle défini par les trois points, IGP1 est à la même longitude que IGP2 et IGP3 est à la même latitude que IGP2 (figure B-27).

3.5.5.5.3.5 Pour les points situés au nord du 75° parallèle nord ou au sud du 75° parallèle sud, l'interpolation à partir de trois points n'est pas possible.

3.5.5.5.4 *Sélection des points de grille ionosphérique*. Le protocole de sélection des points de grille ionosphérique (ou points IGP) est le suivant :

- a) Cas d'un point IPP situé entre 60°N et 60°S :
  - 1) s'il existe quatre points IGP formant une cellule de 5 degrés de côté autour du point IPP et que ces points sont positionnés à « 1 » dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 192  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

- 2) au cas contraire, s'il existe trois points formant un triangle rectangle autour du point IPP, les deux côtés de l'angle droit mesurant 5 degrés, et que ces points sont positionnés à « 1 » dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
- 3) au cas contraire, s'il existe quatre points formant une cellule de 10 degrés de côté autour du point IPP et que ces points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
- 4) au cas contraire, s'il existe trois points formant un triangle rectangle autour du point IPP, les deux côtés de l'angle droit mesurant 10 degrés, et que ces points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
- 5) sinon, aucune correction des effets ionosphériques ne peut être fournie.
- b) Cas d'un point IPP situé entre 60°N et 75°N ou entre 60°S et 75°S :
  - 1) s'il existe quatre points IGP formant une cellule de 5 degrés de latitude sur 10 degrés de longitude autour du point IPP et que ces points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
  - 2) au cas contraire, s'il existe trois points formant un triangle autour du point IPP, les deux côtés de l'angle droit mesurant 5 degrés de latitude et 10 degrés de longitude, et que ces trois points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
  - 3) au cas contraire, s'il existe quatre points formant une cellule de 10 degrés de côté autour du point IPP et que ces points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
  - 4) au cas contraire, s'il existe trois points formant un triangle autour du point IPP, les deux côtés de l'angle droit mesurant 10 degrés, et que ces trois points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
  - 5) sinon, aucune correction des effets ionosphériques ne peut être fournie.
- c) Cas d'un point IPP situé entre 75°N et 85°N ou entre 75°S et 85°S :
  - 1) si les deux points IGP les plus proches sur le 75° parallèle et les deux points IGP les plus proches sur le 85° parallèle (distants de 30° de longitude dans le cas des bandes 9 et 10, de 90° dans les autres cas) sont positionnés à 1 dans le masque IGP, une cellule de 10 degrés de côté est créée par interpolation linéaire entre les points IGP du 85° parallèle, ce qui donne les points IGP virtuels situés aux mêmes longitudes que les points IGP du 75° parallèle ;
  - 2) sinon, aucune correction des effets ionosphériques ne peut être fournie.
- d) Cas d'un point IPP situé au nord du 85° parallèle nord :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 193  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

- 1) si les quatre points IGP situés à 85° de latitude nord et aux longitudes 180°O, 90°O, 0° et 90°E sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
- 2) sinon, aucune correction des effets ionosphériques ne peut être fournie.
- e) Cas d'un point IPP situé au sud du 85° parallèle sud :
  - 1) si les quatre points IGP situés à 85° de latitude sud et aux longitudes 140°O, 50°O, 40°E et 130°E sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
  - 2) sinon, aucune correction des effets ionosphériques ne peut être fournie.

*Note.— La sélection des points IGP ne dépend que des informations fournies par le masque IGP, peu importe pour l'état de ces points (« contrôlé », « non contrôlé » ou « à ne pas utiliser »). Si l'un quelconque des points retenus est à l'état « Ne pas utiliser », la correction des effets ionosphériques ne peut être établie. Dans le cas d'une sélection de quatre points, si l'un d'eux est à l'état « Non contrôlé », l'interpolation se fait sur les trois autres, à condition qu'ils forment un triangle autour du point IPP.*

3.5.5.6 Niveaux de protection. Les niveaux de protection horizontal (HPL) et vertical (VPL) sont :

$$\begin{aligned} & \{ K_{H,NPA} \times d_{\text{major}} \text{ du mode en route au mode approche classique} \\ \text{HPLSBAS} = & K_{H,PA} \times d_{\text{major}} \text{ du mode approche de précision au mode APV} \\ & \text{VPLSBAS} = K_{V,PA} \times dV \end{aligned}$$

où :

$d^2_v = \sum_{i=1}^N s_{v,i}^2 \sigma_i^2$  = variance de la distribution associée au modèle qui englobe la distribution des erreurs vraies suivant l'axe vertical.

Dans ces équations :

$2 = \sum_{i=1}^N s_{x,i}^2 \sigma_i^2$  = variance de la distribution associée au modèle qui englobe la distribution des erreurs vraies suivant l'axe des x.

$d_x$  variance de la distribution associée au modèle qui englobe la distribution des erreurs vraies

$$d_y^2 = \sum_{i=1}^N s_{y,i}^2 \sigma_i^2 \quad \text{di} = \text{suivant l'axe des y.}$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 194  
 Révision : 04  
 Date : 10/11/2025

$N d_{xy} = s_{x,i} s_{y,i} \sigma_i^2$  = covariance de la distribution associée au modèle suivant  
 l'axe des x et l'axe des y.

$i=1$

où :

$s_{x,i}$  = dérivée partielle de la composante de l'erreur de position suivant l'axe des x par rapport à l'erreur de pseudodistance commise sur le satellite i.

$s_{y,i}$  = dérivée partielle de la composante de l'erreur de position suivant l'axe des y par rapport à l'erreur de pseudodistance commise sur le satellite i.

$s_{v,i}$  = dérivée partielle de la composante de l'erreur de position suivant l'axe vertical par rapport à l'erreur de pseudodistance commise sur le satellite i.

$$\sigma_{2i}^2 = \sigma_{2i,flt}^2 + \sigma_{2i,UIRE}^2 + \sigma_{2i,air}^2 + \sigma_{2i,tropo}^2$$

Les variances ( $\sigma_{2i,flt}^2$  et  $\sigma_{2i,UIRE}^2$ ) sont définies aux § 3.5.5.6.2 et 3.5.5.6.3.1. Les paramètres ( $\sigma_{2i,air}^2$  et  $\sigma_{2i,tropo}^2$ ) sont déterminés par l'élément d'aéronef (§ 3.5.8.4.2 et 3.5.8.4.3).

Les axes x et y représentent le plan horizontal et l'axe v, la verticale au point considéré.

Le calcul de la position d'après la méthode générale des moindres carrés fait appel à la matrice de projection S suivante :

$$S \equiv \begin{bmatrix} s_{x,1} & s_{x,2} & \dots & s_{x,N} \\ s_{y,1} & s_{y,2} & \dots & s_{y,N} \end{bmatrix} = (G^T \times W \times G)^{-1} \times G^T \times W$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 195  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

où :

$$\begin{bmatrix} S_{v,1} & S_{v,2} & \dots & S_{v,N} \\ S_{t,1} & S_{t,2} & \dots & S_{t,N} \end{bmatrix}$$

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

$$= \begin{bmatrix} w_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \vdots & W-1 & w^2 & \dots & 0 \\ \vdots & & & \ddots & & \vdots \\ 0 & \dots & w_i & & & \end{bmatrix}$$

$E_{li}$  = angle de site de la  $i^{\text{e}}$  source de mesure de distance (en degrés)

$A_{zi}$  = azimut de la  $i^{\text{e}}$  source de mesure de distance prise dans le sens inverse des aiguilles d'une montre à partir de l'axe x (en degrés)

$w_i$  = coefficient de pondération inverse associé au satellite  $i = \sigma_i^2$ .

*Note 1.— Afin de rendre les équations plus lisibles, l'indice i a été supprimé.*

*Note 2.— Dans le cas d'une solution non pondérée, la matrice de pondération est tout simplement la matrice identité ( $w_i = 1$ ).*

3.5.5.6.1 *Définition du coefficient K.* Le coefficient K a les valeurs suivantes :

$$K_{H,NPA} = 6,18$$

$$K_{H,PA} = 6,0$$

$$K_{V,PA} = 5,33$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 196  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.5.6.2 *Définition du modèle d'erreur applicable aux corrections rapides et à long terme.* Si les corrections rapides et les corrections à long terme ou paramètres de mesure de distance GEO sont appliqués, ainsi que les paramètres de dégradation :

$\sigma_{2i,flt} = \sigma_{i,UDREi,UDRE}((\delta_{UDREUDRE})) + 2 + \varepsilon_{fc} \varepsilon \varepsilon + 2 \varepsilon + rrc + \varepsilon \varepsilon 2 rrc \varepsilon ltc + + \varepsilon \varepsilon 2 \varepsilon rltc +, \varepsilon \varepsilon 2$   
er , sisi RSS RSSUDREUDRE = 1 ( = 0 (message de typemessage de type 10)10)

où :

si le message de type 27 est utilisé,  $\delta_{UDRE}$  est un terme propre à une région (§ 3.5.4.9) ; si le message de type 28 est utilisé,  $\delta_{UDRE}$  est un terme propre à un satellite (§ 3.5.5.6.2.5) ;

si aucun de ces deux messages n'est utilisé,  $\delta_{UDRE} = 1$ . (voir le supplément D, section 6.5.7)

Note.— En raison de l'exigence du § 3.5.7.4.7 de diffuser soit un message de type 27, soit un message de type 28, l'équipement de l'utilisateur n'est plus tenu de définir la valeur  $\delta_{UDRE}$  sur 1 et peut plutôt attendre les données diffusées.

Si les corrections rapides ou les corrections à long terme ou paramètres de mesure de distance GEO sont appliquées, mais les paramètres de dégradation ne sont pas appliqués :

$\sigma_{2i,flt} = [(\sigma_{i,UDRE}) (\delta_{UDRE}) + 8 \text{ m}]^2$

3.5.5.6.2.1 *Dégradation des corrections rapides.* Le paramètre de dégradation des données de correction rapide est :

$$\varepsilon_{fc} = \frac{a(t-t_u+t_{lat})^2}{2}$$

où :

$t$  = heure courante

$t_u$  = (temps de référence de UDRE<sub>i</sub>) : si IODF<sub>j</sub> ≠ 3,  $t_u$  est l'instant de l'impulsion SNT de 1 seconde qui coïncide avec le début de la transmission du bloc-message contenant les données UDRE<sub>i</sub> les plus récentes (messages des types 2 à 6 ou 24) correspondant au paramètre IODF<sub>j</sub> de la correction rapide



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 197  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

prise en compte. Si  $IODF_j = 3$ ,  $t_u$  est l'instant de l'impulsion SNT de 1 seconde qui coïncide avec le début de la transmission du message contenant la correction rapide applicable au satellite  $i$

$t_{lat} =$  (défini au § 3.5.4.7)

*Note.— Pour les paramètres UDRE incorporés aux messages des types 2 à 5 et 24,  $t_u$  est égal à l'instant d'entrée en vigueur des corrections rapides, puisque celles-ci sont contenues dans le même message. Pour les paramètres UDRE incorporés aux messages de type 6, si  $IODF = 3$ ,  $t_u$  est égal là aussi à l'instant d'entrée en vigueur des corrections rapides ( $t_{of}$ ). Enfin, pour les paramètres UDRE incorporés aux messages de type 6, si  $IODF \neq 3$ ,  $t_u$  est l'instant de transmission par le satellite géostationnaire du premier bit du message de type 6 considéré.*

## 3.5.5.6.2.2 Dégradation du taux de correction de distance

3.5.5.6.2.2.1 Si  $RRC = 0$ , alors  $\epsilon_{rrc} = 0$ .

3.5.5.6.2.2.2 Si  $RRC \neq 0$  et  $IODF \neq 3$ , le paramètre de dégradation des données de correction rapide est :

$$\epsilon_{rrc} = \begin{cases} 0, & \text{si } (IODF_{\text{actuel}} - IODF_{\text{précédent}}) \bmod 3 = 1 \\ \frac{B_{rrc}}{4 + \Delta t (t - t_{of})}, & \text{si } (IODF_{\text{actuel}} - IODF_{\text{précédent}}) \bmod 3 \neq 1 \end{cases}$$

3.5.5.6.2.2.3 Si  $RRC \neq 0$  et  $IODF = 3$ , le paramètre de dégradation des données du taux de correction de distance est :

$$\epsilon_{rrc} = \begin{cases} 0, & \text{si } \Delta t - \frac{I_{fc}}{2} = 0 \\ \frac{1}{a \Delta t - 2 \frac{I_{fc}}{2} + B \Delta t_{rrc} (t - t_{of})}, & \text{si } \Delta t - \frac{I_{fc}}{2} \neq 0 \end{cases}$$

Dans ces équations :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 198  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$t$  = heure courante

$IODF_{actuel}$  = paramètre IODF associé aux corrections rapides les plus récentes

$IODF_{précédent}$  = paramètre IODF associé à la correction rapide antérieure

$\Delta t$  =  $t_{i,0f} - t_{i,0f\_précédent}$

$I_{fc}$  = délai d'expiration utilisateur pour les corrections rapides

## 3.5.5.6.2.3 *Dégradation des corrections à long terme*

### 3.5.5.6.2.3.1 *Constellation ou constellations satellitaires de base*

3.5.5.6.2.3.1.1 Si le code de vitesse est 1, le paramètre de dégradation des données de correction à long terme du satellite  $i$  est :

$$\epsilon_{ltc} = Cltc\_lsb + Cltc\_v1 \max(0, t_{i,LT} - t, t - t_{i,LT} - lltc\_v1), \text{ dans les autres cas si } t_{i,LT} < t < t_{i,LT} + lltc\_v1$$

3.5.5.6.2.3.1.2 Si le code de vitesse est 0, le paramètre de dégradation est :

$$\epsilon_{ltc} = Cltc\_v0 \frac{t - t_{ltc}}{llt - v0}$$

où :

$t$  = heure courante       $t_{ltc}$  = instant de transmission par le satellite géostationnaire du premier bit du message de correction à long terme       $[x]$  = plus grand entier inférieur à  $x$

3.5.5.6.2.3.2 *Satellites géostationnaires*. Le paramètre de dégradation des données de correction à long terme est :

$$\epsilon_{ltc} = Cgeo\_lsb + Cgeo\_v \max(0, t_{0,GEO} - t, t - t_{0,GEO} - lgeo), \text{ si } t \text{ dans les autres cas } t_{0,GEO} < t < t_{0,GEO} + lgeo$$

où  $t$  = heure courante.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 199  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— Lorsque des corrections à long terme sont appliquées à un satellite géostationnaire, la dégradation des corrections à long terme est appliquée et la dégradation du message de navigation du satellite géostationnaire n'est pas appliquée.*

#### 3.5.5.6.2.4 Dégradation des données de correction (de « en route » à « approche classique »)

- ☐ s'il n'y a aucun délai d'expiration associé aux corrections rapides et aux corrections
- ☐ 0,
- ☐ à long terme pour l'approche de précision/approche avec guidage vertical  $\epsilon_{er} =$  ☐
- ☐ si un délai d'expiration est associé aux corrections rapides et aux corrections à long ☐  $\epsilon_{er}$ , terme pour l'approche de précision/approche avec guidage vertical

#### 3.5.5.6.2.5 Facteur de dégradation UDRE calculé avec les données du message de type 28.

$$\delta UDRE = \sqrt{I^T \cdot C \cdot I} + \epsilon_C$$

où :

$i_x$

$i_y$ ,

$I$  +

$i_z$

1

$i_x$

$i_y$  = le vecteur unitaire de l'utilisateur au satellite dans le cadre des coordonnées ECEF du WGS-84

$i_z$

$C$  =  $R^T \cdot R$

$\epsilon_C$  = Ccovariance  $\cdot$  SF

SF = 2exposant d'échelle-5

$R$  =  $E \cdot SF$





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 200  
 Révision : 04  
 Date : 10/11/2025

$$E = \begin{bmatrix} E_{1,1} & E_{1,2} & E_{1,3} & E_{1,4} \\ 0 & E_{2,2} & E_{2,3} & E_{2,4} \\ 0 & 0 & E_{3,3} & E_{3,4} \\ 0 & 0 & 0 & E_{4,4} \end{bmatrix}$$

## 3.5.5.6.3 Définition du modèle d'erreur applicable à la correction des effets ionosphériques

3.5.5.6.3.1 Données de correction des effets ionosphériques diffusées. Si les corrections SBAS des effets ionosphériques sont appliquées,  $\sigma^2_{UIRE}$  est donné par l'équation :

$$\sigma^2_{UIRE} = F_{2pp} \times \sigma^2_{UIVE}$$

où :

$$F_{pp} = \text{(défini au § 3.5.5.5.2)}$$

$$4 \quad 3$$

$$\sigma^2_{UIVE} = WW_{ss} \sigma^2_{n,ionogrid} \text{ or } \sigma^2_{UIVE} = WW_{ss} \sigma^2_{n,ionogrid}$$

$$ss=1 \quad ss=1$$

avec utilisation des coefficients de pondération de points de pénétration ionosphériques ( $W_n$ ) et des points de grille retenus pour la correction des effets ionosphériques (§ 3.5.5.5).

Si les paramètres de dégradation sont utilisés, pour chaque point de grille :

$$\sigma^2_{n,ionogrid} = \sigma^2_{n,GIVE} + \varepsilon^2_{ionoiono},$$

si  $RSS_{ionoiono} = 0$  (message de type 1 (message de type 10)10)

où :

$$t - t_{iono} =$$

$$C_{iono\_step} + C_{iono\_ramp} (t - t_{iono})$$

$$l_{iono}$$

$$t = \text{heure courante}$$

$t_{iono}$  = instant de transmission par le satellite géostationnaire du premier bit de correction des effets ionosphériques  $[x]$  = plus grand entier inférieur à  $x$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 201  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

Si les paramètres de dégradation ne sont pas utilisés, pour chaque point de grille :

$$\sigma_{n,ionogrid} = \sigma_{n,GIVE}$$

*Note.— Dans le cas des satellites GLONASS, les paramètres  $\sigma_{GIVE}$  et  $\epsilon_{iono}$  doivent être multipliés par le carré du rapport entre les fréquences du GLONASS et les fréquences du GPS ( $f_{GLONASS}/f_{GPS}$ )<sup>2</sup>.*

3.5.5.6.3.2 *Correction des effets ionosphériques.* Si les corrections SBAS des effets ionosphériques ne sont pas appliquées,  $\sigma^2_{UIRE}$  est donné par l'équation :

$$T_{vert} = \begin{cases} 9 \text{ m,} & 0 \leq |\phi_{pp}| \leq 20 \\ 4,5 \text{ m,} & 20 < |\phi_{pp}| \leq 55; \text{ et } \phi_{pp} \\ 6 \text{ m,} & 55 < \phi_{pp} \end{cases}$$

$\phi_{pp}$  = latitude du point de pénétration ionosphérique

#### 3.5.6 TABLEAUX DE MESSAGES SBAS L1

Chaque message SBAS sera codé conformément au format correspondant à son contenu, tel que l'indiquent les tableaux B-75 à B-91. Tous les paramètres algébriques seront représentés en complément à 2, le bit de signe étant le bit de poids fort (MSB).

*Note.— Dans le cas des paramètres algébriques, la plage de valeurs réelle est moins étendue que celle qui est indiquée : il faut retrancher la résolution à la valeur positive maximale.*

**Tableau B-75. Message de type 0 (« Ne pas utiliser ») transmis au moyen du signal L1**

| Teneur des données | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|--------------------|---------------|------------------|------------|
| Réservé            | 212           | —                | —          |

**Tableau B-76. Message de type 1 (masque PRN)**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 202  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

Pour chacun des 210  
numéros de code PRN

|                  |   |        |   |
|------------------|---|--------|---|
| Valeur du masque | 1 | 0 ou 1 | 1 |
|------------------|---|--------|---|

|      |   |       |   |
|------|---|-------|---|
| IODP | 2 | 0 à 3 | 1 |
|------|---|-------|---|

*Note.— Tous ces paramètres sont définis au § 3*

Tableau B-77. Messages de corrections rapides (types 2 à 5)

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

|                   |   |       |   |
|-------------------|---|-------|---|
| IODF <sub>j</sub> | 2 | 0 à 3 | 1 |
|-------------------|---|-------|---|

|      |   |       |   |
|------|---|-------|---|
| IODP | 2 | 0 à 3 | 1 |
|------|---|-------|---|

Pour 13 positions de satellite

|                                      |    |            |         |
|--------------------------------------|----|------------|---------|
| Correction rapide (FC <sub>i</sub> ) | 12 | ±256,000 m | 0,125 m |
|--------------------------------------|----|------------|---------|

Pour 13 positions de satellite

|                    |   |                |                |
|--------------------|---|----------------|----------------|
| UDREI <sub>i</sub> | 4 | (tableau B-67) | (tableau B-67) |
|--------------------|---|----------------|----------------|

*NOTES.—*

1. Les paramètres IODF<sub>j</sub> et FC<sub>i</sub> sont définis au § 3.5.4.4.2.
2. Le paramètre IODP est défini au § 3.5.4.1.
3. Le paramètre UDREI<sub>i</sub> est défini au § 3.5.4.5.

Tableau B-78. Message de type 6 (données d'intégrité)



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 203  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

| <i>Teneur des données</i>                                | <i>Bits utilisés</i> | <i>Plage de valeurs</i> | <i>Résolution</i> |
|----------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| IODF <sub>2</sub>                                        | 2                    | 0 à 3                   | 1                 |
| IODF <sub>3</sub>                                        | 2                    | 0 à 3                   | 1                 |
| IODF <sub>4</sub>                                        | 2                    | 0 à 3                   | 1                 |
| IODF <sub>5</sub>                                        | 2                    | 0 à 3                   | 1                 |
| Pour 51 satellites (en fonction du numéro de masque PRN) |                      |                         | (tableau B-67)    |
| UDREI <sub>i</sub>                                       | 4                    | (tableau B-67)          |                   |

## **NOTES.—**

1. Les paramètres IODF<sub>j</sub> sont définis au § 3.5.4.4.2.
2. Le paramètre UDREI<sub>i</sub> est défini au § 3.5.4.5.

**Tableau B-79. Message de type 7 (facteur de dégradation des  
correct**

**ions rapides)**

| <i>Teneur des données</i>                          | <i>Bits utilisés</i> | <i>Plage de valeurs</i> | <i>Résolution</i> |
|----------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| Temps d'attente système( <i>t</i> <sub>lat</sub> ) | 4                    | 0 à 15 s                | 1 s               |
| IODP                                               | 2                    | 0 à 3                   | 1                 |
| De réserve                                         | 2                    | —                       | —                 |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 204  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

Pour 51 satellites (en fonction du  
numéro de masque PRN)

Indicateur de facteur de  
dégradation ( $a_i$ )

(tableau B-72)

(tableau B-72)

NOTES.—

1. Les paramètres  $t_{lat}$  et  $a_i$  sont  
définis au § 4
2. Le paramètre IODP est défini 3.5.4.7.  
au § 3.5.4.1.

**Tableau B-80. Message de type 9 (fonction de mesure de distance)**

| <i>Teneur des données</i> | <i>Bits utilisés</i> | <i>Plage de valeurs</i> | <i>Résolution</i> |
|---------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| Réservé                   | 8                    | —                       | —                 |
| $t_0, GEO$                | 13                   | 0 à 86 384 s            | 16 s              |
| URA                       | 4                    | (tableau B-64)          | (tableau B-64)    |
| $X_G$                     | 30                   | $\pm 42\,949\,673$ m    | 0,08 m            |
| $Y_G$                     | 30                   | $\pm 42\,949\,673$ m    | 0,08 m            |
| $Z_G$                     | 25                   | $\pm 6\,710\,886,4$ m   | 0,4 m             |
| $\dot{X}_G$               | 17                   | $\pm 40,96$ m/s         | 0,000625 m/s      |
| $\dot{Y}_G$               | 17                   | $\pm 40,96$ m/s         | 0,000625 m/s      |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 205  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|              |    |                                          |                            |
|--------------|----|------------------------------------------|----------------------------|
| $\dot{Z} G$  | 18 | $\pm 524,288 \text{ m/s}$                | 0,004 m/s                  |
| $\ddot{X} G$ | 10 | $\pm 0,0064 \text{ m/s}^2$               | 0,0000125 m/s <sup>2</sup> |
| $\ddot{Y} G$ | 10 | $\pm 0,0064 \text{ m/s}^2$               | 0,0000125 m/s <sup>2</sup> |
| $\ddot{Z} G$ | 10 | $\pm 0,032 \text{ m/s}^2$                | 0,0000625 m/s <sup>2</sup> |
| $a_{Gf0}$    | 12 | $\pm 0,9537 \times 10^{-6} \text{ s}$    | 2–31 s                     |
| $a_{Gf1}$    | 8  | $\pm 1,1642 \times 10^{-10} \text{ s/s}$ | 2–40 s/s                   |

*Note.— Tous ces paramètres sont définis au §  
3.5.4.2.*

**Tableau B-81. Message de type 10 (paramètres de dégradation)**

| <i>Teneur des données</i> | <i>Bits utilisés</i> | <i>Plage de valeurs</i> | <i>Résolution</i> |
|---------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| $B_{rrc}$                 | 10                   | 0 à 2,046 m             | 0,002 m           |
| $Cltc\_lsb$               | 10                   | 0 à 2,046 m             | 0,002 m           |
| $Cltc\_v1$                | 10                   | 0 à 0,05115 m/s         | 0,00005 m/s       |
| $lltc\_v1$                | 9                    | 0 à 511 s               | 1 s               |
| $Cltc\_v0$                | 10                   | 0 à 2,046 m             | 0,002 m           |
| $lltc\_v0$                | 9                    | 0 à 511 s               | 1 s               |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 206  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                     |    |                  |              |
|---------------------|----|------------------|--------------|
| Cgeo_lsb            | 10 | 0 à 0,5115 m     | 0,0005 m     |
| Cgeo_v              | 10 | 0 à 0,05115 m/s  | 0,00005 m/s  |
| lgeo                | 9  | 0 à 511 s        | 1 s          |
| C <sub>er</sub>     | 6  | 0 à 31,5 m       | 0,5 m        |
| Ciono_step          | 10 | 0 à 1,023 m      | 0,001 m      |
| liono               | 9  | 0 à 511 s        | 1 s          |
| Ciono ramp          | 10 | 0 à 0,005115 m/s | 0,000005 m/s |
| RSS <sub>UDRE</sub> | 1  | 0 ou 1           | 1            |
| RSS <sub>iono</sub> | 1  | 0 ou 1           | 1            |
| Ccovariance         | 7  | 0 à 12,7         | 0,1          |
| De réserve          | 81 |                  |              |

*Notes.—*

*1. Tous ces paramètres sont définis au § 3.5.4.7.*

*2. La plage valide pour lltc<sub>vo</sub> et liono est comprise entre 1 et 511. La valeur 0 n'est pas valide et les récepteurs doivent plutôt utiliser la valeur transmise 1*

**Tableau B-82. Message de type 12 (heure du réseau SBAS-temps UTC)**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 207  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

| <i>Teneur des données</i>                          | <i>Bits utilisés</i> | <i>Plage de valeurs</i>       | <i>Résolution</i> |
|----------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|-------------------|
| A1SNT                                              | 24                   | $\pm 7,45 \times 10^{-9}$ s/s | $2^{-50}$ s/s     |
| A0SNT                                              | 32                   | $\pm 1$ s                     | 2–30 s            |
| t0t                                                | 8                    | 0 à 602 112 s                 | 4 096 s           |
| WN <sub>t</sub>                                    | 8                    | 0 à 255 semaines              | 1 semaine         |
| $\Delta t_{LS}$                                    | 8                    | $\pm 128$ s                   | 1 s               |
| WN <sub>LSF</sub>                                  | 8                    | 0 à 255 semaines              | 1 semaine         |
| DN                                                 | 8                    | 1 à 7 jours                   | 1 jour            |
| $\Delta t_{LSF}$                                   | 8                    | $\pm 128$ s                   | 1 s               |
| Identificateur de temps de<br>référence<br><br>UTC | 3                    | (tableau B-73)                | (tableau B-73)    |
| Heure de la semaine GPS (TOW)                      | 20                   | 0 à 604 799 s                 | 1 s               |
| Numéro de semaine GPS (WN)                         | 10                   | 0 à 1 023 semaines            | 1 semaine         |
| Indicateur GLONASS                                 | 1                    | 0 ou 1                        | 1                 |
| $\delta a_i$ , GLONASS (Note 2)                    | 24                   | $\pm 2^{-8}$ s                | 2-31 s            |
| De réserve                                         | 50                   | —                             | —                 |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 208  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**NOTES.—**

1. Tous ces paramètres sont définis au § 3.5.4.8.
2. Ne s'applique que si le SBAS envoie des données de synchronisation dans le message (voir le § 3.5.7.4.4 Données de synchronisation).

**Tableau B-83. Message de type 17 (almanachs GEO)**

| <i>Teneur des données</i>    | <i>Bits utilisés</i> | <i>Plage de valeurs</i> | <i>Résolution</i> |
|------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| Pour chacun des 3 satellites |                      |                         |                   |
| Réservé                      | 2                    | 0                       | —                 |
| Numéro de code PRN           | 8                    | 0 à 210                 | 1                 |
| État de fonctionnement       | 8                    | —                       | —                 |
| XG,A                         | 15                   | ±42 598 400 m           | 2 600 m           |
| YG,A                         | 15                   | ±42 598 400 m           | 2 600 m           |
| ZG,A                         | 9                    | ±6 656 000 m            | 26 000 m          |
| $\dot{X}$ G,A                | 3                    | ±40 m/s                 | 10 m/s            |
| $\dot{Y}$ G,A                | 3                    | ±40 m/s                 | 10 m/s            |
| $\dot{Z}$ G,A                | 4                    | ±480 m/s                | 60 m/s            |

$t_{\text{almanach}}$  (s'applique aux trois satellites)



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 209  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— Tous ces paramètres sont définis au § 3.5.4.3.*

**Tableau B-84. Message de type 18 (masque IGP)**

| <i>Teneur des données</i>                                      | <i>Bits utilisés</i> | <i>Plage de valeurs</i> | <i>Résolution</i> |
|----------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| Nombre de bandes IGP                                           | 4                    | 0 à 11                  | 1                 |
| Identificateur de bande IGP                                    | 4                    | 0 à 10                  | 1                 |
| Identification des données –<br>ionosphère (IOD <sub>k</sub> ) | 2                    | 0 à 3                   | 1                 |
| Pour 201 IGP                                                   |                      |                         |                   |
| Valeur de masque IGP                                           | 1                    | 0 ou 1                  | 1                 |
| De réserve                                                     | 1                    | —                       | —                 |

*Note.— Tous ces paramètres sont  
définis au § 3.5.4.6.*

**Tableau B-85. Message de type 24 (combinaison corrections rapides/corrections à  
long terme des erreurs des satellites)**

| <i>Teneur des données</i>     | <i>Bits utilisés</i> | <i>Plage de valeurs</i> | <i>Résolution</i> |
|-------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| Pour 6 positions de satellite |                      |                         |                   |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 210  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                      |     |                 |                |
|--------------------------------------|-----|-----------------|----------------|
| Correction rapide ( $FC_i$ )         | 12  | $\pm 256,000$ m | 0,125 m        |
| Pour 6 positions de satellite        |     |                 |                |
| $UDREI_i$                            | 4   | (tableau B-69)  | (tableau B-69) |
| IODP                                 | 2   | 0 à 3           | 1              |
| Identificateur de type de correction | 2   | 0 à 3           | 1              |
| $IODF_j$                             | 2   | 0 à 3           | 1              |
| De réserve                           | 4   | —               | —              |
| Demi-message de type 25              | 106 | —               | —              |

## **NOTES.—**

1. Les paramètres  $IODF_j$  (identificateur de type de correction rapide) et  $FC_i$  sont définis au § 3.5.4.4.2.
2. Le paramètre IODP est défini au § 3.5.4.1.
3. Le paramètre  $UDREI_i$  est défini au § 3.5.4.5.
4. Le message de correction à long terme des erreurs se compose de deux demi-messages. Le premier (code de vitesse = 0) est défini au tableau B-86 et l'autre (code de vitesse = 1), au tableau B-87.

**Tableau B-86. Demi-message de type 25 (correction à long terme des erreurs)**

**(CODE DE VITESSE = 0)**

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 211  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                |    |              |         |
|------------------------------------------------|----|--------------|---------|
| Code de vitesse = 0                            | 1  | 0            | 1       |
| Pour 2 satellites                              |    |              |         |
| Numéro de masque PRN                           | 6  | 0 à 51       | 1       |
| Identification des données (IOD <sub>i</sub> ) | 8  | 0 à 255      | 1       |
| $\delta x_i$                                   | 9  | $\pm 32$ m   | 0,125 m |
| $\delta y_i$                                   | 9  | $\pm 32$ m   | 0,125 m |
| $\delta z_i$                                   | 9  | $\pm 32$ m   | 0,125 m |
| $\delta a_{i,fo}$                              | 10 | $\pm 2-22$ s | 2-31 s  |
| IODP                                           | 2  | 0 à 3        | 1       |
| De réserve                                     | 1  | —            | —       |

**NOTES.—**

1. Les paramètres Numéro de masque PRN  
IODP sont définis au § 3.5.4.1.
2. Tous les autres paramètres sont définis au  
3.5.4.4.1.

**Tableau B-87. Demi-message de type 25 (correction à long terme des erreurs)**  
**(CODE DE VITESSE = 1)**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 212  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

| <i>Teneur des données</i>                         | <i>Bits utilisés</i> | <i>Plage de valeurs</i> | <i>Résolution</i>    |
|---------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| Pour 1 satellite                                  |                      |                         |                      |
| Code de vitesse<br>= 1                            | 1                    | 1                       | 1                    |
| Numéro de masque PRN                              | 6                    | 0 à 51                  | 1                    |
| Identification des données<br>(IOD <sub>i</sub> ) | 8                    | 0 à 255                 | 1                    |
| $\delta x_i$                                      | 11                   | $\pm 128$ m             | 0,125 m              |
| $\delta y_i$                                      | 11                   | $\pm 128$ m             | 0,125 m              |
| $\delta z_i$                                      | 11                   | $\pm 128$ m             | 0,125 m              |
| $\delta a_{i,f0}$                                 | 11                   | $\pm 2-21$ s            | 2-31 s               |
| $\delta x'_i$                                     | 8                    | $\pm 0,0625$ m/s        | 2 <sup>-11</sup> m/s |
| $\delta y'_i$                                     | 8                    | $\pm 0,0625$ m/s        | 2 <sup>-11</sup> m/s |
| $\delta z'_i$                                     | 8                    | $\pm 0,0625$ m/s        | 2 <sup>-11</sup> m/s |
| $\delta a_{i,f1}$                                 | 8                    | $\pm 2^{-32}$ s/s       | 2 <sup>-39</sup> s/s |
| Instant d'entrée en vigueur ( $t_{i,LT}$ )        | 13                   | 0 à 86 384 s            | 16 s                 |
| IODP                                              | 2                    | 0 à 3                   | 1                    |

NOTES.—

1. Les paramètres Numéro de masque PRN et IODP sont définis au § 3.5.4.1.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 213  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

2. Tous les autres paramètres sont définis au § 3.5.4.4.1.

**Tableau B-88. Message de type 26 (retard ionosphérique)**

| Teneur des données                                                  | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution     |
|---------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|----------------|
| Identificateur de bande IGP                                         | 4             | 0 à 10           | 1              |
| Identificateur de bloc IGP                                          | 4             | 0 à 13           | 1              |
| Pour chacun des 15 points de grille                                 |               |                  |                |
| Valeur estimée du retard à la verticale des points IGP              | 9             | 0 à 63,875 m     | 0,125 m        |
| Indicateur d'erreur à la verticale des points (GIVEI <sub>i</sub> ) | 4             | (tableau B-71)   | (tableau B-71) |
| IODI <sub>k</sub>                                                   | 2             | 0 à 3            | 1              |
| De réserve                                                          | 7             | —                | —              |

*Note.— Tous ces paramètres sont définis au §  
3.5.4.6.*

**Tableau B-89. Message de type 27 (message de service SBAS)**

| <i>Teneur des données</i>                   | <i>Bits utilisés</i> | <i>Plage de valeurs</i> | <i>Résolution</i> |
|---------------------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| Identification des données – service (IODS) | 3                    | 0 à 7                   | 1                 |
| Nombre de messages de service               | 3                    | 1 à 8                   | 1                 |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 214  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                              |    |        |    |
|------------------------------|----|--------|----|
| Numéro de message de service | 3  | 1 à 8  | 1  |
| Nombre de régions            | 3  | 0 à 5  | 1  |
| Code de priorité             | 2  | 0 à 3  | 1  |
| Indicateur δUDRE – intérieur | 4  | 0 à 15 | 1  |
| Indicateur δUDRE – extérieur | 4  | 0 à 15 | 1  |
| Pour chacune des 5 régions   |    |        |    |
| Coordonnée 1 (latitude)      | 8  | ±90°   | 1° |
| Coordonnée 1 (longitude)     | 9  | ±180°  | 1° |
| Coordonnée 2 (latitude)      | 8  | ±90°   | 1° |
| Coordonnée 2 (longitude)     | 9  | ±180°  | 1° |
| Forme de la région           | 1  | —      | —  |
| De réserve                   | 15 | —      | —  |

*Note.— Tous ces paramètres sont définis au §  
3.5.4.9.*

**Tableau B-90. Message de type 63 (vide)**

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 215  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

Réservé

212

—

—

**Tableau B-91. Matrice de covariance horloge-éphémérides (message de type 28)**

| <i>Teneur des données</i> | <i>Bits utilisés</i> | <i>Plage de valeurs</i> | <i>Résolution</i> |
|---------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|
| IODP                      | 2                    | 0 à 3                   | 1                 |
| Pour deux satellites      |                      |                         |                   |
| numéro de masque PRN      | 6                    | 0 à 51                  | 1                 |
| exposant d'échelle        | 3                    | 0 à 7                   | 1                 |
| E1,1                      | 9                    | 0 à 511                 | 1                 |
| E2,2                      | 9                    | 0 à 511                 | 1                 |
| E3,3                      | 9                    | 0 à 511                 | 1                 |
| E4,4                      | 9                    | 0 à 511                 | 1                 |
| E1,2                      | 10                   | ±512                    | 1                 |
| E1,3                      | 10                   | ±512                    | 1                 |
| E1,4                      | 10                   | ±512                    | 1                 |
| E2,3                      | 10                   | ±512                    | 1                 |
| E2,4                      | 10                   | ±512                    | 1                 |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 216  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

E3,4

10

±512

1

#### NOTES.—

1. Les paramètres numéro de masque PRN et IODP sont définis au § 3.5.4.1.
2. Tous les autres paramètres sont définis au § 3.5.4.10.

#### 3.5.7 ÉLÉMENTS SBAS L1 NON EMBARQUÉS

*Note 1.— Selon le niveau de service offert par le SBAS considéré, différentes fonctions peuvent être mises en œuvre (voir chapitre 3, § 3.7.3.4.2).*

*Note 2.— Les paramètres auxquels il est fait référence dans cette section sont définis au § 3.5.4.*

##### 3.5.7.1 GÉNÉRALITÉS

**3.5.7.1.1 Données requises et intervalles de transmission.** Le SBAS diffusera les données requises par les fonctions mises en œuvre conformément au tableau B-92. Si des données ne sont pas nécessaires à une fonction donnée, le système les transmettra néanmoins conformément aux spécifications applicables aux fonctions pour lesquelles ces données sont requises. L'intervalle maximal entre deux transmissions est indiqué au tableau B-92 pour chaque type de données.

**3.5.7.1.2 Contrôle des signaux radioélectriques SBAS.** Le SBAS contrôlera les paramètres des satellites SBAS indiqués au tableau B-93 et prendra les mesures nécessaires.

*Note.— Le SBAS peut diffuser des messages vides (type 63) dans les créneaux temporels où aucune autre donnée n'est diffusée.*

**Tableau B-92. Intervalles de transmission et fonctions utilisatrices**

| Type de données | Intervalle de transmission maximal | Mesure distance | État de                          | Correction différentielle sommaire | Correction différentielle précise | Types de messages connexes |
|-----------------|------------------------------------|-----------------|----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
|                 |                                    |                 | fonctionnement du satellite GNSS |                                    |                                   |                            |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 217  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                     |                        |   |                  |                  |                  |           |
|-------------------------------------|------------------------|---|------------------|------------------|------------------|-----------|
| Matrice de covariance               |                        |   | R                | R                | R                |           |
| horloge-éphémérides                 | 120 s                  |   | (voir la note 5) | (voir la note 5) | (voir la note 5) |           |
| 28                                  |                        |   |                  |                  |                  |           |
| SBAS en mode d'essai                | 6 s                    |   |                  |                  |                  | 0         |
| Masque PRN                          | 120 s                  |   | R                | R                | R                | 1         |
| UDREI                               | 6 s                    |   | R*               | R                | R                | 2 à 6, 24 |
| Corrections rapides                 | $I_{fc}/2$<br>(Note 4) |   | R*               | R                | R                | 2 à 5, 24 |
| Corrections à long terme            | 120 s                  |   | R*               | R                | R                | 24, 25    |
| Données de mesure de distance       | 120 s                  | R | R                | R                | R                | 9         |
| GEO                                 |                        |   |                  |                  |                  |           |
| Dégradation des corrections rapides | 120 s                  |   | R*               | R                | R                | 7         |
| Paramètres de dégradation           | 120 s                  |   |                  |                  | R                | 10        |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 218  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                   |       |  |   |    |
|-----------------------------------|-------|--|---|----|
| Masque de grille<br>ionosphérique | 300 s |  | R | 18 |
|-----------------------------------|-------|--|---|----|

|                                                    |       |  |   |    |
|----------------------------------------------------|-------|--|---|----|
| Correction des effets<br>ionosphériques<br>(GIVEI) | 300 s |  | R | 26 |
|----------------------------------------------------|-------|--|---|----|

|                               |       |              |               |               |            |    |
|-------------------------------|-------|--------------|---------------|---------------|------------|----|
| Données de<br>synchronisation | 300 s | R<br>(Note3) | R<br>(Note 3) | R (Note<br>3) | R (Note 3) | 12 |
|-------------------------------|-------|--------------|---------------|---------------|------------|----|

|                    |       |   |   |   |   |    |
|--------------------|-------|---|---|---|---|----|
| Données d'almanach | 300 s | R | R | R | R | 17 |
|--------------------|-------|---|---|---|---|----|

|                        |             |  |  |  |   |   |
|------------------------|-------------|--|--|--|---|---|
| Niveau de service<br>R | 300 s<br>27 |  |  |  | R | R |
|------------------------|-------------|--|--|--|---|---|

(Voir la note 5)    (voir la note 5)    (voir la note 5)

**NOTES.—**

1. « R » signifie que la fonction considérée requiert la transmission des données.
2. « R\* » désigne le codage spécial décrit au § 3.5.7.3.3.
3. Les messages de type 12 ne sont requis que si des données sont fournies pour les satellites GLONASS.
4.  $I_{fc}$  désigne le délai d'expiration des corrections rapides pour l'approche de précision/approche avec guidage vertical, défini au tableau B
5. Conformément au § 3.5.7.6.2, un message de type 27 ou de type 28 doit être diffusé.

## **Tableau B-93. Contrôle des signaux radioélectriques SBAS L1**

| Paramètre | Mesure à prendre |
|-----------|------------------|
| Renvoi    | Seuil d'alarme   |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 219  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                 |                           |                                         |                                                                                                                   |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Niveau de puissance du signal   | chapitre 3, § 3.7.3.4.5.3 | puissance minimale spécifiée (Note 2)   | désactiver la fonction de mesure de distance<br>puissance maximale spécifiée (Note 1) cesser la diffusion         |
| Modulation                      | chapitre 3, § 3.7.3.4.5.5 | contrôler la distorsion du signal       | désactiver la fonction L1 de mesure de distance<br>(Note 1)                                                       |
| Conversion temps GPS            | chapitre 3, § 3.7.3.4.7   | S/O (Note 3)                            | désactiver la fonction L1 de mesure de distance, à moins que la donnée $\sigma_{UDRE}$ n'indique l'erreur commise |
| Stabilité de la porteuse        | § 3.5.2.1                 | S/O (Note 3)                            | désactiver la fonction L1 de mesure de distance, à moins que la donnée $\sigma_{UDRE}$ n'indique l'erreur commise |
| Cohérence code porteuse         | § 3.5.2.4                 | S/O (Note 3)                            | désactiver la fonction L1 de mesure de distance, à moins que la donnée $\sigma_{UDRE}$ n'indique l'erreur commise |
| Écart maximal sur phase de code | § 3.5.2.6                 | S/O (Notes 2 et 3)                      | désactiver la fonction L1 de mesure de distance, à moins que la donnée $\sigma_{UDRE}$ n'indique l'erreur commise |
| Codage à convolution            | § 3.5.2.9                 | tous les messages transmis sont erronés | cesser la diffusion                                                                                               |

## **NOTES.—**

1. La désactivation de la fonction de mesure de distance s'effectue par transmission d'une donnée URA et d'un paramètre  $\sigma^2_{UDRE}$  « Ne pas utiliser » pour le satellite SBAS considéré.
2. Le contrôle de ces paramètres peut se faire par analyse de leur incidence sur la qualité du signal reçu ( $C/N_0$  impact), donc sur l'utilisateur.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 220  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3. Les seuils d'alarme ne sont pas spécifiés car l'erreur induite est acceptable à condition d'être représentée dans les paramètres  $\sigma^2_{UDRE}$  et URA. Si tel n'est pas le cas, la fonction de mesure de distance doit être désactivée.

3.5.7.1.3 « Ne pas utiliser ». Le cas échéant, le SBAS diffusera le message « Ne pas utiliser » (type 0) quand la fonction de mesure de distance du satellite SBAS et les données associées ne doivent pas être exploitées.

3.5.7.1.4 Le décalage Doppler du signal du satellite géostationnaire vu d'un point fixe quelconque à l'intérieur de l'empreinte du satellite géostationnaire, quel que soit le satellite, ne dépassera pas  $\pm 450$  Hz.

*Note.— Ce décalage Doppler maximal correspond approximativement à l'inclinaison orbitale maximale du satellite géostationnaire qui puisse être prise en charge par les plages de codage des messages de type 9 et de type 17.*

3.5.7.1.5 Paramètres de la fonction de mesure de distance GEO (orbite géostationnaire). Chaque satellite SBAS diffusera les paramètres de la fonction de mesure de distance GEO (orbite géostationnaire) (définis au § 3.5.4.2).

*Note.— Les paramètres de la fonction de mesure de distance de l'orbite géostationnaire doivent être diffusés même lorsqu'aucune fonction de mesure de distance n'est fournie afin que les récepteurs embarqués puissent appliquer une identification positive du satellite SBAS diffuseur. Lorsque la mesure de distance n'est pas fournie, la précision des données de type 17 (et de type 9) ne s'applique qu'à l'acquisition du satellite.*

3.5.7.1.5.1 L'erreur de décalage Doppler d'un satellite géostationnaire calculée à partir d'un message de type 9 qui n'a pas dépassé le délai d'expiration, par rapport au décalage Doppler réel du satellite géostationnaire vu d'un point fixe quelconque à l'intérieur de l'empreinte du satellite géostationnaire, ne dépassera pas  $\pm 210$  Hz.

3.5.7.1.6 Données d'almanach. Chaque satellite SBAS diffusera les données d'almanach (§ 3.5.4.3) de tous les satellites SBAS du même fournisseur de services.

3.5.7.1.6.1 L'erreur de la position estimée du satellite calculée à partir d'un message de type 17 diffusé au cours des 15 minutes précédentes, par rapport à la position réelle du satellite, ne dépassera pas 3 000 km.

3.5.7.1.6.2 La distance de séparation entre la position estimée du satellite calculée à partir d'un message de type 17 diffusé au cours des 15 minutes précédentes et la position du satellite calculée à partir des paramètres de mesure de distance GEO d'un message de type 9 qui n'a pas dépassé le délai d'expiration ne dépassera pas 200 km.

3.5.7.1.6.3 L'erreur de décalage Doppler d'un satellite géostationnaire calculée à partir d'un message de type 17 diffusé au cours des 15 minutes précédentes, par rapport au décalage Doppler réel d'un satellite géostationnaire vu d'un point fixe quelconque à l'intérieur de l'empreinte du satellite géostationnaire, ne dépassera pas  $\pm 210$  Hz.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 221  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.7.1.6.4 Le SBAS ne diffusera pas de données d'almanach pour un satellite SBAS d'un autre fournisseur de services pour lequel la position estimée à partir des données d'almanach diffusées au cours des 15 minutes précédentes serait à moins de 200 km de la position de ses propres satellites géostationnaires calculée à partir des paramètres de mesure de distance GEO d'un message de type 9 qui n'a pas dépassé le délai d'expiration.

3.5.7.1.6.5 Lorsque la position estimée d'un satellite géostationnaire fournissant une fonction de mesure de distance, calculée à partir d'un message de type 17 diffusé au cours des 15 minutes précédentes, est à moins de 200 km de la position d'un autre satellite géostationnaire du même fournisseur de services, calculée à partir d'un message de type 9 pour ce satellite géostationnaire qui n'a pas dépassé le délai d'expiration, l'UDRE du satellite géostationnaire sera réglée à une valeur suffisamment élevée pour tenir compte de la possibilité qu'un utilisateur puisse mal identifier le PRN du satellite géostationnaire fournissant la fonction de mesure de distance.

3.5.7.1.6.6 Les paramètres d'état de fonctionnement indiqueront l'état du satellite et l'identificateur du fournisseur de services, conformément au § 3.5.4.3.

3.5.7.1.6.7 Les positions de satellite non utilisées seront codées dans les messages de type 17 à l'aide du numéro de code PRN « 0 ».

3.5.7.1.6.8 Le fournisseur de services assurera l'exactitude de l'identificateur de fournisseur de services diffusé dans un almanach.

3.5.7.2 *Fonction de mesure de distance.* Si le SBAS offre une fonction SBAS L1 de mesure de distance, il le fera conformément aux spécifications énoncées dans la présente section ainsi qu'aux spécifications énoncées au § 3.5.7.1.

#### 3.5.7.2.1 *Critères de performance*

*Note.*— Voir chapitre 3, § 3.7.3.4.3

3.5.7.2.2 *Données de mesure de distance.* Le SBAS transmettra les données de mesure de distance de façon que l'erreur de position du satellite SBAS projetée sur la ligne de visée de tout utilisateur se trouvant dans l'empreinte du satellite soit inférieure à 256 m. Chaque satellite SBAS émettra une donnée URA représentant l'écart type des erreurs de mesure de distance, ramené au temps SNT du SBAS L1.

3.5.7.3 *Indication de l'état de fonctionnement des satellites GNSS.* Si le SBAS offre une fonction d'indication de l'état de fonctionnement des satellites, il le fera conformément aux spécifications énoncées dans la présente section.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 222  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— Un SBAS pourrait être capable d'assurer l'intégrité de certains satellites GPS qui sont désignés comme marginaux ou hors d'état de fonctionner.*

3.5.7.3.1 *Spécifications relatives aux fonctions d'indication de l'état de fonctionnement des satellites.* Étant donné une quelconque combinaison valide de données actives, la probabilité pour que se produise une erreur dans le sens horizontal excédant la valeur de  $HPL_{SBAS}$  (§ 3.5.5.6) pendant plus de 8 secondes consécutives sera inférieure à  $10^{-7}$  au cours d'une heure, en supposant que le temps d'attente pour l'utilisateur est nul.

*Note.— Les « données actives » sont celles auxquelles n'est associé aucun délai d'expiration (§ 3.5.8.1.2). Cette spécification porte également sur les défaillances affectant la ou les constellations satellitaires de base et le SBAS.*

3.5.7.3.2 *Masque PRN et identification des données – masque PRN (IODP).* Le SBAS transmettra un masque PRN et le paramètre IODP (message de type 1). Les valeurs de masque PRN indiqueront si des données sont fournies ou non pour chaque satellite GNSS. Le paramètre IODP changera à chaque modification du masque PRN. La mise à jour du paramètre IODP des messages de type 1 s'effectuera avant celle des paramètres IODP des autres messages. Le paramètre IODP des messages appartenant aux types 2 à 5, 7, 25 et 28 sera égal au paramètre IODP transmis dans le message contenant le masque PRN (message de type 1) et servant à désigner les satellites pour lesquels ce message contient des données.

3.5.7.3.2.1 **Recommandation.**— *Quand le masque PRN change, il est recommandé que le SBAS répète plusieurs fois le message de type 1 avant d'y faire référence dans les autres messages, ceci afin de garantir que les utilisateurs reçoivent bien la nouvelle version du masque.*

3.5.7.3.3 *Données d'intégrité.* S'il n'assure pas la fonction de correction différentielle sommaire, le SBAS transmettra les corrections rapides, les corrections à long terme et les paramètres de dégradation des corrections rapides mis à zéro pour tous les satellites visibles indiqués dans le masque PRN.

3.5.7.3.3.1 S'il n'assure pas la fonction de correction différentielle sommaire, le SBAS indiquera que le satellite n'est pas en état de fonctionner (« Ne pas utiliser ») si l'erreur de pseudodistance excède 150 m.

3.5.7.3.3.2 S'il n'assure pas la fonction de correction différentielle sommaire, le SBAS indiquera que le satellite est « Non contrôlé » si l'erreur de pseudodistance ne peut pas être déterminée.

3.5.7.3.3.3 S'il n'assure pas la fonction de correction différentielle sommaire, le SBAS transmettra un  $UDREI_i$  égal à 13 si le satellite n'est pas « Ne pas utiliser » ou « Non contrôlé ».

3.5.7.3.3.4 Le paramètre  $IODF_j$  dans les messages de type 2 à 5, 6 ou 24 sera égal à 3.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 223  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.7.4 *Fonction de correction différentielle sommaire.* Si le SBAS offre une fonction de correction différentielle sommaire, il le fera conformément aux spécifications énoncées dans la présente section ainsi qu'aux spécifications relatives à la fonction d'indication de l'état de fonctionnement des satellites GNSS (§ 3.5.7.3).

3.5.7.4.1 *Spécifications relatives à la fonction de correction différentielle sommaire.* Étant donné une quelconque combinaison valide de données actives, la probabilité pour que se produise une erreur dans le sens horizontal excédant la valeur de  $HPL_{SBAS}$  (définie au § 3.5.5.6) pendant plus de 8 secondes consécutives sera inférieure à  $10^{-7}$  au cours d'une heure, en supposant que le temps d'attente pour l'utilisateur est nul.

*Note.— Les « données actives » sont celles auxquelles n'est associé aucun délai d'expiration (§ 3.5.8.1.2). Cette spécification porte également sur les défaillances affectant la ou les constellations satellitaires de base et le SBAS.*

3.5.7.4.2 *Corrections à long terme.* Mis à part les satellites SBAS exploités par le même fournisseur de services, le SBAS déterminera et diffusera des corrections à long terme pour chaque satellite GNSS (voir Note ci-dessous) visible désigné par la valeur 1 correspondante du masque PRN. Après application des corrections à long terme, l'erreur de position des satellites de la ou des constellations satellitaires de base projetée sur la ligne de visée de tout utilisateur se trouvant dans l'empreinte du satellite sera inférieure à 256 m. Pour chaque satellite GLONASS, le SBAS convertira les coordonnées des satellites en WGS-84 (§ 3.1.2.5.2) avant de déterminer les corrections à long terme. Pour chaque satellite GPS, le paramètre IOD transmis devra correspondre au paramètre IODE du GPS et aux 8 bits de poids faible du paramètre IODC associé aux données d'horloge et aux éphémérides utilisées pour calculer les corrections (§ 3.1.1.3.1.4 et 3.1.1.3.2.2). Sur transmission par un satellite GPS de nouvelles éphémérides, le SBAS utilisera les anciennes éphémérides pendant au moins 2 minutes, mais sans aller au-delà de 4 minutes, pour déterminer les corrections rapides et à long terme. Pour chaque satellite GLONASS, le SBAS calculera et diffusera un IOD constitué d'un temps d'attente et d'un intervalle de validité, comme il est spécifié au § 3.5.4.4.1.

*Note.— Les critères d'établissement de la visibilité d'un satellite comprennent l'emplacement des stations de référence et l'angle de masquage sous lequel ces stations suivent les satellites.*

3.5.7.4.2.1 **Recommandation.**— *Pour garantir la précision du taux de correction de distance, il est recommandé que le SBAS minimise les discontinuités des éphémérides satellitaires après application des corrections à long terme.*

3.5.7.4.3 *Corrections rapides.* Le SBAS déterminera des corrections rapides pour chaque satellite GNSS visible désigné par la valeur 1 correspondante du masque PRN. Sauf si  $IODF = 3$ , le paramètre  $IODF_j$  prendra les valeurs 0, 1 et 2 de manière séquentielle (0, 1, 2, 0, ...) à chaque modification des données de correction rapide du message de type  $j$  ( $j = 2, 3, 4$  ou  $5$ ).





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 224  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— Dans le cas d'une alarme, le paramètre  $IODF_j$  peut être égal à 3 (§ 3.5.7.4.5).*

**3.5.7.4.4 Données de synchronisation.** Si des données sont fournies pour le GLONASS, le SBAS diffusera le message de synchronisation (message de type 12) comprenant l'écart temporel GLONASS indiqué au tableau B-82.

**3.5.7.4.5 Données d'intégrité.** Pour chaque satellite pour lequel des corrections sont fournies, le SBAS doit transmettre des données d'intégrité ( $UDRE_i$  et des données de message soit de type 27 soit de type 28 pour calculer  $\delta UDRE$ ) de façon à satisfaire à la spécification d'intégrité énoncée au § 3.5.7.4.1. Si la valeur des corrections rapides ou à long terme est en dehors de la plage prescrite, le SBAS doit indiquer que le satellite n'est pas en état de fonctionner (« Ne pas utiliser »). Si la valeur de  $\sigma\sigma_{i,UDRE}^2$  ne peut pas être déterminée, le SBAS doit indiquer que le satellite est « Non contrôlé ».

Si le paramètre  $\sigma_{i,UDRE}^2$  est diffusé sous la forme d'un message de type 6, deux cas se présentent :

- a) soit le paramètre  $IODF_j$  coïncidera avec le paramètre  $IODF_j$  associé aux corrections rapides du message de type j

auquel se rapporte le paramètre  $\sigma\sigma_{i,UDRE}^2$  ;

- b) soit le paramètre  $IODF_j$  sera égal à 3 si le paramètre  $\sigma\sigma_{i,UDRE}^2$  se rapporte à toutes les corrections rapides valides du message de type j qui n'ont pas dépassé le délai d'expiration imparti.

**3.5.7.4.6 Données de dégradation.** Le SBAS transmettra des paramètres de dégradation (message de type 7) pour indiquer le délai d'expiration s'appliquant aux corrections rapides et pour satisfaire à la spécification d'intégrité énoncée au § 3.5.7.4.1.

**3.5.7.4.7** Le SBAS transmettra des données d'indication de service, conformément au § 3.5.7.6.2 (message de type 27), ou des données de matrice de covariance horloge-éphémérides, conformément au § 3.5.7.6.3 (message de type 28), pour respecter l'intégrité des signaux électromagnétiques dans toute la zone de couverture du SBAS, comme indiqué au chapitre 3, § 3.7.2.4.

**3.5.7.5 Fonction de correction différentielle précise.** Si le SBAS offre une fonction de correction différentielle précise, il le fera conformément aux spécifications énoncées dans la présente section ainsi qu'aux spécifications relatives à la fonction de correction différentielle sommaire au § 3.5.7.4.

**3.5.7.5.1 Spécifications relatives à la fonction de correction différentielle précise.** Étant donné une quelconque combinaison valide de données actives, la probabilité d'un dépassement des limites de tolérance pendant une durée supérieure au délai d'alarme sera inférieure à  $2 \times 10^{-7}$  pendant une approche quelconque, en supposant



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 225  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

que le temps d'attente pour l'utilisateur est nul. Le délai d'alarme sera de 5,2 s pour un SBAS qui prend en charge les opérations d'approche de précision et de 8 s pour un SBAS qui prend en charge les opérations APV ou NPA. Un dépassement des limites de tolérance correspondra à une erreur dans le sens horizontal excédant la valeur de  $HPL_{SBAS}$  ou à une erreur dans le sens vertical excédant la valeur de  $VPL_{SBAS}$  (définie au § 3.5.5.6). Lorsqu'un dépassement des limites de tolérance est détecté, le message d'alarme qui s'ensuit (diffusé dans un message de type 2 à 5, 6, 24, 26 ou 27) sera répété trois fois après la notification initiale de l'état d'alarme, soit un total de quatre fois en 4 secondes.

*Note 1.— Les « données actives » sont celles auxquelles n'est associé aucun délai d'expiration (§ 3.5.8.1.2). Cette spécification porte également sur les défaillances affectant la ou les constellations satellitaires de base et le SBAS.*

*Note 2.— Les messages suivants peuvent être transmis à la fréquence d'actualisation normale.*

**3.5.7.5.2 Masque des points de grille ionosphérique IGP.** Le SBAS transmettra un masque IGP et le paramètre  $IODI_k$  (soit au maximum 11 messages de type 18 correspondant aux 11 bandes IGP). Les valeurs de masque IGP indiqueront si des données sont fournies ou non pour chaque point IGP. Si la bande 9 est utilisée, les bits du masque IGP correspondant aux points IGP situés au nord du 55° parallèle nord dans les bandes 0 à 8 seront mis à 0. Si la bande 10 est utilisée, les bits du masque correspondant aux points situés au sud du 55° parallèle sud dans les bandes 0 à 8 seront mis à 0. Le paramètre  $IODI_k$  sera mis à jour à chaque modification des bits du masque IGP dans la  $k^e$  bande. Le SBAS transmettra le nouveau masque sous forme d'un message de type 18 avant d'y faire référence dans un message de type 26 connexe. Le paramètre  $IODI_k$  du message de type 26 sera égal au paramètre  $IODI_k$  transmis dans le message contenant le masque IGP (message de type 18) et servant à désigner les points IGP pour lesquels ce message contient des données.

**3.5.7.5.2.1 Recommandation.—** *Quand le masque IGP change, il est recommandé que le SBAS répète plusieurs fois le message de type 18 avant d'y faire référence dans le message de type 26, ceci afin de garantir que les utilisateurs reçoivent bien la nouvelle version du masque. Il est recommandé également d'utiliser le même paramètre  $IODI_k$  pour toutes les bandes.*

**3.5.7.5.3 Correction des effets ionosphériques.** Le SBAS transmettra des données de correction des effets ionosphériques pour les points IGP désignés par les valeurs 1 correspondantes du masque IGP.

**3.5.7.5.4 Données d'intégrité des corrections ionosphériques.** Pour chaque point IGP pour lequel des corrections sont fournies, le SBAS transmettra des données GIVEI de manière à satisfaire à la spécification d'intégrité énoncée au § 3.5.7.5.1. Si la valeur de ces corrections ou du paramètre  $\sigma\sigma_{I,GIVE}^2$  est en dehors de la plage prescrite, le SBAS indiquera l'état « Ne pas utiliser » (désigné dans les données de correction, § 3.5.4.6) pour le point IGP. Si



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 226  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

la valeur de  $\sigma\sigma_{I,GIVE}^2$  ne peut pas être déterminée, le SBAS indiquera que le IGP est « Non contrôlé » (désigné dans le codage GIVEI).

3.5.7.5.5 *Données de dégradation.* Le SBAS transmettra des paramètres de dégradation (message de type 10) de manière à satisfaire à la spécification d'intégrité énoncée au § 3.5.7.5.1.

#### 3.5.7.6 FONCTIONS FACULTATIVES

3.5.7.6.1 *Données de synchronisation.* Dans l'éventualité de la transmission des paramètres de temps UTC (message de type 12), ces paramètres seront conformes aux spécifications énoncées au § 3.5.4.8.

3.5.7.6.2 *Indication de service.* Si elles sont diffusées, les données d'indication de service seront conformes aux spécifications énoncées au § 3.5.4.9 (message de type 27) et les messages de type 28 ne seront pas diffusés. Le paramètre IODS de tous les messages de type 27 sera incrémenté chaque fois qu'une donnée quelconque des messages de type 27 est modifiée.

3.5.7.6.2.1 Si des données d'indication de service sont diffusées, le paramètre indicateur  $\delta UDRE$  intérieur dans le message de type 27 doit être égal à 0.

Note.— Cette exigence garantit la compatibilité avec l'équipement mis au point conformément au document RTCA/DO-229. Le supplément D, section 6.5.7, contient des renseignements supplémentaires.

3.5.7.6.3 *Matrice de covariance horloge-éphémérides.* Si des données de la matrice de covariance horloge-éphémérides définies au § 3.5.4.10 (message de type 28) sont diffusées, elles le seront pour tous les satellites contrôlés et les messages de type 27 ne seront pas diffusés.

#### 3.5.7.7 CONTRÔLE

3.5.7.7.1 *Contrôle des signaux radioélectriques SBAS.* Le SBAS contrôlera les paramètres des satellites SBAS indiqués au tableau B-53 et prendra les mesures adaptées à chaque cas.

Note.— En plus des spécifications de la présente section relatives au contrôle des signaux radioélectriques, il sera nécessaire de prendre des dispositions spéciales pour contrôler l'accélération de pseudodistance (chapitre 3, § 3.7.3.4.3.5), le bruit de phase de la porteuse (§ 3.5.2.2) et la perte de corrélation (§ 3.5.2.5), à moins que l'analyse et les essais ne montrent que ces paramètres ne peuvent pas dépasser les limites spécifiées.

3.5.7.7.2 *Contrôle des données.* Le SBAS surveillera les signaux des satellites afin de détecter toute situation conduisant à un mauvais fonctionnement du traitement différentiel des récepteurs de bord ayant les caractéristiques de poursuite définies dans le supplément D, § 8.11.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## **APPENDICES**

### **RANT 10 - PART 1**

### **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**

### **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**

### **AÉRIENNE**

APP : 227  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.7.7.2.1 Le sous-système sol utilisera la crête de corrélation la plus élevée dans tous les récepteurs employés pour la génération des corrections de pseudodistance.

3.5.7.7.2.2 Le sous-système sol détectera également les situations qui causent plus d'un passage à zéro pour les récepteurs embarqués qui utilisent la fonction de discrimination avance-retard définie dans le supplément D, § 8.11.

3.5.7.7.2.3 Le contrôleur mettra le paramètre UDRE à la valeur « Ne pas utiliser » pour le satellite.

3.5.7.7.2.4 Le SBAS contrôlera toutes les données actives qui peuvent être employées par un utilisateur dans la zone de service.

3.5.7.7.2.5 Le SBAS générera une alarme au bout de 5,2 secondes si une combinaison quelconque de données actives et de signaux électromagnétiques GNSS entraîne un dépassement des limites de tolérance pendant l'approche de précision (§ 3.5.7.5.1).

3.5.7.7.2.6 Le SBAS générera une alarme au bout de 8 secondes si une combinaison quelconque de données actives et de signaux électromagnétiques GNSS entraîne un dépassement des limites de tolérance en route ou pendant l'APV I (§ 3.5.7.4.1).

*Note.— Le contrôle porte sur tous les types de défaillances, y compris celles des satellites de la ou des constellations satellitaires de base ou du SBAS. Ce contrôle suppose que l'élément d'aéronef satisfait aux spécifications du document RTCA/DO-229D après le Changement 1, sauf lorsque ces spécifications sont annulées et remplacées par celles du § 3.5.8 et du supplément D, § 8.11.*

3.5.7.7.3 *Contrôle du paramètre IOD.* Le SBAS contrôlera les valeurs du paramètre IODE du GPS pour détecter d'éventuelles transmissions non valides de valeurs utilisées précédemment pour un ensemble différent de paramètres d'éphémérides pendant les intervalles de temps spécifiés au § 3.1.1.3.2.2 et prendra les mesures appropriées pour garantir l'intégrité des corrections diffusées, si une telle utilisation non valide est détectée.

*Note 1.— Dans le cas d'un SBAS appuyant des satellites GLONASS, le caractère unique de l'IOD est assuré de par sa conception.*

*Note 2.— Le paramètre IODC du GPS (tel qu'il est défini au § 3.1.1.3.1.4) n'est pas utilisé actuellement par un mode récepteur du SBAS pour le traitement des messages de navigation transmis sur la fréquence L1 du GPS. Le contrôle n'est donc pas expressément requis.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 228  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.7.8 *Insensibilité aux défaillances de la ou des constellations satellitaires de base.* En cas d'anomalie affectant un satellite de la ou des constellations satellitaires de base, le SBAS continuera à fonctionner normalement en utilisant les signaux des satellites en bon état qu'il est possible de suivre.

#### 3.5.8 ÉLÉMENTS SBAS L1 D'AÉRONEF

*Note 1.— Les paramètres auxquels il est fait référence dans cette section sont définis au § 3.5.4.*

*Note 2.— Certaines des spécifications de cette section peuvent ne pas s'appliquer aux équipements comportant des capteurs de navigation supplémentaires (inertiels, par exemple).*

3.5.8.1 *Récepteur GNSS compatible SBAS.* Sauf indication contraire, les récepteurs GNSS compatibles SBAS traiteront les signaux du SBAS et satisferont aux spécifications énoncées au § 3.1.3.1 (récepteur GPS) et/ou au § 3.2.3.1 (récepteur GLONASS). Les mesures de pseudodistance de chaque satellite seront lissées au moyen de mesures de la porteuse et d'un filtre de lissage dont l'écart, dans les 200 s qui suivent l'initialisation, est inférieur à 0,25 m par rapport à la réponse en régime permanent du filtre défini au § 3.6.5.1 en présence d'une dérive allant jusqu'à 0,018 m/s entre la phase du code et la phase de la porteuse intégrée.

3.5.8.1.1 *Acquisition du satellite géostationnaire.* Le récepteur sera capable d'acquérir et de suivre les satellites géostationnaires pour lesquels un récepteur stationnaire à l'emplacement du récepteur de l'utilisateur subirait un décalage Doppler allant jusqu'à  $\pm 450$  Hz.

3.5.8.1.2 *Conditions d'utilisation des données.* Le récepteur n'utilisera les données contenues dans un message SBAS que si le code CRC de ce dernier a été vérifié. La réception d'un message de type 0 provenant d'un satellite SBAS entraînera la désélection de ce satellite pendant au moins une minute, et toutes les données qu'il émet seront rejetées, mais le rejet des données des messages de type 12 et de type 17 n'est pas exigé. Dans le cas des satellites GPS, le récepteur n'appliquera les corrections à long terme que si l'IOD correspond à la fois à l'IODE et aux 8 bits de poids faible de l'IODC. Dans le cas des satellites GLONASS, le récepteur n'appliquera les corrections à long terme que si l'heure de réception ( $t_r$ ) des éphémérides GLONASS se situe à l'intérieur de l'intervalle de validité de l'IOD, comme il est spécifié au § 3.5.4.4.1 :

$$t_{LT} - L - V \leq t_r \leq t_{LT} - L$$

*Note 1.— Dans les satellites SBAS, aucun mécanisme ne relie les données de la fonction de mesure de distance GEO (message de type 9) et les corrections à long terme.*

*Note 2.— Cette spécification ne signifie pas que le récepteur doit arrêter de suivre le satellite du SBAS.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 229  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.8.1.2.1 *Identification des satellites SBAS.* À l'acquisition ou à la réacquisition d'un satellite SBAS, le récepteur n'utilisera pas les données du satellite SBAS à moins que la séparation calculée entre la position du satellite obtenue à partir des paramètres de mesure de distance du satellite géostationnaire et la position du satellite obtenue à partir du dernier message d'almanach reçu du même fournisseur de services au cours des 15 dernières minutes ne soit inférieure à 200 km.

*Note.— Cette vérification permet de s'assurer qu'un récepteur ne prendra pas un satellite SBAS pour un autre par suite d'une corrélation croisée durant l'acquisition ou la réacquisition.*

3.5.8.1.2.2 Le récepteur n'utilisera les données d'intégrité ou de correction que si le paramètre IODP qui leur est associé coïncide avec le paramètre IODP associé au masque PRN.

3.5.8.1.2.3 Le récepteur n'utilisera les données ionosphériques fournies par le SBAS (estimation du retard à la verticale du point IGP et GIVEI<sub>i</sub>) que si l'IOD<sub>k</sub> associé à ces données dans un message de type 26 correspond à l'IOD<sub>k</sub> associé au masque de bande IGP pertinent transmis dans un message de type 18.

3.5.8.1.2.4 Le récepteur utilisera les données d'intégrité les plus récentes pour lesquelles la valeur du paramètre IODF<sub>j</sub> est 3 ou pour lesquelles le paramètre IODF<sub>j</sub> coïncide avec le paramètre IODF<sub>j</sub> associé aux données de correction rapide les plus récentes en cours d'utilisation (le cas échéant).

3.5.8.1.2.5 Le récepteur appliquera une dégradation régionale au paramètre  $\sigma\sigma_{t,UDRE}^2$  défini par un message de service de type 27. Si un message de type 27 contenant un nouveau paramètre IODS indique un  $\delta_{UDRE}$  plus élevé pour l'emplacement de l'utilisateur, le  $\delta_{UDRE}$  plus élevé sera appliqué immédiatement. Un  $\delta_{UDRE}$  moins élevé contenu dans un message de type 27 ne sera appliqué qu'après réception de l'ensemble complet des messages contenant le nouveau paramètre IODS.

3.5.8.1.2.6 Le récepteur appliquera une dégradation pour le satellite au paramètre  $\sigma\sigma_{t,UDRE}^2$  défini par un message de matrice de covariance horloge-éphémérides de type 28. Le paramètre  $\delta_{UDRE}$  dérivé d'un message de type 28 avec un IODP correspondant à celui du masque PRN sera appliqué immédiatement.

3.5.8.1.2.7 En cas de perte de quatre messages SBAS consécutifs durant une approche SBAS avec un HAL de 40 m ou un VAL de 50 m ou moins, le récepteur invalidera toutes les données UDREI provenant de ce satellite SBAS.

3.5.8.1.2.8 Le récepteur n'utilisera pas les paramètres diffusés dont le délai d'expiration indiqué au tableau B-94 est écoulé.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 230  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.8.1.2.9 Le récepteur n'utilisera aucune correction rapide pour laquelle le paramètre  $\Delta t$  associé au taux de correction de distance (RRC) dépasse le délai d'expiration défini pour les corrections rapides ou pour laquelle l'âge de RRC excède  $8\Delta t$ .

3.5.8.1.2.10 Le calcul de RRC sera réinitialisé en cas d'indication « Ne pas utiliser » ou « Non contrôlé » visant le satellite considéré.

3.5.8.1.2.11 Pour les approches de précision par SBAS et les approches APV, le récepteur n'utilisera que les satellites dont l'angle de site est supérieur ou égal à 5 degrés.

3.5.8.1.2.12 Le récepteur cessera d'assurer les approches de précision par SBAS et les approches APV à l'aide d'un satellite particulier si la valeur du paramètre  $UDREI_i$  reçue est supérieure ou égale à 12.

#### 3.5.8.2 Fonction de mesure de distance

3.5.8.2.1 *Approche de précision et approche APV.* La moyenne quadratique (1 sigma) de la contribution totale de l'élément embarqué à l'erreur de pseudodistance corrigée pour un satellite SBAS au niveau minimal de signal reçu (voir chapitre 3, § 3.7.3.4.4.3) et dans les conditions de brouillage les plus défavorables (voir § 3.7) sera inférieure ou égale à 1,8 m, compte non tenu des erreurs résiduelles dues aux trajets multiples et aux effets troposphériques ou ionosphériques.

*Note.— L'élément embarqué délimitera les erreurs dues aux trajets multiples et celles dues aux effets troposphériques (§ 3.5.8.4.1). En ce qui concerne le service de prévisions, l'erreur due aux trajets multiples est censée être inférieure à 0,6 m (1 sigma).*

3.5.8.2.2 *Départ, en route, région terminale et approche classique.* La moyenne quadratique (1 sigma) de la contribution totale de l'élément embarqué à l'erreur de pseudodistance corrigée pour un satellite SBAS au niveau minimal de signal reçu (chapitre 3, § 3.7.3.4.5.3) et dans les conditions de brouillage les plus défavorables (voir § 3.7) sera inférieure ou égale à 5 m, compte non tenu des erreurs dues aux trajets multiples et aux effets troposphériques ou ionosphériques.

#### 3.5.8.2.3 Position du satellite SBAS

3.5.8.2.3.1 *Calcul de la position.* Le récepteur décodera le message de type 9 et déterminera le déphasage du code émis par le satellite SBAS ainsi que la position de ce dernier ( $X_G$ ,  $Y_G$ ,  $Z_G$ ).

#### Tableau B-94. Délais d'expiration des données



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 231  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

| <i>Données</i>                                             | <i>Types de messages<br/>connexes</i> | <i>En route, région<br/>terminale,<br/>approche classique</i> | <i>Approche de<br/>précision ou<br/>APV</i> |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Matrice de covariance horloge-éphémérides                  | 28                                    | 360                                                           | 240                                         |
| SBAS en mode d'essai                                       | 0                                     | S/O                                                           | S/O                                         |
| Masque PRN                                                 | 1                                     | 600 s                                                         | 600 s                                       |
| UDREI                                                      | 2 à 6, 24                             | 18 s                                                          | 12 s                                        |
| Corrections rapides                                        | 2 à 5, 24                             | (voir tableau B-95)                                           | (voir tableau B-95)                         |
| Corrections à long terme                                   | 24, 25                                | 360 s                                                         | 240 s                                       |
| Données de mesure de distance GEO                          | 9                                     | 360 s                                                         | 240 s                                       |
| Dégradation des corrections rapides                        | 7                                     | 360 s                                                         | 240 s                                       |
| Paramètres de dégradation                                  | 10                                    | 360 s                                                         | 240 s                                       |
| Masque de grille ionosphérique                             | 18                                    | 1 200 s                                                       | 1 200 s                                     |
| Données de correction des effets ionosphériques<br>(GIVEI) | 26                                    | 600 s                                                         | 600 s                                       |
| Données de synchronisation                                 | 12                                    | 86 400 s                                                      | 86 400 s                                    |
| Écart temporel GLONASS                                     | 12                                    | 600 s                                                         | 600 s                                       |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 232  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                    |    |              |              |
|--------------------|----|--------------|--------------|
| Données d'almanach | 17 | Pas de délai | Pas de délai |
| Niveau de service  | 27 | 86 400 s     | 86 400 s     |

*Note.— Les délais d'expiration s'entendent à compter de la fin de la réception du message.*

**Tableau B-95. Corrections rapides : délais d'expiration approximatifs**

| <i>Indicateur de<br/>facteur de<br/>dégradation (<math>a_i</math>)</i> | <i>Délai d'expiration<br/>pour approche<br/>classique (<math>I_{fc}</math>)</i> | <i>Délai d'expiration<br/>pour approche de<br/>précision/APV<br/>(<math>I_{fc}</math>)</i> |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                                                                      | 180 s                                                                           | 120 s                                                                                      |
| 1                                                                      | 180 s                                                                           | 120 s                                                                                      |
| 2                                                                      | 153 s                                                                           | 102 s                                                                                      |
| 3                                                                      | 135 s                                                                           | 90 s                                                                                       |
| 4                                                                      | 135 s                                                                           | 90 s                                                                                       |
| 5                                                                      | 117 s                                                                           | 78 s                                                                                       |
| 6                                                                      | 99 s                                                                            | 66 s                                                                                       |
| 7                                                                      | 81 s                                                                            | 54 s                                                                                       |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 233  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|    |      |      |
|----|------|------|
| 8  | 63 s | 42 s |
| 9  | 45 s | 30 s |
| 10 | 45 s | 30 s |
| 11 | 27 s | 18 s |
| 12 | 27 s | 18 s |
| 13 | 27 s | 18 s |
| 14 | 18 s | 12 s |
| 15 | 18 s | 12 s |

3.5.8.2.3.2 *Identification des satellites SBAS.* Le récepteur sera en mesure d'identifier chacun des satellites SBAS.

*Note.— Cette spécification s'applique aux acquisitions de satellite erronées qu'entraîne l'intercorrélation.*

#### 3.5.8.2.4 Données d'almanach

3.5.8.2.4.1 **Recommandation.**— *Pour l'acquisition, il est recommandé d'utiliser les données d'almanach fournies par le SBAS.*

*Note.— Les informations d'état de fonctionnement fournies dans les données d'almanach du satellite géostationnaire n'ont pas priorité sur les données fournies dans d'autres messages SBAS et ne les invalident pas. L'emploi des bits 0 à 2 par l'équipement de bord est optionnel ; il n'y a pas de spécifications relatives à cet emploi.*

3.5.8.3 *Fonction d'indication de l'état de fonctionnement des satellites GNSS.* Le récepteur exclura du calcul de la position tout satellite auquel le SBAS associe le message « Ne pas utiliser ». Si les données d'intégrité fournies par le SBAS sont utilisées, le récepteur n'aura pas à exclure les satellites GPS en fonction de l'indicateur d'état des éphémérides

GPS (§ 3.1.3.1.1) ni à exclure les satellites GLONASS en fonction de l'indicateur d'état des éphémérides GLONASS (§ 3.2.3.1.1).



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 234  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note 1.— Même si un satellite est désigné comme marginal ou hors d'état de fonctionner par l'indicateur d'état de la ou des constellations satellitaires de base, le SBAS peut être en mesure de transmettre les corrections d'éphémérides et d'horloge qui permettront à l'utilisateur de continuer à se servir du satellite en question.*

*Note 2.— Quand un satellite désigné par le SBAS comme « Non contrôlé » est utilisé pour le calcul de la position, les données d'intégrité correspondantes ne sont pas fournies par le SBAS. Pour les obtenir, il faut recourir à l'ABAS ou au GBAS.*

#### 3.5.8.4 FONCTIONS DE CORRECTION DIFFÉRENTIELLE SOMMAIRE ET DE CORRECTION DIFFÉRENTIELLE PRÉCISE

3.5.8.4.1 *Précision des mesures de distance de la ou des constellations satellitaires de base.* La moyenne quadratique (1 sigma) de la contribution totale de l'élément embarqué à l'erreur de pseudodistance corrigée pour un satellite GPS au niveau minimal et maximal du signal reçu (chapitre 3, § 3.7.3.1.1.8.6) et dans les conditions de brouillage les plus défavorables (§ 3.7) sera inférieure ou égale à 0,36 m pour le niveau de signal minimal et à 0,15 m pour le niveau de signal maximal, compte non tenu des erreurs résiduelles dues aux trajets multiples et aux effets troposphériques ou ionosphériques. La moyenne quadratique de la contribution totale de l'élément embarqué à l'erreur de pseudodistance corrigée pour un satellite GLONASS au niveau minimal de signal reçu (chapitre 3, § 3.2.5.4) et dans les conditions de brouillage les plus défavorables (§ 3.7) sera inférieure ou égale à 0,8 m, compte non tenu des erreurs résiduelles dues aux trajets multiples et aux effets troposphériques ou ionosphériques.

#### 3.5.8.4.2 Approche de précision et approche APV

3.5.8.4.2.1 Le récepteur obtiendra les données de correction et d'intégrité pour tous les satellites de la solution de position du même signal SBAS (code PRN).

3.5.8.4.2.2 Le récepteur calculera et appliquera les corrections à long terme, les corrections rapides, les données du taux de correction de distance et celles de correction des effets ionosphériques. Dans le cas des satellites GLONASS, les corrections ionosphériques reçues du SBAS seront multipliées par le carré du rapport entre les fréquences du GLONASS et les fréquences du GPS ( $f_{\text{GLONASS}}/f_{\text{GPS}}$ )<sup>2</sup>.

3.5.8.4.2.3 Le récepteur utilisera la méthode des moindres carrés pondérés pour le calcul de la position.

3.5.8.4.2.4 Le récepteur appliquera un modèle troposphérique tel que les erreurs résiduelles de pseudodistance auront une valeur moyenne ( $\mu$ ) inférieure à 0,15 m et un écart type (1 sigma) inférieur à 0,07 m.

*Note.— Un modèle conforme à cette spécification a été élaboré. Les éléments indicatifs à ce sujet figurent dans le supplément D, § 6.5.4.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 235  
 Révision : 04  
 Date : 10/11/2025

3.5.8.4.2.5 Le récepteur calculera et appliquera les niveaux de protection horizontale et verticale définis au § 3.5.5.6.

Dans ce calcul,  $\sigma_{i,tropo}$  sera

$$\frac{1,001}{0,002001 + \sin^2(\theta_i)} \times 0,12 \text{ m}$$

$\theta_i$  étant l'angle de site du  $i^e$  satellite.

En outre,  $\sigma_{i,air}$  satisfera à la condition que la distribution des erreurs résiduelles de pseudodistance des aéronefs sera limitée par une distribution normale à moyenne nulle et un écart type égal à  $\sigma_{i,air}$ , comme suit :

$$f_i(x)dx \leq Q \quad \text{pour tous les } 0 \leq \frac{x}{\sigma} \leq \infty \quad \text{et}$$

où :

$f_i(x)$  = densité de probabilité de l'erreur résiduelle de pseudodistance de l'aéronef et

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

*Note.— La marge type pour les trajets multiples causés par l'aéronef, définis au § 3.6.5.5.1, peut être utilisée pour limiter les erreurs dues à la propagation par trajets multiples.*

3.5.8.4.2.6 Le bloc de données FAS contiendra les paramètres qui définissent la trajectoire d'approche pour une seule approche de précision ou APV.

*Note 1.— La trajectoire du segment d'approche finale (FAS) est une ligne dans l'espace définie par le point de seuil à l'atterrissage/point de seuil fictif (LTP/FTP), le point d'alignement de la trajectoire de vol (FPAP), la hauteur de franchissement du seuil (TCH) et l'angle de trajectoire de descente (GPA). Le plan horizontal local de l'approche est un plan perpendiculaire à la verticale locale passant par le point LTP/FTP (c'est-à-dire tangent à l'ellipsoïde au*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 236  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

point LTP/FTP). La verticale locale de l'approche est normale par rapport à l'ellipsoïde WGS-84 au point LTP/FTP. Le point d'interception de l'alignement de descente (GPIP) est le point d'intersection de la trajectoire d'approche finale et du plan horizontal local.

*Note 2.— Dans le cas du SBAS, les blocs de données FAS sont enregistrés dans les bases de données embarquées. Le format des données de validation du CRC est indiqué dans le supplément D, § 6.6. Il est différent du bloc de données FAS GBAS (§ 3.6.4.5).*

3.5.8.4.2.6.1 Les paramètres SBAS L1 du bloc de données FAS seront les suivants (tableau B-96) :

*Note 1.— Voir le § 3.5.15.3.5 pour les définitions relatives au type d'opération, à l'identificateur de fournisseur de services SBAS et à l'indicateur de performance d'approche applicables aux récepteurs SBAS DFMC.*

*Note 2.— Les « récepteurs SBAS L1 » sont des récepteurs conformes aux spécifications du document RTCA/DO-229.*

*Type d'opération* : procédure d'approche en ligne droite ou autres types d'opération applicables aux récepteurs SBAS L1.

Codage : 0 = procédure d'approche en ligne droite

1 à 15 = de réserve

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

**Tableau B-96. Bloc de données FAS**

| <i>Teneur des données</i>                      | <i>Bits utilisés</i> | <i>Plage</i> | <i>Résolution</i> |
|------------------------------------------------|----------------------|--------------|-------------------|
| Type d'opération                               | 4                    | 0 à 15       | 1                 |
| Identificateur de fournisseur de services SBAS | 4                    | 0 à 15       | 1                 |
| Identificateur d'aéroport                      | 32                   | —            | —                 |
| Numéro de piste                                | 6                    | 1 à 36       | 1                 |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 237  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                  |    |                                     |                         |
|--------------------------------------------------|----|-------------------------------------|-------------------------|
| Lettre de piste                                  | 2  | —                                   | —                       |
| Indicateur de performance d'approche             | 3  | 0 à 7                               | 1                       |
| Indicateur de route                              | 5  | —                                   | —                       |
| Sélecteur de données de trajectoire de référence | 8  | 0 à 48                              | 1                       |
| Identificateur de trajectoire de référence       | 32 | —                                   | —                       |
| Latitude LTP/FTP                                 | 32 | ±90,0°                              | 0,0005 seconde<br>d'arc |
| Longitude LTP/FTP                                | 32 | ±180,0°                             | 0,0005 seconde<br>d'arc |
| Hauteur LTP/FTP                                  | 16 | −512,0 à 6 041,5 m                  | 0,1 m                   |
| ΔLatitude FPAP                                   | 24 | ±1,0°                               | 0,0005 seconde<br>d'arc |
| ΔLongitude FPAP                                  | 24 | ±1,0°                               | 0,0005 seconde<br>d'arc |
| TCH à l'approche (Note 1)                        | 15 | 0 à 1 638,35 m ou<br>0 à 3 276,7 ft | 0,05 m ou<br>0,1 ft     |
| Indicateur d'unité TCH à l'approche              | 1  | —                                   | —                       |
| Angle de l'alignement de descente (GPA)          | 16 | 0 à 90,0°                           | 0,01°                   |
| Largeur de radioalignement                       | 8  | 80,0 à 143,75 m                     | 0,25 m                  |
| ΔÉcart longitudinal                              | 8  | 0 à 2 032 m                         | 8 m                     |
| Seuil d'alarme horizontal (HAL)                  | 8  | 0 à 51,0 m                          | 0,2 m                   |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 238  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

Seuil d'alarme vertical (VAL) (Note 2) 8 0 à 51,0 m 0,2 m

Code CRC du segment d'approche finale 32 — —

*Note 1.— La donnée peut être exprimée en pieds ou en mètres, tout dépendant de l'indicateur d'unité TCH.*

*Note 2.— Un seuil VAL égal à 0 signifie que les écarts verticaux ne doivent pas être utilisés (c'est-à-dire qu'il s'agit d'une approche avec guidage latéral seulement), ce qui n'empêche pas de fournir un guidage vertical consultatif pour ces approches (voir FAA AC 20-138).*

Codage : 0-13 = Voir tableau B-65.

14 = bloc de données FAS utilisable seulement avec le GBAS

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

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

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

**Numéro de piste** : l'orientation de la piste, la direction de la trajectoire d'approche finale vers un point dans l'espace ou la direction de la procédure d'approche indirecte SBAS seulement, arrondie aux 10 degrés les plus proches et tronquée à deux caractères.

**Codage** : 1 à 36 = numéro de piste

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

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 239  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

Codage : 0 = (pas de lettre)

1 = R (piste de  
droite)

2 = C (piste centrale)

3 = L (piste de  
gauche)

*Indicateur de performance d'approche* : ce champ ne sera pas utilisé par les récepteurs SBAS L1.

*Indicateur de route* : un « blanc » ou une lettre permettant de distinguer les diverses approches s'appliquant à une même extrémité de piste.

*Note.— Les procédures sont considérées comme différentes même si elles ne diffèrent que par le segment d'approche interrompue.*

Codage : La lettre est codée à l'aide des bits  $b_1$  à  $b_5$  de sa représentation en IA5. Le bit  $b_1$  est transmis en premier.

Ne sont utilisés que les lettres majuscules (à l'exception de I et O) et l'« espace » IA5. Un blanc indique qu'il n'y a qu'une procédure pour l'extrémité de piste. Pour indiquer plusieurs procédures pour une même extrémité de piste, l'indicateur de route est codé à l'aide d'une lettre commençant à Z et continuant en ordre alphabétique inverse pour les procédures additionnelles.

*Sélecteur de données de trajectoire de référence (RPDS)* : ce champ n'est pas utilisé par le SBAS.

*Identificateur de trajectoire de référence (RPI)* : quatre caractères permettant de désigner sans ambiguïté la trajectoire de référence. Les quatre caractères sont constitués de trois caractères alphanumériques et d'un blanc ou de quatre caractères alphanumériques.

*Note.— La meilleure pratique de l'industrie consiste à faire correspondre le codage des 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> caractères au numéro de piste codé. Le dernier caractère est une lettre commençant à A ou un « blanc ».*

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





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 240  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— Le point de seuil à l'atterrissage/point de seuil fictif (LTP/FTP) est un point au-dessus duquel passe la trajectoire FAS à une hauteur au-dessus de la hauteur du LTP/FTP déterminée par la TCH.*

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

Codage : valeur positive : latitude nord

valeur négative : latitude sud

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

Codage : valeur positive : longitude est

valeur négative : longitude ouest

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

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

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

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

Codage : valeur positive : point FPAP au nord de la latitude LTP/FTP

valeur négative : point FPAP au sud de la latitude LTP/FTP

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

Codage : valeur positive : point FPAP à l'est de la longitude LTP/FTP

valeur négative : point FPAP à l'ouest de la longitude  
LTP/FTP

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

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

Codage : 0 = pieds



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 241  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

1 = mètres

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

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

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

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

*Codage* : 1111 1111 = donnée non fournie

*HAL* : seuil d'alarme horizontal à utiliser durant l'approche, en mètres.

*VAL* : seuil d'alarme vertical à utiliser durant l'approche, en mètres.

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

Le polynôme générateur du code CRC sera :

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

Le champ données CRC,  $M(x)$ , sera formé comme suit :

288

$$M(x) = \sum_{i=1}^{288} m_i x^{288-i} = m_1 x^{287} + m_2 x^{286} + \dots + m_{288} x^0$$

$i=1$

$M(x)$  sera formé à partir de tous les bits du bloc de données FAS considéré, à l'exception du code CRC. Les bits seront disposés dans le même ordre que celui dans lequel ils ont été transmis :  $m_1$  correspondra au bit de poids faible du champ type d'opération et  $m_{288}$ , au bit de poids fort du champ VAL. Le code CRC sera ordonné de manière à ce que  $r_1$  soit le bit de poids faible et  $r_{32}$ , le bit de poids fort.

3.5.8.4.2.6.2 Pour les approches de précision et les approches APV, l'identificateur de fournisseur de services contenu dans le message de type 17 sera identique à celui qui contient le bloc de données FAS, sauf si ce deuxième identificateur est « 15 ».



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 242  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— Si l'identificateur du fournisseur de services contenu dans le bloc de données FAS est égal à 15, n'importe quel fournisseur de services peut être utilisé. Si l'identificateur est « 14 », les corrections différentielles précises du SBAS ne peuvent être utilisées au cours de l'approche.*

3.5.8.4.2.6.3 *Précision des points de données FAS du SBAS.* L'erreur d'analyse de tous les points de données FAS sera, dans le système WGS-84, inférieure à 0,25 m dans le sens vertical et à 1 m dans le sens horizontal.

3.5.8.4.3 *Départ, en route, région terminale et approche classique*

3.5.8.4.3.1 Le récepteur calculera et appliquera les corrections à long terme, les corrections rapides et les données du taux de correction de distance.

3.5.8.4.3.2 Le récepteur calculera et appliquera les corrections des effets ionosphériques.

*Note.— Pour la correction des effets ionosphériques, deux méthodes de calcul sont données aux § 3.1.2.4 et 3.5.5.2.*

3.5.8.4.3.3 Le récepteur appliquera un modèle troposphérique tel que les erreurs résiduelles de pseudodistance auront une valeur moyenne ( $\mu$ ) inférieure à 0,15 m et un écart type inférieur à 0,07 m.

*Note.— Un modèle conforme à cette spécification a été élaboré. Les éléments indicatifs à ce sujet figurent dans le supplément D, § 6.5.4.*

3.5.8.4.3.4 Le récepteur calculera et appliquera les niveaux de protection horizontale et verticale définis au § 3.5.5.6. Dans ce calcul, on obtiendra  $\sigma_{\text{tropo}}$  à l'aide de la formule indiquée au § 3.5.8.4.2.5, qui peut être utilisée pour des angles de site non inférieurs à 4 degrés, ou à l'aide de la formule indiquée ci-dessous, qui peut être employée pour des angles de site non inférieurs à 2 degrés.

$$\frac{1,001}{\sin^2(\theta_i)} \times 1 + 0,015 \times \max(0, 4 - \theta_i) \times 0,12 \text{ m } 0,002001 +$$

$\theta_i$  étant l'angle de site du  $i^{\text{e}}$  satellite.

En outre,  $\sigma_{i,\text{air}}$  satisfera à la condition que la distribution des erreurs résiduelles de pseudodistance des aéronefs sera limitée par une distribution normale à moyenne nulle et un écart type égal à  $\sigma_{i,\text{air}}$  comme suit :

$\infty$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 243  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$$\int_{-\infty}^{\infty} f_i(x) dx \leq Q \quad \text{pour tous les } \sigma \geq 0$$

et  $-\sigma$

$$\int_{-\infty}^{\infty} f_i(x) dx \leq Q \quad \text{pour tous les } \sigma \geq 0$$

$-\infty$  où :

$f_i(x)$  = densité de probabilité de l'erreur résiduelle de pseudodistance de l'aéronef et

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-t^2/2} dt$$

*Note.— La marge type pour les trajets multiples dus à l'aéronef, définis au § 3.6.5.5.1, peut être utilisée pour limiter les erreurs dues à la propagation par trajets multiples.*

**3.5.8.4.4 Recommandation.—** Pour les opérations « départ », « en route », « région terminale » et « approche classique », il est recommandé que le récepteur utilise les données de correction des effets ionosphériques diffusées, si elles sont disponibles, ainsi qu'un modèle de retard troposphérique présentant les caractéristiques énoncées au § 3.5.8.4.3.

### 3.5.9 CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES DU SBAS L5

**3.5.9.1 Stabilité de la porteuse.** La stabilité à court terme de la fréquence porteuse L5 (la racine carrée de la variance d'Allan), mesurée à la sortie de l'antenne d'émission du satellite, sera supérieure à  $6,7 \times 10^{-11}$  pendant un intervalle de 1 à 10 secondes.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 244  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.9.2 *Bruit de phase de la porteuse*. La densité spectrale du bruit de phase de la porteuse non modulée sera telle qu'une boucle à verrouillage de phase dont la largeur de bande passante de bruit est égale à 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision de 0,1 radian (1 sigma).

3.5.9.3 *Rayonnement non essentiel*. Sur toutes les fréquences, la puissance du rayonnement non essentiel sera inférieure d'au moins 40 dB à la puissance de la porteuse non modulée.

#### 3.5.9.4 *Cohérence code-porteuse*

3.5.9.4.1 Dans le cas de la fréquence L5, le taux de variation du code moins la porteuse sera inférieur à 0,5 mètre/seconde.

3.5.9.4.2 Dans le cas des satellites de télémétrie SBAS DFMC :

*Note.*— Voir aux § 3.5.1.1 et 3.5.1.2 une description des filtres de lissage à utiliser pour les spécifications ci-dessous.

3.5.9.4.2.1 La valeur de la moyenne quadratique (RMS) sur une période de 3 600 secondes de la différence entre la pseudodistance de code L5 et la pseudodistance de code L5 lissée en utilisant un lissage par porteuse sur 10 secondes de la pseudodistance basée sur le code sera inférieure à 0,200 mètre.

3.5.9.4.2.2 La valeur de la RMS sur une période de 86 400 secondes de la différence entre la pseudodistance de code L5 et la pseudodistance de code L5 lissée en utilisant un lissage par porteuse sur 100 secondes de la pseudodistance basée sur le code sera inférieure à 0,255 mètre.

3.5.9.4.2.3 La valeur de la RMS sur une période de 3 600 secondes de la différence entre la pseudodistance de code L1 et la pseudodistance de code L1 lissée en utilisant un lissage par porteuse sur 10 secondes de la pseudodistance basée sur le code sera inférieure à 0,15 mètre.

3.5.9.4.2.4 La valeur de la RMS sur une période de 86 400 secondes de la différence entre la pseudodistance de code L1 et la pseudodistance de code L1 lissée en utilisant un lissage par porteuse sur 100 secondes de la pseudodistance basée sur le code sera inférieure à 0,19 mètre.

3.5.9.4.2.5 *Cohérence code-porteuse relative à court terme des signaux L1 et L5*. Dans le cas des signaux L1 et L5 diffusés par un satellite de télémétrie SBAS, la valeur de la RMS sur une période de 3 600 secondes de la différence entre la pseudodistance sans le retard ionosphérique et la pseudodistance sans le retard ionosphérique lissée en utilisant un lissage par porteuse sur 10 secondes de la combinaison L1/L5 de pseudodistances sans le retard ionosphérique sera inférieure à 0,29 mètre.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 245  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.9.4.2.6 *Cohérence code-porteuse relative à long terme des signaux L1 et L5.* Dans le cas des signaux L1 et L5 diffusés par un satellite de télémétrie SBAS, la valeur de la RMS sur une période de 86 400 secondes de la différence entre la pseudodistance sans le retard ionosphérique et la pseudodistance sans le retard ionosphérique lissée en utilisant un lissage par porteuse sur 10 secondes de la combinaison L1/L5 de pseudodistances sans le retard ionosphérique sera inférieure à 0,37 mètre.

3.5.9.5 *Perte de corrélation.* La perte de puissance du signal récupéré due aux imperfections de la modulation et à la distorsion ne dépassera pas 1 dB.

*Note.— La perte de corrélation est définie comme le rapport des puissances de sortie d'un corrélateur parfait pour deux cas :*

- a) *le signal SBAS L5 reçu réel corrélé avec une référence de bruit pseudo-aléatoire non filtré parfaite ;*
- b) *un signal de bruit pseudo-aléatoire non filtré parfait normalisé à la même puissance totale que le signal du SBAS visé au cas a), corrélé avec une référence de bruit pseudo-aléatoire non filtré parfaite.*

3.5.9.6 *Écart maximal sur phase de code.* L'écart maximal entre le signal L5 émis et le temps équivalent du réseau SBAS (SNT) DFMC ne dépassera pas  $\pm 2^{-10}$  secondes.

3.5.9.7 *Cohérence code-données.* Chaque symbole de 2 ms sera synchrone avec chaque impulsion de code.

3.5.9.8 *Synchronisation des messages.* Le front avant du premier symbole qui dépend du premier bit du message en cours sera diffusé à partir du satellite SBAS en même temps qu'une impulsion SNT de 1 seconde dans le cas du SBAS DFMC.

*Note.— La référence du temps SNT est fournie par le message de type 37 comme il est décrit au § 3.5.11.5.*

#### 3.5.9.9 *Codage à convolution et codage bi-binaire*

3.5.9.9.1 *Codage à convolution.* Un flot de données à 250 bits par seconde (bit/s) sera codé à raison de deux symboles par bit, selon un codage à convolution de longueur de contrainte 7, afin de générer 500 symboles par seconde (symb/s). Le circuit logique du codeur convolutionnel sera conforme à la figure B-24, la sortie G3 étant active pendant la première moitié de chaque période de quatre millisecondes de bits de données.

3.5.9.9.2 *Codage bi-binaire.* En plus du codage à convolution décrit au § 3.5.9.9.1, le canal de données 500 symboles par seconde en codage à convolution sera aussi codé en bi-binaire de telle sorte qu'un symbole « 0 » deviendra une paire « 01 » et un symbole « 1 », une paire « 10 », ce qui donne un canal de données fonctionnant à une cadence de 1 kHz.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 246  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.9.10 *Codes pseudo-aléatoires (PRN) SBAS L5.* Chaque code PRN aura une longueur de 10 230 bits et sera additionné en modulo 2 au flot de données du message de navigation visé au § 3.5.9.9.2.

*Note.— Des renseignements supplémentaires sur les codes PRN figurent dans le document IS-GPS-705F.*

Le contenu initial du registre XA sera « 111111111111 » ; le contenu initial du registre XBi sera conforme au tableau B-97.

**Tableau B-97. Codes PRN SBAS L5**

| Code PRN | Contenu initial XB Avance de code XB (chips) |           |
|----------|----------------------------------------------|-----------|
|          | (canal I)                                    | (canal I) |
|          | (Note 1)                                     | (Note 2)  |
| 120      | 1101001100010                                | 2 797     |
| 121      | 1100011001100                                | 934       |
| 122      | 1000011000101                                | 3 023     |
| 123      | 1111011011011                                | 3 632     |
| 124      | 0000001100100                                | 1 330     |
| 125      | 1101110000101                                | 4 909     |
| 126      | 1100001000010                                | 4 867     |
| 127      | 0001101001101                                | 1 183     |
| 128      | 1010100101011                                | 3 990     |
| 129      | 1111011110100                                | 6 217     |
| 130      | 1111111101100                                | 1 224     |
| 131      | 0000010000111                                | 1 733     |
| 132      | 1111110000010                                | 2 319     |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 247  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|     |               |       |
|-----|---------------|-------|
| 133 | 0011100111011 | 3 928 |
| 134 | 1101100010101 | 2 380 |
| 135 | 0101011111011 | 841   |
| 136 | 0001100011011 | 5 049 |

---

| <i>Code PRN</i> | <i>Contenu initial XB</i> | <i>Avance de code XB</i> |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|
|                 | <i>(canal I)</i>          | <i>(chips)</i>           |
|                 | <i>(Note 1)</i>           | <i>(canal I)</i>         |
|                 |                           | <i>(Note 2)</i>          |

---

|     |               |       |
|-----|---------------|-------|
| 137 | 0001101110111 | 7 027 |
| 138 | 1110011110000 | 1 197 |
| 139 | 0111100011111 | 7 208 |
| 140 | 0011101110000 | 8 000 |
| 141 | 1111001001000 | 152   |
| 142 | 0001101110010 | 6 762 |
| 143 | 0101100111100 | 3 745 |
| 144 | 0010010111101 | 4 723 |
| 145 | 1101110110011 | 5 502 |
| 146 | 0011110011111 | 4 796 |
| 147 | 1001010101111 | 123   |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 248  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|     |               |       |
|-----|---------------|-------|
| 148 | 0111111101111 | 8 142 |
| 149 | 0000100100001 | 5 091 |
| 150 | 1110001101011 | 7 875 |
| 151 | 1111010010001 | 330   |
| 152 | 1011010111101 | 5 272 |
| 153 | 0001101110000 | 4 912 |
| 154 | 0000010111100 | 374   |
| 155 | 0100101111100 | 2 045 |
| 156 | 1110110111010 | 6 616 |
| 157 | 1101110101011 | 6 321 |
| 158 | 1101000110001 | 7 605 |

#### 3.5.10 STRUCTURE DES DONNÉES SUR LE SIGNAL SBAS L5

*Note.— Les messages diffusés en vue d'une utilisation dans le cadre du service SBAS DFMC sont indépendants de ceux qui le sont en vue d'une utilisation dans le cadre du service SBAS L1. Les informations transmises au moyen du signal SBAS L5 servent uniquement aux solutions du service SBAS DFMC utilisant les mesures sur deux fréquences des constellations de base.*

3.5.10.1 *Description générale.* Tous les messages consisteront en un préambule, un identificateur de type de message, un champ de données et un code de contrôle de redondance cyclique comme il est indiqué à la figure B-28.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 249  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.10.2 *Préambule*. Dans le cas des messages L5, le préambule sera formé de la séquence de bits 0101 1100 0110 1001 0011 1010, répartie en six blocs consécutifs. Le début de chaque préambule de 24 bits coïncidera avec le temps SNT en secondes modulo 6.

3.5.10.3 *Identificateur de type de message*. L'identificateur de type de message L5 sera une séquence de 6 bits indiquant à laquelle des catégories du tableau B-98 appartient le message. Cet identificateur sera transmis en commençant par le bit de poids fort (MSB).

**Tableau B-98. Types de messages L5 diffusés**

| <i>Type de message L5</i> | <i>Contenu</i>                                                               |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 0                         | « Ne pas utiliser » – Le contenu s'applique au service SBAS DFMC seulement   |
| 1-30                      | De réserve                                                                   |
| 31                        | Masque de satellite SBAS                                                     |
| 32                        | Corrections et matrice de covariance d'horloge et d'éphémérides de satellite |
| 33                        | De réserve                                                                   |
| 34, 35, 36                | Données d'intégrité (DFREI et DFRECI)                                        |
| 37                        | Paramètres de dégradation et tableau DFREI                                   |
| 38                        | De réserve                                                                   |
| 39                        | Horloge, éphémérides et matrice de covariance de satellite SBAS – 1          |
| 40                        | Horloge, éphémérides et matrice de covariance de satellite SBAS – 2          |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 250  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|       |                                                                     |
|-------|---------------------------------------------------------------------|
| 41    | De réserve                                                          |
| 42    | Décalage temps réseau SBAS-temps UTC                                |
| 43-46 | De réserve                                                          |
| 47    | Almanachs des satellites SBAS                                       |
| 48-61 | De réserve                                                          |
| 62    | Réservé – le contenu s'applique au service SBAS DFMC seulement      |
| 63    | Message vide – le contenu s'applique au service SBAS DFMC seulement |

---

*Note.— Les messages L1 (tableau B-62) sont destinés à être utilisés dans le cadre du service SBAS L1, et les messages L5 (tableau B-98), dans le cadre du service SBAS DFMC. Les messages des types 0, 62 et 63 sont utilisés indépendamment à la fois par le service SBAS L1 et par le service SBAS DFMC, et leur contenu ne s'applique qu'au service correspondant.*

---

3.5.10.4 *Champ de données.* Le champ de données L5 se composera de 216 bits (§ 3.5.13). Chacun de ses paramètres sera transmis en commençant par le bit de poids fort.

3.5.10.5 *Contrôle de redondance cyclique (CRC).* Le code de contrôle de redondance cyclique (CRC) des messages SBAS L5 sera calculé comme il est indiqué au § 3.9.

3.5.10.5.1 La longueur du code CRC sera  $k = 24$  bits.

3.5.10.5.2 Le polynôme générateur du code CRC sera :

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

3.5.10.5.3 Le champ données CRC,  $M(x)$ , sera formé comme suit :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 251  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$$MM(xx) = mm_{ii} \text{ } xx \text{ } 226 - ii = mm_1 \text{ } xx \text{ } 225 + mm^1 \text{ } xx \text{ } 224 + \dots + mm_{226} \text{ } xx$$

0

$ii = 1$

3.5.10.5.4 M(x) sera formé à partir du préambule de 8 bits du message SBAS, de l'identificateur de type de message de 6 bits et du champ de données de 216 bits. L'ordre suivi sera celui dans lequel le satellite SBAS transmet les bits :  $m_1$  correspondra au premier bit du préambule et  $m_{226}$ , au bit 216 du champ de données.

3.5.10.5.5 Le code CRC sera ordonné de manière à ce que  $r_1$  soit le premier bit transmis et  $r_{24}$ , le dernier.

### 3.5.11 TENEUR DES DONNÉES SBAS DFMC

3.5.11.1 *Paramètres du masque de satellite*. Les paramètres du masque de satellite seront les suivants :

*Masque de satellite SBAS* : ensemble de 214 bits, chacun représentant un satellite particulier, comme il est indiqué au tableau B-99, la valeur du bit indiquant si un renforcement est, ou n'est pas, assuré pour ce satellite. Il sera diffusé dans le message de type 31.

*Note.*— Le masque permet de configurer jusqu'à 92 satellites sur les 214 disponibles pour le renforcement.

**Tableau B-99. Affectation des numéros de position de satellite**

| <i>Numéro de position de satellite</i> | <i>Affectation</i>                                 |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1 – 32                                 | PRN GPS                                            |
| 33 – 37                                | Réservés (GPS)                                     |
| 38 – 69                                | Numéro d'identification GLONASS plus 37            |
| 70 – 74                                | Réservés (GLONASS)                                 |
| 75 – 110                               | Identificateur de véhicule spatial Galileo plus 74 |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 252  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|           |                                                      |
|-----------|------------------------------------------------------|
| 111       | Réservés (Galileo)                                   |
| 112 – 119 | De réserve                                           |
| 120 – 158 | PRN GEO SBAS                                         |
| 159 – 195 | Numéro de code de mesure de distance BDS plus<br>158 |
| 196 – 207 | Réservés                                             |
| 208 – 214 | De réserve                                           |

*Note 1.— Un SBAS peut renforcer différents ensembles de satellites pour la fourniture du service SBAS L1 et du service SBAS DFMC.*

*Note 2.— « Réservé » signifie que le numéro de position n'a pas encore été attribué mais qu'il est prévu qu'il le soit à une constellation satellitaire particulière.*

**Numéro de position de satellite :** numéro unique représentant une position précise dans le masque de satellite SBAS (les positions sont numérotées de 1 à 214), attribué à un satellite particulier pour lequel un renforcement peut être assuré.

*Note 1.— Le premier bit transmis du masque de satellite correspond au numéro de code PRN « 1 » du GPS.*

*Note 2.— Ce paramètre est aussi transmis dans les messages de type 32 afin d'identifier le satellite auquel les corrections s'appliquent.*

**Signaux satellitaires renforcés SBAS :** les normes SBAS DFMC permettront le renforcement de la combinaison, sans le retard ionosphérique, des signaux ci-dessous, par constellation de base :

- a) GPS : signal L1 C/A (décrit au chapitre 3, § 3.7.3.1.1.8 et 3.1.1.1.1) et signal L5-Q (décrit au chapitre 3, § 3.7.3.1.8 et 3.1.1.1.4). Les données LNAV transmises au moyen du signal L1 C/A seront utilisées dans la solution de position SBAS DFMC ;



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 253  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

b) GLONASS : signal L1 OC (décrit au chapitre 3, § 3.7.3.1.2.10 et 3.1.2.1.5) et signal L3 OC (décrit au chapitre 3, § 3.7.3.1.2.9 et 3.1.2.1.5). Les données transmises au moyen du signal L1 OC seront utilisées dans la solution de position SBAS DFMC ;

c) Galileo : signal E1-C (décrit au chapitre 3, § 3.7.3.1.3.11 et 3.1.3.1.1.2) et signal E5a-Q (décrit au chapitre 3, § 3.7.3.1.3.11 et 3.1.3.1.1.3). Les données FNAV transmises au moyen du signal E5a-I seront utilisées dans la solution de position SBAS DFMC ;

d) BDS : signal B1C (décrit au chapitre 3, § 3.7.3.1.4.9 et 3.1.4.1.1.3) et signal B2a (décrit au chapitre 3, § 3.7.3.1.4.10 et 3.1.4.1.1.4). Les données transmises au moyen du signal B-CNAV2 seront utilisées dans la solution de position SBAS DFMC ;

e) SBAS : signal L1 (décrit au § 3.5.2) et signal L5 (décrit au § 3.5.9). Les données transmises au moyen du signal SBAS L5 seront utilisées dans la solution de position SBAS DFMC.

*Valeur de position de satellite* : indication binaire, par position de satellite, qui précise si des données de correction et d'intégrité sont fournies ou non pour le satellite en question.

Codage : 0 = données non fournies

1 = données fournies

*Indice de position renforcée* : nombre (de 1 à 92) positionné à « 1 » dans la séquence des valeurs de position de satellite dans le masque de satellite SBAS.

*Note.— L'indice de position renforcée est « 1 » pour le numéro de position de satellite le plus bas pour lequel la valeur de position de satellite est « 1 ».*

*Identification des données – masque (IODM)* : indicateur figurant dans les messages des types 31, 34, 35 et 36 qui relie les données d'intégrité transmises dans les messages des types 34, 35 et 36 aux indices de position renforcée figurant dans le message de type 31 contenant le même IODM.

3.5.11.2 *Corrections d'horloge et d'éphémérides et paramètres de la matrice de covariance.* Les corrections d'horloge et d'éphémérides et les paramètres de la matrice de covariance seront les suivants :

*Numéro de position de satellite* : voir § 3.5.11.1.

*Identification des données – navigation (IODN)* : indicateur de 10 bits transmis dans les messages de type 32 qui associe les corrections d'horloge et d'éphémérides d'un satellite aux données d'éphémérides diffusées par ce satellite. L'IODN d'un satellite donné correspond aux informations suivantes (IOD) émises par le même satellite :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 254  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

- a) GPS : paramètre IODC (§ 3.1.1.1.3.1.4) figurant dans le message LNAV L1 ;
- b) GLONASS : paramètre  $t_b$  (§ 3.1.2.1.3.1) figurant dans les chaînes des types 10, 31 et 32 du message de navigation L1OC ;
- c) Galileo : paramètre IODnav (§ 3.1.3.1.3.7) figurant dans le message F/NAV ;
- d) BDS : paramètre IODC (§ 3.1.4.1.3.2.4.2) figurant dans le message B-CNAV2 ;
- e) SBAS : paramètre IODG (§ 3.5.11.5) figurant dans les messages de type 39/40.

*Corrections des paramètres orbitaux et d'horloge* : Les paramètres orbitaux seront définis comme suit :

$\delta x_{(ECEF)}$  : correction des éphémérides le long de l'axe des X, en coordonnées ECEF du WGS84 ;

$\delta y_{(ECEF)}$  : correction des éphémérides le long de l'axe des Y, en coordonnées ECEF du WGS84 ;

$\delta z_{(ECEF)}$  : correction des éphémérides le long de l'axe des Z, en coordonnées ECEF du WGS84 ;

$\delta B_{(ECEF)}$  : correction de l'erreur due au décalage de l'horloge, exprimée en mètres ;

$\delta \dot{x}_{(ECEF)}$  : correction de vitesse des éphémérides le long de l'axe des X, en coordonnées ECEF du WGS84 ;

$\delta \dot{y}_{(ECEF)}$  : correction de vitesse des éphémérides le long de l'axe des Y, en coordonnées ECEF du WGS84 ;

$\delta \dot{z}_{(ECEF)}$  : correction de vitesse des éphémérides le long de l'axe des Z, en coordonnées ECEF du WGS84 ;

$\delta \ddot{B}_{(ECEF)}$  : correction de l'erreur due à la dérive de l'horloge, exprimée en mètres par seconde ;

$t_D$  : instant d'entrée en vigueur des paramètres  $\delta x$ ,  $\delta y$ ,  $\delta z$ ,  $\delta B$ ,  $\delta \dot{x}$ ,  $\delta \dot{y}$ ,  $\delta \dot{z}$  et  $\delta \ddot{B}$ , exprimé en secondes du jour (voir supplément D, § 6.7.11).

*Exposant d'échelle* : terme servant à calculer l'échelle utilisée pour coder les éléments de la factorisation de Cholesky.

*Éléments de la factorisation de Cholesky ( $E_{i,j}$ )* : éléments d'une matrice triangulaire supérieure qui compresse les données de la matrice de covariance d'horloge et d'éphémérides. Ces éléments sont utilisés pour calculer le facteur lié à l'emplacement de l'utilisateur ( $\delta_{DFRE}$ ) en fonction de la position de l'utilisateur (voir § 3.5.12.4.1).

*Indicateur d'erreur de distance double fréquence (DFREI)* : indicateur à 4 bits de la valeur de l'erreur de distance double fréquence (DFRE). La gamme s'étend de 0 à 15, 15 correspondant à l'indication « Ne pas utiliser pour le SBAS ».



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 255  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note 1.— Pour les valeurs 0 à 14, voir le tableau mettant en correspondance les valeurs du DFREI et les écarts types ( $\sigma_{DFRE}$ , en mètres), au § 3.5.11.4.*

*Note 2.— Les valeurs de l'écart type de diffusion (dans les gammes permises définies au § 3.5.11.4) dépendent du SBAS.  $\delta R_{CORR}$  : multiplicateur de paramètre de dégradation de premier ordre.*

*Note.— Tous ces paramètres sont incorporés aux messages de type 32.*

3.5.11.3 *Paramètres du message d'intégrité.* Les paramètres du message d'intégrité seront les suivants :

*Indicateur d'évolution de l'erreur de distance double fréquence (DFRECI) :* indicateur à 2 bits représentant l'état d'intégrité d'un satellite particulier identifié par son indice de position renforcée (voir § 3.5.11.1), conformément au tableau B-100.

**Tableau B–100. Indicateur DFRECI**

| DFRECI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | État                                      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 0 (« 00 »)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | DFREI inchangé                            |
| 1 (« 01 »)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | DFREI changé                              |
| 2 (« 10 »)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Valeur du DFREI actif augmentée de un     |
| 3 (« 11 »)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Ne pas utiliser ce satellite en mode SBAS |
| <i>Note.— Pour un satellite donné, les indications DFRECI « 00 » et « 10 » font toujours référence au dernier DFREI valide reçu (DFREI actif) pour ce satellite. Un DFREI actif peut être n'importe quel DFREI diffusé qui n'est pas encore arrivé à expiration Les indications DFRECI « 10 » ne sont pas cumulatives</i> |                                           |

*Identification des données – masque (IODM) :* voir § 3.5.11.1.

*Indicateur d'erreur de distance double fréquence (DFREI) :* voir § 3.5.11.2.





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 256  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— Les paramètres sont diffusés au moyen d'un ou de plusieurs des types de messages suivants :*

- a) message de type 34 contenant le DFRECI de tous les satellites renforcés, le DFREI d'un maximum de 7 satellites renforcés et l'IODM ;*
- b) messages des types 35 et 36 contenant l'IODM et les DFREI d'un maximum de 53 et 39 satellites renforcés, respectivement.*

**3.5.11.4 Paramètres de dégradation et paramètres du tableau DFREI.** Les paramètres des données antérieures mais encore actives (OBAD) et les paramètres du tableau DFREI seront les suivants :

**Paramètres OBAD communs :** ensemble de paramètres communs à tous les satellites renforcés, à savoir :

(I<sub>VALID</sub>)<sub>32</sub> : intervalle de validité du message de type 32 :

(I<sub>VALID</sub>)<sub>39/40</sub> : intervalle de validité des messages des types 39 et 40 ;

C<sub>ER</sub> : paramètre de dégradation en escalier pour les applications en route jusqu'à approche classique ;

C<sub>COVARIANCE</sub> : paramètre de dégradation de la covariance horloge-éphémérides ;

Sélecteur d'équation de dégradation : indique comment les termes de dégradation se combinent pour la variance type de l'erreur résiduelle double fréquence.

Codage : 0 =  $\delta_{DFRE}$  multiplie  $\sigma_{DFRE}$  seulement ; les corrections résiduelles font l'objet d'une sommation quadratique

1 =  $\delta_{DFRE}$  multiplie la somme linéaire de  $\sigma_{DFRE}$  et des paramètres de dégradation

**Paramètres OBAD spécifiques :** ensemble de paramètres lié à une constellation de base donnée utilisé pour tenir compte de la dégradation des corrections antérieures mais encore valides, à savoir :

I<sub>CORR</sub> : intervalle de temps pour l'application de C<sub>CORR</sub> ;

C<sub>CORR</sub> : paramètre de dégradation en escalier pour les applications d'approche de précision ;

R<sub>CORR</sub> : paramètre de dégradation de premier ordre.

**Identificateur de référence temporelle :** paramètre qui précise la constellation GNSS sur laquelle le temps réseau SBAS (SNT) DFMC est aligné, comme suit :

« 0 » : GPS ;

« 1 » : GLONASS ;



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES

### RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION

### AÉRIENNE

APP : 257  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

« 2 » : Galileo;

« 3 » : système BDS ;

« 4 » : réservé ;

« 5 », « 6 » « 7 » : de réserve.

**Tableau DFREI** : met en correspondance les valeurs du paramètre DFREI (voir § 3.5.11.2) avec les valeurs de l'écart type  $\sigma_{DFRE}$ , comme il est indiqué au tableau B-101.

$\sigma_{DFRE}$  : écart-type de l'erreur de distance résiduelle liée à l'horloge et aux éphémérides, sans le retard ionosphérique, après l'application des corrections d'horloge et d'éphémérides SBAS DFMC (message de type 32) ou des paramètres d'horloge et d'éphémérides du satellite SBAS (message de type 39/40).

**3.5.11.5 Paramètres d'horloge, d'éphémérides et de matrice de covariance de satellite SBAS.** Les données d'horloge, d'éphémérides et de covariance du satellite SBAS émetteur seront les suivantes :

**Identification des données – GEO (IODG)** : indicateur qui relie les messages des types 39 et 40.

**Note.**— Chaque message d'une paire jumelant les types 39 et 40 contient le même IODG à 2 bits.

**Identificateur de fournisseur de services SBAS** : indique le fournisseur de services SBAS chargé de la diffusion du signal par le satellite SBAS, comme il est défini au tableau B-65.

**Paramètres képlériens** : données d'éphémérides servant à déterminer la position du centre de phase, sans le retard ionosphérique, de l'antenne double fréquence L1/L5, à savoir

$C_{uc}$  : amplitude de la composante cosinusoidale de la correction en latitude ;

$C_{us}$  : amplitude de la composante sinusoidale de la correction en latitude ;  $I_{dot}$  : taux de variation de l'inclinaison ;

$a$  : demi-grand axe

;  $\omega$  : perigée ;

$\Omega_0$  : longitude du nœud ascendant du plan orbital à l'instant  $t_e$  ;

$M_0$  : anomalie moyenne à l'instant

$t_e$  ;  $i$  : inclinaison à l'instant  $t_e$  ;

$e$  : excentricité ;



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 258  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-101. Évaluation de  $\sigma_{DFRE}$  en mètres**

| Valeur du<br>champ <sub>dec</sub> | 0         | 1          | 2         | 3          | 4         | 5          | 6         | 7          | 8         | 9          | 10        | 11         | 12        | 13         | 14        | 15         |
|-----------------------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|
| Valeur du<br>champ <sub>bin</sub> | 0000      | 0001       | 001<br>0  | 0011       | 010<br>0  | 0101       | 011<br>0  | 0111       | 100<br>0  | 1001       | 101<br>0  | 1011       | 110<br>0  | 1101       | 111<br>0  | 1111       |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=0      | 0,12<br>5 | 0,187<br>5 | 0,25<br>5 | 0,312<br>5 | 0,37<br>5 | 0,437<br>5 | 0,5<br>5  | 0,562<br>5 | 0,62<br>5 | 0,687<br>5 | 0,75<br>5 | 0,812<br>5 | 0,87<br>5 | 0,937<br>5 | 1<br>5    | 1,062<br>5 |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=1      | 0,2<br>5  | 0,375      | 0,5       | 0,625      | 0,75      | 0,875      | 1,0       | 1,125      | 1,25      | 1,375      | 1,5       | 1,625      | 1,75      | 1,875      | 2,0       | 2,125      |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=2      | 0,37<br>5 | 0,5        | 0,62<br>5 | 0,75       | 0,87<br>5 | 1,0        | 1,12<br>5 | 1,25       | 1,37<br>5 | 1,5        | 1,62<br>5 | 1,75       | 1,87<br>5 | 2,0        | 2,12<br>5 | 2,25       |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=3      | 0,5       | 0,625      | 0,75      | 0,875      | 1,0       | 1,125      | 1,25      | 1,375      | 1,5       | 1,625      | 1,75      | 1,875      | 2,0       | 2,125      | 2,25      | 2,375      |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=4      | 0,62<br>5 | 0,75       | 0,87<br>5 | 1,0        | 1,12<br>5 | 1,25       | 1,37<br>5 | 1,5        | 1,62<br>5 | 1,75       | 1,87<br>5 | 2,0        | 2,12<br>5 | 2,25       | 2,37<br>5 | 2,5        |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=5      | 0,7<br>5  | 1,0        | 1,25      | 1,5        | 1,75      | 2,0        | 2,25      | 2,5        | 2,75      | 3,0        | 3,25      | 3,5        | 3,75      | 4,0        | 4,25      | 4,5        |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=6      | 1,0       | 1,25       | 1,5       | 1,75       | 2,0       | 2,25       | 2,5       | 2,75       | 3,0       | 3,25       | 3,5       | 3,75       | 4,0       | 4,25       | 4,5       | 4,75       |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=7      | 1,2<br>5  | 1,5        | 1,75      | 2          | 2,25      | 2,5        | 2,75      | 3          | 3,25      | 3,5        | 3,75      | 4          | 4,25      | 4,5        | 4,75      | 5          |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 259  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                   |                                              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|-----------------------------------|----------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=8      | 1,5                                          | 1,75 | 2,0  | 2,25 | 2,5  | 2,75 | 3,0  | 3,25 | 3,5  | 3,75 | 4,0  | 4,25 | 4,5  | 4,75 | 5,0  | 5,25  |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=9      | 1,7<br>5                                     | 2,0  | 2,25 | 2,5  | 2,75 | 3,0  | 3,25 | 3,5  | 3,75 | 4,0  | 4,25 | 4,5  | 4,75 | 5,0  | 5,25 | 5,5   |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=1<br>0 | 2,0                                          | 2,5  | 3,0  | 3,5  | 4,0  | 4,5  | 5,0  | 5,5  | 6,0  | 6,5  | 7,0  | 7,5  | 8,0  | 8,5  | 9,0  | 9,5   |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=1<br>1 | 2,5                                          | 3,0  | 3,5  | 4,0  | 4,5  | 5,0  | 5,5  | 6,0  | 6,5  | 7,0  | 7,5  | 8,0  | 8,5  | 9,0  | 9,5  | 10,0  |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=1<br>2 | 3,0                                          | 4,0  | 5,0  | 6,0  | 7,0  | 8,0  | 9,0  | 10,0 | 11,0 | 12,0 | 13,0 | 14,0 | 15,0 | 16,0 | 17,0 | 18,0  |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=1<br>3 | 4,0                                          | 7,0  | 10,0 | 13,0 | 16,0 | 19,0 | 22,0 | 25,0 | 28,0 | 31,0 | 34,0 | 37,0 | 40,0 | 43,0 | 46,0 | 49,0  |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=1<br>4 | 10,<br>0                                     | 16,0 | 22,0 | 28,0 | 34,0 | 40,0 | 46,0 | 52,0 | 58,0 | 64,0 | 70,0 | 76,0 | 82,0 | 88,0 | 94,0 | 100,0 |
|                                   |                                              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| $\sigma_{DFRE}$ :<br>DFREI=1<br>5 | NE PAS UTILISER CE SATELLITE<br>EN MODE SBAS |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES

### RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION

### AÉRIENNE

APP : 260  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— Tous ces paramètres sont incorporés aux messages de type 37.*

*Numéro delta de position de satellite* : identifie le satellite SBAS émetteur comme il est indiqué au tableau B-102.

*Note.— Un numéro delta de position de satellite de 0 est utilisé dans le message de type 47 pour indiquer qu'il n'y a pas de données d'almanach qui suivent.*

**Tableau B-102. Affectation des numéros delta de position de satellite**

| <i>Numéro delta de position de satellite</i> | <i>Affectation</i>                                                            |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 0                                            | Pas de satellite SBAS (codage utilisé seulement dans les messages de type 47) |
| 1 – 39                                       | PRN de satellite géostationnaire SBAS (120-158)                               |
| 40 – 63                                      | De réserve                                                                    |

*Temps des éphémérides SBAS  $t_e$*  : instant d'entrée en vigueur du message d'éphémérides, en secondes du jour ;

*Paramètres d'horloge* : fournis pour la position sans le retard ionosphérique, comme suit :

$a_{GF0}$  : décalage d'horloge ;

$a_{GF1}$  : rythme d'horloge ;

*Exposant d'échelle* : voir § 3.5.11.2 ;

*Matrice de covariance* : voir § 3.5.11.2 ;

*Indicateur d'erreur de distance double fréquence (DFREI)* : voir § 3.5.11.2 ;

$\delta R_{CORR}$  : voir § 3.5.11.2.

*Note.— Tous ces paramètres sont incorporés aux messages des types 39 et 40 jumelés.*

**3.5.11.6 Paramètres des décalages temporels du GNSS.** Les paramètres temporels du GNSS seront les suivants :

Paramètres UTC communs :

$A_{1SNT}$  : coefficient de dérive de l'échelle de temps SNT du SBAS DFMC par rapport au temps UTC ;



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 261  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$A_{0SNT}$  : coefficient d'erreur systématique de l'échelle de temps SNT du SBAS DFMC par rapport à l'échelle de temps

UTC ;

$t_{ot}$  : temps de la semaine de référence des données temporelles ;  $WN_t$  : numéro de la semaine de référence des données temporelles ;

$\Delta t_{LS}$  : compte actuel ou antérieur de secondes intercalaires ;

$WN_{LSF}$  : numéro de la semaine de référence des secondes intercalaires ;

DN : numéro du jour de référence des secondes intercalaires ;  $\Delta t_{LSF}$  : compte actuel ou futur de secondes intercalaires ; Identificateur de temps de référence UTC (défini au § 3.5.4.8).

Les paramètres du modèle de validité du modèle de décalage de temps SNT par rapport au temps UTC sont les suivants :

$TOW_{app}$  : moment du début, en temps de la semaine, de la période de validité des données diffusées dans le champ des paramètres UTC communs ;

$WN_{app}$  : numéro de la semaine associé au  $TOW_{app}$  définissant la période de validité des données diffusées dans le champ des paramètres UTC communs. Lorsque  $WN_{app}$  est positionné à « 0 », il signifie :  $WN_{app} = WN_t - 1$ .

Lorsque  $WN_{app}$  est positionné à « 1 », il signifie  $WN_{app} = WN_t$  ;

VP : durée de la période de validité (délai d'expiration) des données UTC communes, conformément au tableau B-104 ;

État de décalage UTC : État de validité du décalage de temps SNT par rapport au temps UTC, défini conformément au tableau B-103.

**Tableau B-103. Paramètre d'état de décalage UTC**

| <i>État de décalage<br/>UTC</i> | <i>État</i>                                                                                       |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                               | Les données UTC communes reçues précédemment sont encore valides ; période de validité inchangée. |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 262  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|   |                                                                                                |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Les données UTC communes reçues précédemment ne sont plus valides et ne seront plus utilisées. |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Tableau B–104. Paramètre VP**

| <i>VP</i>   | <i>Durée de la VP</i>           | <i>VP</i>   | <i>Durée de la VP</i> |
|-------------|---------------------------------|-------------|-----------------------|
| 0 (« 000 ») | 1 jour à partir de la diffusion | 4 (« 100 ») | 6 heures              |
| 1 (« 001 ») | 1 heure                         | 5 (« 101 ») | 9 heures              |
| 2 (« 010 ») | 2 heures                        | 6 (« 110 ») | 12 heures             |
| 3 (« 011 ») | 4 heures                        | 7 (« 111 ») | 24 heures             |

Le délai d'expiration des données de décalage de temps SNT par rapport au temps UTC (noté  $TO_{42}$  ci-dessous) sera défini comme suit :

- a) si VP est positionné à « 0 » :  $TO_{42}$  = temps de réception du message de type 42 + 86 400 s ;
- b) si VP est positionné à une valeur autre que « 0 » :  $TO_{42}$  = moment du début, en secondes (défini par les paramètres  $TOW_{app}$  et  $WN_{app}$ ) + (durée de la VP)  $\times$  3 600.

*Note 1.— Tous ces paramètres sont incorporés aux messages de type 42.*

*Note 2.— Les messages de type 42 ne sont pas destinés à être utilisés pour des services de localisation avec intégrité, aucun bilan d'intégrité n'étant défini dans le système SBAS pour les paramètres de décalage temporel.*

**3.5.11.7 Paramètres de satellite SBAS.** Les paramètres de satellite SBAS seront les suivants :

*numéro delta de position de satellite* : voir § 3.5.11.5 ;

*identificateur de fournisseur de services SBAS* : voir § 3.5.11.5 ;



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 263  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*indicateur de diffusion* : positionné à « 1 », il identifie les données d'almanach du satellite émetteur. Lorsque ce n'est pas le cas, il sera positionné à « 0 » ;

*paramètres d'almanach* : diffusés sous forme de paramètres képlériens, comme suit :

a : demi-grand axe ;

e : excentricité ;

I : inclinaison ;

$\omega$  : périégée ;

$\Omega_0$  : longitude du nœud ascendant du plan orbital au début de la semaine ;

$\dot{\Omega}$  : taux de variation de l'ascension droite du nœud ascendant ;

$M_0$  : anomalie moyenne à l'instant  $t_a$  ;

$t_a$  : temps de l'almanach SBAS (l'impulsion de référence de l'almanach en secondes du jour) ;

*compte des remises à zéro du numéro de semaine* ( $WNRO_{\text{compte}}$ ) : nombre des remises à zéro du numéro de semaine déjà effectuées pour la constellation GNSS indiquée par l'identificateur de référence temporelle au temps de référence de l'almanach,  $t_a$ , diffusé dans le bloc de paramètres képlériens SBAS I du message de type 47 (voir tableau B-102). Une valeur  $WNRO_{\text{compte}}$  de 15 sera utilisée pour signaler que le paramètre n'est pas valide et sera actualisé. Le moment du début pour chaque constellation, par rapport au temps UTC, sera le suivant :

- a) GPS : minuit entre le 5 janvier 1980 et le 6 janvier 1980 (voir § 3.1.1.4) ;
- b) GLONASS : minuit entre le 31 décembre 1995 et le 1<sup>er</sup> janvier 1996 (voir § 3.1.2.4) ;
- c) Galileo : 13 secondes avant minuit entre le 21 août 1999 et le 22 août 1999 (voir § 3.1.3.4) ;
- d) BDS : minuit entre le 31 décembre 2005 et le 1<sup>er</sup> janvier 2006 (voir § 3.1.4.4).

*Note 1.— Tous ces paramètres sont incorporés aux messages de type 47.*

*Note 2.— Le message de type 47 permet la transmission des paramètres d'almanach SBAS de deux satellites SBAS.*

### 3.5.12 DÉFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNÉES SBAS DFMC





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 264  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— La présente section contient les définitions des paramètres utilisés par le SBAS (éléments non embarqués et éléments d'aéronef) qui sont nécessaires au calcul de la solution de navigation et de l'intégrité associée (niveaux de protection).*

#### 3.5.12.1 Informations générales relatives au protocole de données SBAS DFMC

Les valeurs conventionnelles à utiliser pour calculer les coordonnées à axes fixes du centre de phase de l'antenne du véhicule spatial SBAS seront les suivantes :

$\pi = 3,1415926535898$  (rapport de la circonférence d'un cercle à son diamètre) ;

$\mu\mu = 3,986005 \times 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$  (paramètre gravitationnel de la Terre) ;

$\Omega_{ee} = 7,2921151467 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$  (vitesse de rotation de la Terre) ;

$c = 299\,792\,458 \text{ m/s}$  (vitesse de la lumière dans un vide).

*Note.— Les valeurs de ces paramètres ne sont pas diffusées par le SBAS. Cependant, il est nécessaire d'utiliser les bonnes valeurs pour assurer l'interopérabilité entre les différentes mises en œuvre de SBAS.*

Pour calculer une différence de temps ( $t - t_0$ ) lorsque le temps de référence  $t_0$  est exprimé en SNT (comme  $t_0$  transmis dans un message de type 32,  $t_e$  transmis dans un message de type 40, et  $t_a$  transmis dans un message de type 47), le temps  $t$  utilisé dans la section 3.5.12 sera exprimé selon le même cadre de temps compte tenu des éléments de conversion figurant dans le tableau B-105.

**Tableau B-105. Conversion en temps SNT du temps de référence d'une constellation de base**

|  | « 0 » | « 1 » | « 2 » | « 3 » |
|--|-------|-------|-------|-------|
|  |       |       |       |       |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 265  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                |         |                                                    |                                                |                                                    |                                                    |
|------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Temps de référence de la constellation de base | GPS     | $t(SNT=0) = t(GPST)$                               | $t(SNT=1) = t(GPST) - \Delta tLS + 10\,800\,s$ | $t(SNT=2) = t(GPST)$                               | $t(SNT=3) = t(GPST) - 14\,s$                       |
|                                                | GLONASS | $t(SNT=0) = t(GLONASST) + \Delta tLS - 10\,800\,s$ | $t(SNT=1) = t(GLONASST)$                       | $t(SNT=2) = t(GLONASST) + \Delta tLS - 10\,800\,s$ | $t(SNT=3) = t(GLONASST) + \Delta tLS - 10\,800\,s$ |
|                                                | Galileo | $t(SNT=0) = t(GST)$                                | $t(SNT=1) = t(GST) - \Delta tLS + 10\,800\,s$  | $t(SNT=2) = t(GST)$                                | $t(SNT=3) = t(GST) - 14\,s$                        |
|                                                | BDS     | $t(SNT=0) = t(BDT) + 14\,s$                        | $t(SNT=1) = t(BDT) - \Delta tLS + 10\,800\,s$  | $t(SNT=2) = t(BDT) + 14\,s$                        | $t(SNT=3) = t(BDT)$                                |

*Note 1.—  $\Delta\Delta\alpha\alpha\Delta\Delta II$  est calculé à partir d'informations de la constellation de base.*

*Note 2.— Le tableau B-105 montre comment convertir un temps du jour  $\alpha\alpha^{(GGNNSSSSSS)}$  exprimé selon le temps de référence d'une des constellations de base GNSS en un temps du jour  $\alpha\alpha^{(SSNNSS=ii)}$  exprimé selon le temps SNT précisé par l'identificateur de référence temporelle  $ii$ .*

## 3.5.12.2 Détermination de la position d'un satellite SBAS en fonction de son almanach.

Les paramètres suivants, qui sont décrits au § 3.5.11.7, seront utilisés dans le calcul de la position d'un satellite SBAS en fonction de son almanach :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 266  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$t_a$  : temps de l'almanach SBAS [l'impulsion de référence de l'almanach (s) sous forme de temps du jour] ;  $a$  : demi-grand axe (m) ;  $e$  : excentricité (sans dimension) ;  $M_0$  : anomalie moyenne (rad) au temps  $t_a$  ;

$\omega$  : périégée (rad) ;

$I$  : inclinaison (rad) ;

$\Omega_0$  : longitude du nœud ascendant du plan orbital au début de la semaine (rad) ;  $\dot{\Omega}$  : taux de variation de l'ascension droite du nœud ascendant (rad/s).

La position du satellite SBAS sera calculée pour l'impulsion  $t$ , exprimée en temps réseau SBAS (SNT) DFMC. L'« impulsion de référence de l'almanach » sera diffusée sous forme de temps du jour au moyen du paramètre  $t_a$ . Les utilisateurs du SBAS tiendront compte de la troncature de ce paramètre.

#### 3.5.12.2.1 Calcul de l'anomalie moyenne ( $M_t$ )

L'anomalie moyenne ( $M_t$ ) à l'impulsion  $t$  sera calculée comme suit :

$$M_t = M_0 + n_0 \Delta t$$

où :  $\mu n_0 = a^3$

$$\Delta t = t - t_a.$$

*Note.— L'utilisateur du SBAS doit s'assurer que la référence temporelle de  $t$  et  $t_a$  est la même lorsqu'il calcule  $\Delta t$ . Comme le paramètre diffusé  $t_a$  est un temps du jour, une conversion est nécessaire pour tenir compte des changements de jour ou de semaine.*

#### 3.5.12.2.2 Calcul de l'anomalie excentrique ( $E_t$ )

L'anomalie excentrique ( $E_t$ ) à l'impulsion  $t$  sera calculée en résolvant l'équation suivante :

$$M_t = E_t - e \sin(E_t).$$

*Note.— Cette équation peut être résolue par itération.*

#### 3.5.12.2.3 Calcul de la latitude ( $\Phi_t$ )

La latitude ( $\Phi_t$ ) à l'impulsion  $t$  sera calculée comme suit :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 267  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$$\phi_t = v_t + \omega$$

où  $v_t$  est l'anomalie réelle à l'impulsion  $t$  :

$$v_t = 2 \times \arctan \frac{1 + ee \cos E_t}{1 - ee} \frac{E_t}{2}$$

#### 3.5.12.2.4 Calcul des coordonnées dans le plan orbital ( $x_t'$ ; $y_t'$ )

Les coordonnées dans le plan orbital ( $x_t'$ ;  $y_t'$ ) à l'impulsion  $t$  seront calculées comme suit :

$$x_t' = r_t \cos \phi_t$$

$$y_t' = r_t \sin \phi_t$$

où  $r_t$  est le rayon de l'orbite à l'impulsion  $t$  :

$$r_t = a \times [1 - (e \times \cos E_t)]$$

#### 3.5.12.2.5 Calcul des coordonnées à axes fixes du véhicule spatial ( $x_t$ ; $y_t$ ; $z_t$ )

Les coordonnées à axes fixes du véhicule spatial ( $x_t$ ;  $y_t$ ;  $z_t$ ) à l'impulsion  $t$  seront calculées comme suit :

$$x_t = (x_t' \cos \Omega_t) - (y_t' \sin \Omega_t)$$

$$y_t = (x_t' \sin \Omega_t) + (y_t' \cos \Omega_t)$$

$$z_t = y_t' \sin i$$

où  $\Omega_t$  est la longitude corrigée du nœud ascendant à l'impulsion  $t$  :

$$\Omega_t = \Omega_0 + \dot{\Omega} - \dot{\Omega}_e \Delta t - \dot{\Omega}_e t_{aTOW}$$

et  $t_{aTOW}$  est  $t_a$  exprimé en secondes sous forme de temps de la semaine (ou temps écoulé depuis le début de la semaine de l'almanach).

#### 3.5.12.3 Détermination de la position d'un satellite SBAS en fonction de ses éphémérides

Les paramètres suivants, qui sont décrits au § 3.5.11.5, seront utilisés dans le calcul de la position d'un satellite SBAS en fonction de ses éphémérides :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 268  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$t_e$  : temps des éphémérides SBAS [l'impulsion de référence des éphémérides (s) sous forme de temps du jour] ;

$a$  : demi-grand axe (m) ;

$e$  : excentricité (sans dimension) ;

$M_0$  : anomalie moyenne (rad) à l'impulsion  $t_e$  ;

$\omega$  : argument de périégée (rad) ;

$I$  : inclinaison à l'impulsion  $t_e$  (rad) ;

$\dot{I}$  : taux de variation de l'inclinaison (rad/s) ;

$\Omega_0$  : longitude du nœud ascendant du plan orbital à l'impulsion  $t_e$  (rad) ;

$C_{uc}$  : amplitude de la composante cosinusoidale de la correction en latitude (rad) ;

$C_{us}$  : amplitude de la composante sinusoidale de la correction en latitude (rad).

La position du satellite SBAS sera calculée pour l'impulsion  $t$ , exprimée en temps de réseau SBAS (SNT) DFMC. L'« impulsion de référence des éphémérides » sera diffusée sous forme de temps du jour au moyen du paramètre  $t_e$ . Les utilisateurs du SBAS tiendront compte de la troncature de ce paramètre.

#### 3.5.12.3.1 Calcul de l'anomalie moyenne ( $M_t$ )

L'anomalie moyenne ( $M_t$ ) à l'impulsion  $t$  sera calculée comme suit :

$$M_t = M_0 + n_0 \Delta t$$

où :

$$n_0 = \frac{\overline{\mu}}{a^3}$$

$$\Delta t = t - t_e$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 269  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— L'utilisateur du SBAS doit s'assurer que la référence temporelle est la même pour  $t$  et  $t_a$  lorsqu'il calcule  $\Delta t$ . Comme le paramètre diffusé  $t_e$  est un temps du jour, une conversion est nécessaire pour tenir compte des changements de jour ou de semaine.*

#### 3.5.12.3.2 Calcul de l'anomalie excentrique ( $E_t$ )

L'anomalie excentrique ( $E_t$ ) à l'impulsion  $t$  sera calculée en résolvant l'équation suivante :

$$M_t = E_t - e \sin(E_t)$$

*Note.— Cette équation peut être résolue par itération.*

#### 3.5.12.3.3 Calcul de la latitude ( $\Phi_t$ )

La latitude ( $\Phi_t$ ) à l'impulsion  $t$  sera calculée comme suit :

$$\phi_t = v_t + \omega$$

où  $v_t$  est l'anomalie réelle à l'impulsion  $t$  :

$$v_t = 2 \times \arctan \frac{1 + ee}{1 - ee} E_t^{tt}$$

#### 3.5.12.3.4 Calcul de la latitude corrigée ( $u_t$ )

La latitude corrigée ( $u_t$ ) à l'impulsion  $t$  sera calculée comme suit :

$$u_t = \phi_t + \delta u_t$$

où  $\delta u_t$  est la perturbation du deuxième harmonique de la latitude à l'impulsion  $t$  :

$$\delta u_t = [C_{us} \sin(2\phi_t)] + [C_{uc} \cos(2\phi_t)].$$

#### 3.5.12.3.5 Calcul des coordonnées dans le plan orbital ( $x'_t$ ; $y'_t$ )

Les coordonnées dans le plan orbital ( $x'_t$ ;  $y'_t$ ) à l'impulsion  $t$  seront calculées comme suit :

$$x'_t = r_t \cos u_t$$

$$y'_t = r_t \sin u_t$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 270  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

où  $r_t$  est le rayon de l'orbite à l'impulsion  $t$  :

$$r_t = a[1 - (e \cos E_t)].$$

#### 3.5.12.3.6 Calcul des coordonnées à axes fixes du véhicule spatial ( $x_t$ ; $y_t$ ; $z_t$ )

Les coordonnées à axes fixes du véhicule spatial ( $x_t$ ;  $y_t$ ;  $z_t$ ) à l'impulsion  $t$  seront calculées comme suit :

$$x_t = (x'_t \cos \Omega_t) - (y'_t \cos i_t \sin \Omega_t)$$

$$y_t = (x'_t \sin \Omega_t) + (y'_t \cos i_t \cos \Omega_t)$$

$$z_t = y'_t \sin i_t$$

où  $\Omega_t$  est la longitude corrigée du nœud ascendant à l'impulsion  $t$  :

$$\Omega_{tt} = \Omega_0 - \Omega_{ee} \Delta t$$

et  $i_t$  est l'inclinaison corrigée à l'impulsion  $t$  :

$$i_t = i + (I_{ddiitt} \Delta t).$$

*Note 1.— La correction de l'effet Sagnac (rotation de la Terre) doit être prise en compte.*

*Note 2.— Le taux de variation de l'ascension droite du nœud ascendant est supposé nul.*

#### 3.5.12.4 Solution de navigation SBAS DFMC

*Note.— La présente section contient les formules pour la solution de navigation SBAS DFMC d'un système SBAS renforçant deux constellations de base [constellation 1 (C1) et constellation 2 (C2)]. Lorsque le nombre  $N$  de constellations renforcées est différent de 2 ( $N=1, 3$  ou  $4$ ), la grandeur de  $G$  et de  $X$  devra changer en conséquence. Des renseignements supplémentaires figurent au supplément D, § 6.7.12.*

La solution de navigation par moindres carrés pondérés prend la forme suivante :

$$X = (G^T \cdot W \cdot G)^{-1} \cdot G^T \cdot W \cdot Y$$

où :

- a) **XX** est l'estimation par moindres carrés pondérés de l'erreur dans l'emplacement estimé de l'utilisateur à propos duquel la linéarisation a été effectuée :

$$X = [x, y, z, c_{tC1}, c_{tC1-C2}]$$

où :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 271  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$t_{c1}$  est l'erreur systématique d'horloge du récepteur, en secondes, par rapport au temps de référence de la constellation 1 ; et

$t_{c1-C2}$  est la différence de temps observée par le récepteur, en secondes, entre la constellation de référence 2 et la constellation 1, soit  $t_{c1-C2} = t_{c2} - t_{c1}$ ;

*Note.— Il s'agit d'une mise en œuvre possible. Une autre mise en œuvre est décrite au supplément D, § 6.7.12.*

b) Y est le vecteur de dimension P contenant les mesures corrigées de pseudodistance sans le retard ionosphérique ( $PR_{i,corrigées}$ ), moins les valeurs de distance mesurée prévues basées sur la position des satellites et l'emplacement estimé de l'utilisateur (X), où :

P est le nombre de satellites utilisés dans la solution de navigation ;

$PR_{i,corrigée}$  est la mesure corrigée de pseudodistance sans le retard ionosphérique pour le satellite i, calculée comme il est indiqué au § 3.5.1.2 avec les paramètres suivants :

$bb_{ii}$ , défini au § 3.5.1.2, est l'horloge corrigée du SBAS :

$$bb_{ii} = c * (\delta\Delta t_{SV,i} + \Delta t_{SV,i});$$

$\delta\delta\delta\delta t_{ssss,ii}$  est l'estimation de l'erreur de temps à l'instant t calculée avec les paramètres décrits au § 3.5.11.2, comme suit :

$$c * \delta\Delta t_{SV,i} = \delta B + \delta \dot{B} (t - t_D);$$

$\delta\delta t_{ssss,ii}$  est la correction du temps du satellite décrite au § 3.5.15.1.1.2 ; et

$t_D$  est le temps de référence des corrections.

Le vecteur de correction de l'erreur de position du satellite [ $\delta x(t)$ ,  $\delta y(t)$ ,  $\delta z(t)$ ] sera exprimé en coordonnées ECEF du WGS-84 comme suit, et il sera ajouté au vecteur des coordonnées du satellite  $[x(t)$ ,  $y(t)$ ,  $z(t)$ ] :

$$\delta\delta xx(aa) \quad \delta\delta xx \quad \delta\delta xx'$$

$$\delta\delta yy(aa) = \delta\delta yy + \delta\delta yy' (aa - aa_{NN}) \quad \delta\delta zz(aa) \quad \delta\delta zz \quad \delta\delta zz'$$

$\delta x$ ,  $\delta y$ ,  $\delta z$ ,  $\delta\delta xx'$ ,  $\delta\delta yy'$  et  $\delta\delta zz'$  étant définis au § 3.5.11.2.





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 272  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note 1.— L'utilisateur du SBAS doit s'assurer que la référence temporelle est la même pour  $t$  et  $t_D$  lorsqu'il calcule  $t - t_D$ . Comme le paramètre diffusé  $t_d$  est un temps du jour, une conversion est nécessaire pour tenir compte des changements de jour ou de semaine.*

*Note 2.— Dans le cas d'un satellite de télémétrie SBAS, pour les mesures SBAS sans le retard ionosphérique du système SBAS qui fournit les données de correction et d'intégrité, l'estimation de l'erreur de temps  $\delta\delta\Delta\Delta a_{SSSS}$  est de zéro étant donné qu'il n'y a pas de correction fournie pour ce satellite.*

c) G est la matrice d'observation :

$$G_i = [-\cos E_{li} \cdot \sin A_{zi} - \cos E_{li} \cdot \cos A_{zi} - \sin E_{li} \quad 1 \quad n_i] = i^{\text{e}} \text{ rangée de G}$$

où

$E_{li}$  est le site du satellite  $i$  après correction de sa position au moyen des paramètres décrits au § 3.5.11.2 ;

$A_{zi}$  est l'azimut du satellite  $i$  après correction de sa position au moyen des paramètres transmis décrits au § 3.5.11.2.

L'azimut positif est défini dans le sens horaire par rapport au Nord ; et

$n_i$  est « 1 » si le satellite fait partie de la constellation de référence C2, ou « 0 » s'il fait partie de la constellation C1.

Pour un satellite de télémétrie SBAS :  $n_i$  est « 0 » si la constellation C1 est le GPS, et « 1 » si la constellation C2 est le GPS.

*Note 1.— Les normes du SBAS DFMC ne comprennent pas de disposition pour le renforcement des signaux de mesure de distance SBAS DFMC d'autres fournisseurs de services.*

*Note 2.— Si le SBAS fournit les mesures de distance SBAS mais ne renforce pas le GPS, le décalage temporel lié à la distance SBAS doit être résolu par la prise en compte d'une inconnue supplémentaire dans la matrice d'observation, comme il est expliqué au supplément D, § 6.7.12.1.*

d) W est la matrice de pondération :

$$= \begin{bmatrix} w_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & Ww_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & w_o \end{bmatrix}$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 273  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

où :

$$w_i = 1/\sigma_i^2;$$

$$\sigma_i^2 = \sigma_{i,DFC}^2 + \sigma_{i,tropo}^2 + \sigma_{i,air\_DF}^2 + \sigma_{i,iono}^2;$$

$\sigma_{ii}^{22,DDDDDD}$  est la variance type de l'erreur résiduelle associée aux corrections du SBAS pour le satellite i comme il est défini au § 3.5.12.4.1 ;

$\sigma_{ii}^{22,TTTTTTT}$  est la variance type de l'erreur résiduelle due à la troposphère pour le satellite i, comme il est défini aux § 3.5.8.4.2.4 et 3.5.8.4.2.5 ;

$\sigma_{ii}^{22,aaIITT\_DDDD}$  est la variation type des erreurs résiduelles combinées dues au bruit de mesure et aux trajets multiples applicable à la combinaison des mesures de distance double fréquence sans le retard ionosphérique (voir § 3.5.15.3.4.1) pour le satellite i ; et

$\sigma_{ii}^{22,IITTTT}$  est la variance type de l'erreur résiduelle sans le retard ionosphérique pour le satellite i, comme il est défini au § 3.5.15.3.4.2.

3.5.12.4.1 Calcul de la variance type de l'erreur résiduelle associée aux corrections du SBAS  $\sigma_{NNLLCC}^2$ .

*Note.— Les calculs ci-après sont effectués pour chaque satellite. Pour la commodité, l'indice i utilisé au § 3.5.12.4 a été enlevé des équations.*

Le facteur lié à l'emplacement de l'utilisateur ( $\delta_{DFRE}$ ) sera obtenu au moyen de la matrice de covariance C d'horloge et d'éphémérides, comme suit :

$$C = R^T R$$

où

$$R = \begin{bmatrix} EE & EE1,2 & EE1,3 & EE1,4 \\ 1,1 & EE2,2 & EE2,3 & \end{bmatrix}$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 274  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$$R = 2(\text{exposant d'échelle}-5) = \begin{matrix} 0 & 0 & EE3,3EE2,4 \\ | & & \\ & & EE3,4 \\ | & 0 & \\ & 0 & EE4,4 \\ & & | \end{matrix}$$

alors

$$\delta DFRE = I T CI + \varepsilon C$$

où

I est le vecteur de visibilité directe 4-D de l'utilisateur au satellite en coordonnées WGS-84, dont les trois premiers composants représentent le vecteur unitaire de l'utilisateur au satellite et le quatrième composant est 1 ;

$\varepsilon_{CC}$  est obtenu à partir du paramètre  $C_{COVARIANCE}$  (défini au § 3.5.11.4), comme suit :

$\varepsilon_C = C_{COVARIANCE} \times 2^{\text{exposant d'échelle}-5}$  ; et

l'exposant d'échelle, défini au § 3.5.11.2, est transmis au moyen de messages de type 32 dans le cas des satellites de la constellation de base, et de messages de type 40 dans le cas des satellites SBAS.

La variance type de l'erreur résiduelle associée aux corrections du SBAS ( $\sigma^2_{DFC}$ ) à l'instant t sera calculée en utilisant les paramètres des corrections SBAS décrits au § 3.5.11.2 (satellites des constellations de base) et au § 3.5.11.5 (satellites du SBAS) associés aux paramètres OBAD décrits au § 3.5.11.4 sur la base du sélecteur d'équation de dégradation diffusé suivant :

« 0 »:  $\sigma\sigma NNLLCC2 = \sigma\sigma NNLLUUNN2 \times \delta\delta NNLLUUNN2 + \varepsilon\varepsilon CC2GGUUUU + \varepsilon\varepsilon NNUU2$

« 1 »:  $\sigma\sigma NNLLCC2 = (\sigma\sigma NNLLUUNN + \varepsilon\varepsilon CCGGUUUU + \varepsilon\varepsilon NNUU) 2 \times \delta\delta NNLLUUNN2$

où



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 275  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$$\varepsilon_{\text{corr}} = \frac{t - t_{\text{CORR}}}{ICORR} (R_{\text{CORR}})_{\text{sv}} \frac{1}{1000};$$

$\sigma_{\text{DFRE}}$  est l'écart type de l'erreur de distance résiduelle, sans le retard ionosphérique, liée à l'horloge et aux éphémérides, défini au § 3.5.11.4 ;

$\varepsilon_{\text{CORR}}$  est le paramètre de dégradation pour les corrections ;

$\varepsilon_{\text{er}}$  est le paramètre de dégradation pour les applications en route jusqu'à approche classique. Il sera égal à 0 si le délai d'expiration des corrections n'est pas échu pour les applications d'approche (APV-I ou catégorie I). Il sera égal à  $C_{\text{er}}$  (voir § 3.5.11.4) si l'une quelconque des corrections ou l'indicateur DFREI/DFRECI (à savoir les données transmises dans des messages valides des types 32, 34, 35, 36, 39 et 40) ont expiré pour l'application approche mais sont encore valides pour les applications en route jusqu'à approche classique ;

$t_{\text{CORR}}$  est l'instant d'entrée en vigueur (le début de l'impulsion de la seconde SNT coïncidant avec la transmission par le satellite SBAS du premier symbole du bloc-message) des données de correction d'horloge-éphémérides de satellite ou de SBAS les plus récentes reçues qui sont en correspondance avec les éphémérides de satellite ;

$ICORR$  est l'intervalle de temps pour l'application de  $C_{\text{CORR}}$  (voir § 3.5.11.4) ;

$CCORR$  est le paramètre de dégradation en escalier pour les applications d'approche de précision (voir § 3.5.11.4) ;



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 276  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

(R CORR est le facteur de dégradation spécifique au satellite calculé à partir de  $UU_{IIMMUUUU}$  (voir § 3.5.11.4) et )SV  $\delta\delta UU_{IIMMUUUU}$ , comme indiqué au § 3.5.11.2 (pour les satellites renforcés) ou au § 3.5.11.5 (pour le SBAS) :

si  $t - t_{CORR} \leq I_{CORR}$ , alors  $(UU_{IIMMUUUU})_{SV} = UU_{IIMMUUUU} \times \delta\delta UU_{IIMMUUUU}$

si  $t - t_{CORR} > I_{CORR}$ , alors

$(UU_{IIMMUUUU})_{SV} = UU_{IIMMUUUU}$ ; et

$[xx]$  est le plus grand entier inférieur ou égal à x.

#### 3.5.12.5 Calcul des niveaux de protection

Pour le calcul de la position d'après la méthode générale des moindres carrés, la matrice de projection S sera définie comme suit :

$$S = \begin{bmatrix} \text{sest},1 & \text{sest},2 & \dots & \text{sest},P \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \text{snord},1 & \text{snord},2 & \dots & \text{snord},P \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} s_{U,1} & s_{U,2} & \dots & s_{U,P} \\ s_{tC1,1} & s_{tC1,2} & \dots & s_{tC1,P} \\ s_{tC1C2,1} & s_{tC1C2,2} & \dots & s_{tC1C2,P} \end{bmatrix} = (G^T \cdot W \cdot G)^{-1} \cdot G^T \cdot W$$

où

G est la matrice d'observation définie au § 3.5.12.4 ;

W est la matrice de pondération définie au § 3.5.12.4.

#### 3.5.12.5.1 Niveau de protection horizontale (HPL)

Le niveau de protection horizontale (HPL) doit être calculé comme suit :

$$HPL = K H_{dmajor}$$

où



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 277  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

6.18 opérations en route jusqu'à approche classique

$K_H = 6.0$  opérations APV – I et catégorie I

$d_{\text{grand axe}}$  est l'incertitude sur les erreurs le long du demi-grand axe de l'ellipse d'erreur définie comme suit :

$$d_{\text{grand axe}} \equiv d_{\text{est}}^2 + 2d_{\text{est,nord}} + d_{\text{nord}}^2 - 2d_{\text{est,nord}}^2 + d_{\text{EN}}^2 ;$$

où

$d_{\text{est}}^2$  est la variance de la distribution associée au modèle qui englobe la distribution des erreurs vraies suivant l'axe est :

$$d_{\text{est}}^2 = \sum_{i=1}^n s_{\text{est},i}^2 \sigma_i^2 ;$$

$d_{\text{nord}}^2$  est la variance de la distribution associée au modèle qui englobe la distribution des erreurs vraies suivant l'axe nord :

$$d_{\text{nord}}^2 = \sum_{i=1}^n s_{\text{nord},i}^2 \sigma_i^2 ;$$

$d_{\text{EN}}$  est la covariance de la distribution associée au modèle suivant l'axe est et l'axe nord :

$$d_{\text{EN}} = \sum_{i=1}^n s_{\text{est},i} s_{\text{nord},i} \sigma_i^2 ;$$

$s_{\text{est},i}$  est la dérivée partielle de la composante de l'erreur de position dans la direction est par rapport à l'erreur de pseudodistance commise sur le satellite  $i$  ;

$s_{\text{nord},i}$  est la dérivée partielle de la composante de l'erreur de position dans la direction nord par rapport à l'erreur de pseudodistance commise sur le satellite  $i$  ;

$\sigma_i$  est défini au § 3.5.12.4.

#### 3.5.13 Tableaux de messages SBAS DFMC

Chaque message SBAS sera codé conformément au format correspondant à son contenu, tel que l'indiquent les tableaux B-92 à B-104. Tous les paramètres algébriques seront représentés en complément à 2, le bit de signe étant le bit de poids fort (MSB).

*Note 1.— La valeur de chaque paramètre contenu dans un message DFMC est calculée comme suit, en tenant compte du fait que la donnée  $champ_{\text{valeur}}$  est la valeur décimale du nombre binaire, après la transformation en complément à 2 si elle est spécifiée dans la colonne des descriptions du tableau :*

- *si le paramètre est codé en complément à 2 : paramètre =  $champ_{\text{valeur}} * échelle_{\text{facteur}}$  ;*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 278  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

- si le paramètre n'est pas codé en complément à 2 :  $\text{paramètre} = \text{décalage} + \text{champ}_{\text{valeur}} * \text{échelle}_{\text{facteur}}$ , où le décalage est spécifié dans la colonne des observations s'il est différent du minimum de la plage effective.

*Note 2.— Les bits réservés figurant dans les messages DFMC peuvent avoir n'importe quelle valeur.*

**Tableau B-106. Message de type 0 (« Ne pas utiliser ») diffusé sur la fréquence L5**

| Section | Désignation | Longueur | Échelle | Plage effective |     | Unité | Observations |
|---------|-------------|----------|---------|-----------------|-----|-------|--------------|
|         |             |          |         | min             | max |       |              |
| Réservé | Réservé     | 216      | -       | -               | -   | -     |              |

*Note 1.— Ce message est l'équivalent du message de type 0 du SBAS L1, mais il est utilisé uniquement dans le cadre du service SBAS DFMC.*

*Note 2.— Lorsque ce message est diffusé, il indique que le signal n'appuie pas les opérations concernant la sécurité de la vie humaine. Le SBAS peut diffuser le champ de données de n'importe quel type de message dans chaque message de type 0.*

**Tableau B-107. Message de type 31 (masque de satellite SBAS)**

| Section | Désignation                | Longueur | Échelle | Plage effective |     | Unité | Observations                 |
|---------|----------------------------|----------|---------|-----------------|-----|-------|------------------------------|
|         |                            |          |         | min             | max |       |                              |
| Masque  | Position de satellite n° 1 | 1        | 1       | 0               | 1   | -     | Bit du premier satellite GPS |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 279  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                |                               |   |   |   |   |   |                                             |
|----------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|---------------------------------------------|
| GPS            | à position de satellite n° 32 | 1 | 1 | 0 | 1 | - | au bit du 32 <sup>e</sup> satellite GPS     |
|                | Position de satellite n° 33   | 1 | 1 | 0 | 1 | - | Bit 1 réservé au GPS                        |
|                | à position de satellite n° 37 | 1 | 1 | 0 | 1 | - | au bit 5 réservé au GPS                     |
| Masque GLONASS | Position de satellite n° 38   | 1 | 1 | 0 | 1 | - | Bit du premier satellite GLONASS            |
|                | à position de satellite n° 69 | 1 | 1 | 0 | 1 | - | au bit du 32 <sup>e</sup> satellite GLONASS |
|                | Position de satellite n° 70   | 1 | 1 | 0 | 1 | - | Bit 1 réservé au GLONASS                    |
|                | à position de satellite n° 74 | 1 | 1 | 0 | 1 | - | au bit 5 réservé au GLONASS                 |
| Masque Galileo | Position de satellite n° 75   | 1 | 1 | 0 | 1 | - | Bit du premier satellite Galileo            |
|                | Position de satellite n° 110  | 1 | 1 | 0 | 1 | - | au bit du 36 <sup>e</sup> satellite Galileo |
|                | Position de satellite n° 111  | 1 | 1 | 0 | 1 | - | Réservé à Galileo                           |
| De réserve     | Position de satellite n° 112  | 1 | 1 | 0 | 1 | - |                                             |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 280  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                |                                   |   |   |   |   |   |                                                    |
|----------------|-----------------------------------|---|---|---|---|---|----------------------------------------------------|
|                | à position de<br>satellite n° 119 | 1 | 1 | 0 | 1 | - |                                                    |
| Masque<br>SBAS | Position de<br>satellite n° 120   | 1 | 1 | 0 | 1 | - | Bit du premier satellite GEO du<br>SBAS            |
|                | à position de<br>satellite n° 158 | 1 | 1 | 0 | 1 | - | au bit du 39 <sup>e</sup> satellite GEO du<br>SBAS |
| Masque<br>BDS  | Position de<br>satellite n° 159   | 1 | 1 | 0 | 1 | - | Bit du premier satellite BDS                       |
|                | à position de<br>satellite n° 195 | 1 | 1 | 0 | 1 | - | au bit du 37 <sup>e</sup> satellite BDS            |
| Réservé        | Position de<br>satellite n° 196   | 1 | 1 | 0 | 1 | - | Bit 1 réservé                                      |
|                | à position de<br>satellite n° 207 | 1 | 1 | 0 | 1 | - | au bit 12 réservé                                  |
| De réserve     | Position de<br>satellite n° 208   | 1 | 1 | 0 | 1 | - |                                                    |
|                | à position de<br>satellite n° 214 | 1 | 1 | 0 | 1 | - |                                                    |
| IOD            | IODM                              | 2 | 1 | 0 | 3 | - |                                                    |

*Note.— Tous les paramètres sont définis au § 3.5.11.1.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 281  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-108. Message de type 32 (corrections et matrice de covariance  
d'horloge et d'éphémérides de satellite)**

| Section             | Désignation                     | Longueur | Échelle | Plage effective |               | Unité | Observations                                                                                                                                                                                           |
|---------------------|---------------------------------|----------|---------|-----------------|---------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |                                 |          |         | min             | max           |       |                                                                                                                                                                                                        |
| En-tête du message  | Numéro de position de satellite | 9        | 1       | 1               | 214           | -     | Le décalage est de 0 et la plage de codage (0 à 511) excède la plage effective.<br><br>Un codage de 1 correspond à la position de satellite n° 1<br><br>La plage effective est définie au tableau B-99 |
|                     | IODN                            | 10       | 1       | 0               | 1 023         | -     |                                                                                                                                                                                                        |
| Paramètres orbitaux | $\delta x$ (ECEF)               | 11       | 0,0625  | -64             | 63,9375       | m     | Codé en complément à deux                                                                                                                                                                              |
|                     | $\delta y$ (ECEF)               | 11       | 0,0625  | -64             | 63,9375       | m     | Codé en complément à deux                                                                                                                                                                              |
|                     | $\delta z$ (ECEF)               | 11       | 0,0625  | -64             | 63,9375       | m     | Codé en complément à deux                                                                                                                                                                              |
|                     | $\delta B$ (ECEF)               | 12       | 0,03125 | -64             | 63,96875      | m     | Codé en complément à deux                                                                                                                                                                              |
|                     | $\delta \dot{x}$ (ECEF)         | 8        | 2-11    | -0,0625         | 0,06201171875 | m/s   | Codé en complément à deux                                                                                                                                                                              |
|                     | $\delta \dot{y}$ (ECEF)         | 8        | 2-11    | -0,0625         | 0,06201171875 | m/s   | Codé en complément à deux                                                                                                                                                                              |
|                     | $\delta \dot{z}$ (ECEF)         | 8        | 2-11    | -0,0625         | 0,06201171875 | m/s   | Codé en complément à deux                                                                                                                                                                              |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 282  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                          |                    |    |      |         |                |     |                                                            |
|--------------------------|--------------------|----|------|---------|----------------|-----|------------------------------------------------------------|
|                          | δB (ECEF)          | 9  | 2-12 | -0,0625 | 0,062255859375 | m/s | Codé en complément à deux                                  |
|                          | tD                 | 13 | 16   | 0       | 86 384         | s   | La plage de codage (0 à 131 056) excède la plage effective |
| Paramètres de covariance | Exposant d'échelle | 3  | 1    | 0       | 7              | -   |                                                            |
|                          | E1,1               | 9  | 1    | 0       | 511            | -   |                                                            |
|                          | E2,2               | 9  | 1    | 0       | 511            | -   |                                                            |
|                          | E3,3               | 9  | 1    | 0       | 511            | -   |                                                            |
|                          | E4,4               | 9  | 1    | 0       | 511            | -   |                                                            |
|                          | E1,2               | 10 | 1    | -512    | 511            | -   | Codé en complément à deux                                  |
|                          | E1,3               | 10 | 1    | -512    | 511            | -   | Codé en complément à deux                                  |
|                          | E1,4               | 10 | 1    | -512    | 511            | -   | Codé en complément à deux                                  |
|                          | E2,3               | 10 | 1    | -512    | 511            | -   | Codé en complément à deux                                  |
|                          | E2,4               | 10 | 1    | -512    | 511            | -   | Codé en complément à deux                                  |
|                          | E3,4               | 10 | 1    | -512    | 511            | -   | Codé en complément à deux                                  |
| Paramètres d'intégrité   | DFREI              | 4  | 1    | 0       | 15             | -   |                                                            |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 283  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|        |                              |   |     |     |   |   |  |
|--------|------------------------------|---|-----|-----|---|---|--|
| δRCORR | Échelle<br>R <sub>CORR</sub> | 3 | 1/8 | 1/8 | 1 | - |  |
|--------|------------------------------|---|-----|-----|---|---|--|

*Note 1.— Ce message contient les paramètres de correction d'un seul satellite, identifié par le paramètre de position de satellite.*

*Note 2.— Tous les paramètres sont définis au § 3.5.11.2.*

**Tableau B-109. Message de type 34 (données d'intégrité)**

| Section | Désignation | Longueur | Échelle | Plage effective |     | Unité | Observations |
|---------|-------------|----------|---------|-----------------|-----|-------|--------------|
|         |             |          |         | min             | max |       |              |
| DFRECI  | DFRECI 1    | 2        | 1       | 0               | 3   | -     |              |
|         | à DFRECI 92 | 2        | 1       | 0               | 3   | -     |              |
| DFREI   | DFREI 1     | 4        | 1       | 0               | 15  | -     |              |
|         | à DFREI 7   | 4        | 1       | 0               | 15  | -     |              |
| Réservé | Réservé     | 2        | -       | -               | -   | -     |              |
| IOD     | IODM        | 2        | 1       | 0               | 3   | -     |              |

*Note 1.— L'indicateur DFREI est défini au § 3.5.11.2.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 284  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note 2.— L'indicateur IODM est défini au § 3.5.11.1.*

*Note 3.— L'indicateur DFREI est défini au § 3.5.11.3.*

*Note 4.— Pour de plus amples orientations, voir le supplément D, § 6.7.14.*

**Tableau B-110. Message de type 35 (données d'intégrité)**

| Section | Désignation | Longueur | Échelle | Plage effective |     | Unité | Observations |
|---------|-------------|----------|---------|-----------------|-----|-------|--------------|
|         |             |          |         | min             | max |       |              |
| DFREI   | DFREI 1     | 4        | 1       | 0               | 15  | -     |              |
|         | à DFREI 53  | 4        | 1       | 0               | 15  | -     |              |
| Réservé | Réservé     | 2        | -       | -               | -   | -     |              |
| IOD     | IODM        | 2        | 1       | 0               | 3   | -     |              |

*Note 1.— L'indicateur DFREI est défini au § 3.5.11.2.*

*Note 2.— L'indicateur IODM est défini au § 3.5.11.1.*

**Tableau B-111. Message de type 36 (données d'intégrité)**

| Section | Désignation | Longueur | Échelle | Plage effective |     | Unité | Observations |
|---------|-------------|----------|---------|-----------------|-----|-------|--------------|
|         |             |          |         | min             | max |       |              |
|         |             |          |         |                 |     |       |              |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 285  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|            |            |    |   |   |    |   |  |
|------------|------------|----|---|---|----|---|--|
| DFREI      | DFREI 54   | 4  | 1 | 0 | 15 | - |  |
|            | à DFREI 92 | 4  | 1 | 0 | 15 | - |  |
| De réserve | De réserve | 56 | - | - | -  | - |  |
| Réservé    | Réservé    | 2  | - | - | -  | - |  |
| IOD        | IODM       | 2  | 1 | 0 | 3  | - |  |

*Note 1.— L'indicateur DFREI est défini au § 3.5.11.2.*

*Note 2.— L'indicateur IODM est défini au § 3.5.11.1.*

*Note 3.— Pour de plus amples orientations, voir le supplément D, § 6.7.14.*

**Tableau B-112. Message de type 37 (paramètres de  
dégradation et tableau DFREI)**

| Section                       | Désignation    | Longueur | Échelle | Plage effective |      | Unité | Observations |
|-------------------------------|----------------|----------|---------|-----------------|------|-------|--------------|
|                               |                |          |         | min             | max  |       |              |
| Paramètres<br>OBAD<br>communs | (IVALIDE)32    | 6        | 6       | 30              | 408  | s     |              |
|                               | (IVALIDE)39/40 | 6        | 6       | 30              | 408  | s     |              |
|                               | CER            | 6        | 0,5     | 0               | 31,5 | m     |              |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 286  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                               |             |   |      |    |      |      |  |
|-------------------------------|-------------|---|------|----|------|------|--|
|                               | CCOVARIANCE | 7 | 0,1  | 0  | 12,7 | -    |  |
| Paramètres<br>OBAD GPS        | ICORR       | 5 | 6    | 30 | 216  | s    |  |
|                               | CCORR       | 8 | 0,01 | 0  | 2,55 | m    |  |
|                               | RCORR       | 8 | 0,2  | 0  | 51   | mm/s |  |
| Paramètres<br>OBAD<br>GLONASS | ICORR       | 5 | 6    | 30 | 216  | s    |  |
|                               | CCORR       | 8 | 0,01 | 0  | 2,55 | m    |  |
|                               | RCORR       | 8 | 0,2  | 0  | 51   | mm/s |  |
| Paramètres<br>OBAD<br>Galileo | ICORR       | 5 | 6    | 30 | 216  | s    |  |
|                               | CCORR       | 8 | 0,01 | 0  | 2,55 | m    |  |
|                               | RCORR       | 8 | 0,2  | 0  | 51   | mm/s |  |
| Paramètres<br>OBAD BDS        | ICORR       | 5 | 6    | 30 | 216  | s    |  |
|                               | CCORR       | 8 | 0,01 | 0  | 2,55 | m    |  |
|                               | RCORR       | 8 | 0,2  | 0  | 51   | mm/s |  |
| Paramètres<br>OBAD<br>SBAS    | ICORR       | 5 | 6    | 30 | 216  | s    |  |
|                               | CCORR       | 8 | 0,01 | 0  | 2,55 | m    |  |
|                               | RCORR       | 8 | 0,2  | 0  | 51   | mm/s |  |
| Paramètres                    | ICORR       | 5 | 6    | 30 | 216  | s    |  |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 287  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

| Section          | Désignation                  | Longueur | Échelle | Plage effective |        | Unité | Observations |
|------------------|------------------------------|----------|---------|-----------------|--------|-------|--------------|
|                  |                              |          |         | min             | max    |       |              |
| OBAD<br>réservés | CCORR                        | 8        | 0,01    | 0               | 2,55   | m     |              |
|                  | RCORR                        | 8        | 0,2     | 0               | 51     | mm/s  |              |
| Tableau<br>DFREI | $\sigma_{DFREI}$ : DFREI = 0 | 4        | 0,0625  | 0,125           | 1,0625 | m     |              |
|                  | $\sigma_{DFREI}$ : DFREI = 1 | 4        | 0,125   | 0,25            | 2,125  | m     |              |
|                  | $\sigma_{DFREI}$ : DFREI = 2 | 4        | 0,125   | 0,375           | 2,25   | m     |              |
|                  | $\sigma_{DFREI}$ : DFREI = 3 | 4        | 0,125   | 0,5             | 2,375  | m     |              |
|                  | $\sigma_{DFREI}$ : DFREI = 4 | 4        | 0,125   | 0,625           | 2,5    | m     |              |
|                  | $\sigma_{DFREI}$ : DFREI = 5 | 4        | 0,25    | 0,75            | 4,5    | m     |              |
|                  | $\sigma_{DFREI}$ : DFREI = 6 | 4        | 0,25    | 1               | 4,75   | m     |              |
|                  | $\sigma_{DFREI}$ : DFREI = 7 | 4        | 0,25    | 1,25            | 5      | m     |              |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 288  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                        |                                        |   |      |      |      |   |  |
|----------------------------------------|----------------------------------------|---|------|------|------|---|--|
|                                        | $\sigma_{DFRE}$ : DFREI = 8            | 4 | 0,25 | 1,5  | 5,25 | m |  |
|                                        | $\sigma_{DFRE}$ : DFREI = 9            | 4 | 0,25 | 1,75 | 5,5  | m |  |
|                                        | $\sigma_{DFRE}$ : DFREI = 10           | 4 | 0,5  | 2    | 9,5  | m |  |
|                                        | $\sigma_{DFRE}$ : DFREI = 11           | 4 | 0,5  | 2,5  | 10   | m |  |
|                                        | $\sigma_{DFRE}$ : DFREI = 12           | 4 | 1    | 3    | 18   | m |  |
|                                        | $\sigma_{DFRE}$ : DFREI = 13           | 4 | 3    | 4    | 49   | m |  |
|                                        | $\sigma_{DFRE}$ : DFREI = 14           | 4 | 6    | 10   | 100  | m |  |
| Identificateur de référence temporelle | Identificateur de référence temporelle | 3 | 1    | 0    | 7    | - |  |
| Paramètres OBAD communs                | Sélecteur d'équation de dégradation    | 1 | 1    | 0    | 1    | - |  |
| De réserve                             | De réserve                             | 1 | -    | -    | -    | - |  |

*Note.— Toutes les données sont définies au § 3.5.11.4.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 289  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-113. Message de type 39 (horloge, éphémérides et  
matrice de covariance de satellite SBAS – 1)**

| Section             | Désignation                                    | Longueur | Échelle                             | Plage effective         |                                           | Unité | Observations                                                                                                                                                                         |
|---------------------|------------------------------------------------|----------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |                                                |          |                                     | min                     | max                                       |       |                                                                                                                                                                                      |
| En-tête du message  | Numéro delta de position de satellite          | 6        | 1                                   | 1                       | 39                                        | -     | Le décalage est de 0 et la plage de codage (0 à 63) excède la plage effective.<br><br>Un codage de 1 correspond au numéro delta de position de satellite 1<br><br>Voir tableau B-102 |
|                     | IODG                                           | 2        | 1                                   | 0                       | 3                                         | -     |                                                                                                                                                                                      |
|                     | Identificateur de fournisseur de services SBAS | 5        | 1                                   | 0                       | 31                                        | -     |                                                                                                                                                                                      |
| Paramètres orbitaux | Cuc                                            | 19       | $\pi \times 2^{-19} \times 10^{-4}$ | $-\pi/2 \times 10^{-4}$ | $\pi/2 \times 10^{-4} \times (1-2^{-18})$ | Rad   | Codé en complément à deux                                                                                                                                                            |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 290  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                      |            |    |                                        |                          |                                            |       |                                                                                                           |
|----------------------|------------|----|----------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | Cus        | 19 | $\pi \times 2^{-19} \times 10^{-4}$    | $-\pi/2 \times 10^{-4}$  | $\pi/2 \times 10^{-4} \times (1-2^{-18})$  | rad   | Codé en complément à deux                                                                                 |
|                      | ldot       | 22 | $7\pi/6 \times 2^{-21} \times 10^{-6}$ | $-7\pi/6 \times 10^{-6}$ | $7\pi/6 \times 10^{-6} \times (1-2^{-21})$ | rad/s | Codé en complément à deux                                                                                 |
|                      | $\omega$   | 34 | $\pi \times 2^{-33}$                   | $-\pi$                   | $\pi \times (1-2^{-33})$                   | rad   | Codé en complément à deux                                                                                 |
|                      | $\Omega_o$ | 34 | $\pi \times 2^{-33}$                   | $-\pi$                   | $\pi \times (1-2^{-33})$                   | Rad   | Codé en complément à deux                                                                                 |
|                      | $M_o$      | 34 | $\pi \times 2^{-33}$                   | $-\pi$                   | $\pi \times (1-2^{-33})$                   | rad   | Codé en complément à deux                                                                                 |
| Paramètres d'horloge | aGf0       | 25 | 0,02                                   | -292 766.06              | 292 766.06                                 | m     | Codé en complément à deux.<br><br>La plage de codage (-335 544,32 à 335 544,30) excède la plage effective |
|                      | aGf1       | 16 | $4 \times 10^{-5}$                     | -1,31072                 | 1,31068                                    | m/s   | Codé en complément à deux                                                                                 |

*Note 1.— Toutes les données sont définies au § 3.5.11.5.*

*Note 2.— Le § 3.5.9.6 limite  $a_{Gf0}$  à  $\pm 292\,766,07\,m$ .*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 291  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-114. Message de type 40 (horloge, éphémérides et  
matrice de covariance de satellite SBAS – 2)**

| Section                    | Désignation        | Longueur | Échelle              | Plage effective |                          | Unité | Observations                                               |
|----------------------------|--------------------|----------|----------------------|-----------------|--------------------------|-------|------------------------------------------------------------|
|                            |                    |          |                      | min             | max                      |       |                                                            |
| En-tête du message         | IODG               | 2        | 1                    | 0               | 3                        | -     |                                                            |
| Paramètres orbitaux        | l                  | 33       | $\pi \times 2^{-33}$ | 0               | $\pi \times (1-2^{-33})$ | rad   |                                                            |
|                            | e                  | 30       | 2-30                 | 0               | $1-2^{-30}$              | -     |                                                            |
|                            | a                  | 31       | 0,02                 | 6 370 000       | 49 319 672,94            | m     |                                                            |
| Temps des éphémérides SBAS | te                 | 13       | 16                   | 0               | 86 384                   | s     | La plage de codage (0 à 131 056) excède la plage effective |
| Paramètres de covariance   | Exposant d'échelle | 3        | 1                    | 0               | 7                        |       |                                                            |
|                            | E1,1               | 9        | 1                    | 0               | 511                      | -     |                                                            |
|                            | E2,2               | 9        | 1                    | 0               | 511                      | -     |                                                            |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 292  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                       |                  |    |     |      |     |   |                           |
|-----------------------|------------------|----|-----|------|-----|---|---------------------------|
|                       | E3,3             | 9  | 1   | 0    | 511 | - |                           |
|                       | E4,4             | 9  | 1   | 0    | 511 | - |                           |
|                       | E1,2             | 10 | 1   | -512 | 511 | - | Codé en complément à deux |
|                       | E1,3             | 10 | 1   | -512 | 511 | - | Codé en complément à deux |
|                       | E1,4             | 10 | 1   | -512 | 511 | - | Codé en complément à deux |
|                       | E2,3             | 10 | 1   | -512 | 511 | - | Codé en complément à deux |
|                       | E2,4             | 10 | 1   | -512 | 511 | - | Codé en complément à deux |
|                       | E3,4             | 10 | 1   | -512 | 511 | - | Codé en complément à deux |
| Paramètre d'intégrité | DFREI            | 4  | 1   | 0    | 15  | - |                           |
| $\delta R_{CORR}$     | Échelle<br>RCORR | 3  | 1/8 | 1/8  | 1   | - |                           |
| De réserve            | De réserve       | 1  | 1   | 0    | 1   | - |                           |

*Note 1.— L'indicateur DFREI et le paramètre  $\delta R_{CORR}$  sont définis au § 3.5.11.2.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 293  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note 2.— Toutes les autres données sont définies au § 3.5.11.5.*

**Tableau B-115. Message de type 42 (décalages de temps GNSS)**

| Section                      | Désignation | Longueur | Échelle | Plage effective |                    | Unité | Observations                                                                                                                                       |
|------------------------------|-------------|----------|---------|-----------------|--------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |             |          |         | min             | max                |       |                                                                                                                                                    |
| Paramètres<br>UTC<br>communs | A1SNT       | 24       | 2-50    | -223*2-<br>50   | (223-1)*2-<br>50   | s/s   | Coefficient de dérive<br>de l'échelle de temps<br>SBAS par rapport à<br>l'échelle de temps<br>UTC<br>(codé en complément<br>à deux)                |
|                              | A0SNT       | 35       | 2-33    | -2              | 2-2 <sup>-33</sup> | s     | Coefficient d'erreur<br>systématique de<br>l'échelle de temps<br>SBAS par rapport à<br>l'échelle de temps<br>UTC<br>(codé en complément<br>à deux) |
|                              | t0t         | 8        | 3 600   | 0               | 601 200            | S     | Temps de la semaine<br>de référence des                                                                                                            |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 294  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                 |   |   |      |     |         |                                                                                                                                                              |
|-----------------|---|---|------|-----|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |   |   |      |     |         | données temporelles.<br>La plage<br>de codage (0 à 918<br>000) excède la plage<br>effective                                                                  |
| WN <sub>t</sub> | 8 | 1 | 0    | 255 | semaine | Numéro de la<br>semaine de référence<br>des données<br>temporelles                                                                                           |
| DtLS            | 8 | 1 | -128 | 127 | s       | Compte actuel ou<br>antérieur de secondes<br>intercalaires<br>(codé en complément<br>à deux)                                                                 |
| WNLSF           | 8 | 1 | 0    | 255 | semaine | Numéro de la<br>semaine de référence<br>des secondes<br>intercalaires                                                                                        |
| DN              | 3 | 1 | 1    | 7   | jour    | Numéro du jour de<br>référence des<br>secondes<br>intercalaires<br>Le décalage est de 0<br>et la plage de codage<br>(0 à 7)<br>excède la plage<br>effective. |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 295  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                               |                                                   |          |            |                 |              |        | Un codage de 1<br>correspond à un DN<br>de 1                                                   |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------|------------|-----------------|--------------|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                               | DtLSF                                             | 8        | 1          | -128            | 127          | s      | Compte actuel ou<br>futur de secondes<br>intercalaires<br>(codé en complément<br>à deux)       |
|                                               | Identificateur<br>de temps de<br>référence<br>UTC | 4        | 1          | 0               | 15           | -      | Identificateur de<br>temps de référence<br>UTC                                                 |
| Section                                       | Désignation                                       | Longueur | Échelle    | Plage effective |              | Unité  | Observations                                                                                   |
|                                               |                                                   |          |            | min             | max          |        |                                                                                                |
| Paramètres<br>de la<br>période de<br>validité | État de<br>décalage<br>UTC                        | 1<br>8   | 1<br>3 600 | 0<br>0          | 1 601<br>200 | -<br>s | État de validité du<br>décalage du temps<br>SNT par rapport au<br>temps UTC                    |
|                                               | TOW <sub>app</sub>                                |          |            |                 |              |        | Temps de la semaine<br>de référence de la<br>période de validité<br>La plage de codage<br>(0 à |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 296  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|            |                   |    |   |   |   |   |                                                                                            |
|------------|-------------------|----|---|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                   |    |   |   |   |   | 918 000) excède la<br>plage effective                                                      |
|            | WN <sub>app</sub> | 1  | 1 | 0 | 1 | - | Numéro de la<br>semaine de référence<br>de la période de<br>validité<br>par rapport au WNt |
|            | VP                | 3  | 1 | 0 | 7 | - | Durée de la période<br>de validité                                                         |
| De réserve | De réserve        | 97 | 1 | - | - | - |                                                                                            |

**Tableau B-116. Message de type 47 (almanachs de satellite SBAS)**

| Section           | Désignation                                 | Longueur | Échelle | Plage effective |     | Unité | Observations                                                                            |
|-------------------|---------------------------------------------|----------|---------|-----------------|-----|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                   |                                             |          |         | min             | max |       |                                                                                         |
| En-tête<br>SBAS I | Numéro delta<br>de position de<br>satellite | 6        | 1       | 1               | 39  | -     | Le décalage est de 0 et<br>la plage de codage (0 à<br>63) excède la plage<br>effective. |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 297  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                    |                                                         |    |                      |                        |                          |       |                                                                                                         |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------|----|----------------------|------------------------|--------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    |                                                         |    |                      |                        |                          |       | Un codage de 1<br>correspond au numéro<br>delta de position de<br>satellite 1<br><br>Voir tableau B-102 |
|                                    | Identificateur<br>de fournisseur<br>de services<br>SBAS | 5  | 1                    | 0                      | 31                       | -     |                                                                                                         |
|                                    | Indicateur de<br>diffusion                              | 1  | -                    | -                      | -                        | -     |                                                                                                         |
| Paramètres<br>képlériens<br>SBAS I | a                                                       | 16 | 650                  | 6 370<br>000           | 48 967 750               | m     |                                                                                                         |
|                                    | e                                                       | 8  | 2-8                  | 0                      | 0,99609375               | -     |                                                                                                         |
|                                    | I                                                       | 13 | $\pi \times 2^{-13}$ | 0                      | $\pi \times (1-2^{-13})$ | rad   |                                                                                                         |
|                                    | $\omega$                                                | 14 | $\pi \times 2^{-13}$ | $-\pi$                 | $\pi \times (1-2^{-13})$ | rad   | Codé en complément à<br>deux                                                                            |
|                                    | $\Omega_0$                                              | 14 | $\pi \times 2^{-13}$ | $-\pi$                 | $\pi \times (1-2^{-13})$ | rad   | Codé en complément à<br>deux                                                                            |
|                                    | $\dot{\Omega}$                                          | 8  | $1 \times 10^{-9}$   | $-1,28 \times 10^{-7}$ | $1,27 \times 10^{-7}$    | rad/s | Codé en complément à<br>deux                                                                            |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 298  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                       |                                                |          |                      |                 |                          |       |                                                                                                                                                             |
|-----------------------|------------------------------------------------|----------|----------------------|-----------------|--------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | M <sub>0</sub>                                 | 15       | $\pi \times 2^{-14}$ | $-\pi$          | $\pi \times (1-2^{-14})$ | rad   | Codé en complément à deux                                                                                                                                   |
|                       | ta                                             | 6        | 1 800                | 0               | 84 600                   | S     | La plage de codage (0 à 113 400) excède la plage effective                                                                                                  |
| En-tête<br>SBAS II    | Numéro delta de position de satellite          | 6        | 1                    | 0               | 39                       | -     | La plage de codage (0 à 63) excède la plage effective<br><br>Un codage de 1 correspond au numéro delta de position de satellite 1<br><br>Voir tableau B-102 |
|                       | Identificateur de fournisseur de services SBAS | 5        | 1                    | 0               | 31                       | -     |                                                                                                                                                             |
|                       | Indicateur de diffusion                        | 1        | -                    | -               | -                        | -     |                                                                                                                                                             |
| Section               | Désignation                                    | Longueur | Échelle              | Plage effective |                          | Unité | Observations                                                                                                                                                |
|                       |                                                |          |                      | min             | max                      |       |                                                                                                                                                             |
| Paramètres képlériens | a                                              | 16       | 650                  | 6 370 000       | 48 967 750               | m     |                                                                                                                                                             |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 299  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                 |                |    |                      |                        |                          |       |                                                            |
|---------------------------------|----------------|----|----------------------|------------------------|--------------------------|-------|------------------------------------------------------------|
| SBAS II                         | e              | 8  | 2-8                  | 0                      | 0,99609375               | -     |                                                            |
|                                 | I              | 13 | $\pi \times 2^{-13}$ | 0                      | $\pi \times (1-2^{-13})$ | rad   |                                                            |
|                                 | $\omega$       | 14 | $\pi \times 2^{-13}$ | $-\pi$                 | $\pi \times (1-2^{-13})$ | Rad   | Codé en complément à deux                                  |
|                                 | $\Omega_0$     | 14 | $\pi \times 2^{-13}$ | $-\pi$                 | $\pi \times (1-2^{-13})$ | Rad   | Codé en complément à deux                                  |
|                                 | $\dot{\Omega}$ | 8  | $1 \times 10^{-9}$   | $-1,28 \times 10^{-7}$ | $1,27 \times 10^{-7}$    | rad/s | Codé en complément à deux                                  |
|                                 | $M_0$          | 15 | $\pi \times 2^{-14}$ | $-\pi$                 | $\pi \times (1-2^{-14})$ | Rad   | Codé en complément à deux                                  |
|                                 | ta             | 6  | 1 800                | 0                      | 84 600                   | s     | La plage de codage (0 à 113 400) excède la plage effective |
| Compte des remises à zéro du WN | WNROcompte     | 4  | 1                    | 0                      | 15                       | -     | 15 indique que le paramètre est invalide.                  |

*Note 1.— Les identificateurs de fournisseurs de services SBAS sont définis au § 3.5.11.5.*

*Note 2.— Tous les autres paramètres sont définis au § 3.5.11.7.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 300  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-117. Réservé**

**Tableau B-118. Message de type 63 (message vide diffusé sur la fréquence L5)**

| Section | Désignation | Longueur | Échelle | Plage effective |     | Unité | Observations |
|---------|-------------|----------|---------|-----------------|-----|-------|--------------|
|         |             |          |         | min             | max |       |              |
| Réservé | Réservé     | 216      | -       | -               | -   | -     |              |

*Note.— Le message vide est utilisé comme message de remplissage si aucun autre message n'est disponible pour diffusion pour le créneau d'une seconde.*

**Tableau B-119. Délais d'expiration des données du message L5**

| Données             | Types de messages connexes | Intervalle de mise à jour maximal | En route, région terminale, Approche de précision, APV |       |
|---------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------|-------|
|                     |                            |                                   | approche classique                                     |       |
| « Ne pas utiliser » | 0                          | 6 s                               | S/O                                                    | S/O   |
| Masque de satellite | 31                         | 120 s                             | 600 s                                                  | 600 s |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 301  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                                                    |          |                                               |                    |                |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------|--------------------|----------------|
| DFREI ou DFRECI                                                                    | 32       | 6 s                                           | 18 s               | 12 s           |
|                                                                                    | 34       | 6 s                                           | 18 s               | 12 s           |
|                                                                                    | 35       | 6 s                                           | 18 s               | 12 s           |
|                                                                                    | 36       | 6 s                                           | 18 s               | 12 s           |
|                                                                                    | 40       | 6 s                                           | 18 s               | 12 s           |
| Corrections et matrice de<br>covariance d'horloge et<br>d'éphémérides de satellite | 32       | 0,5x(IValide)32 s<br>par satellite<br>corrigé | 1,5x(IValide)32    | (IValide)32    |
| Horloge, éphémérides et matrice<br>de covariance de satellite SBAS                 | 39<br>40 | 0,5x(IValide)39/40<br>s                       | 1,5x(IValide)39/40 | (IValide)39/40 |
| Paramètres de dégradation                                                          | 37       | 120 s                                         | 600 s              | 600 s          |
| Tableau DFREI                                                                      | 37       | 120 s                                         | 600 s              | 600 s          |
| Identificateur de référence<br>temporelle                                          | 37       | 120 s                                         | 600 s              | 600 s          |
| Identificateur de<br>fournisseur de services<br>SBAS                               | 39       | 120 s                                         | S/O                | 600 s          |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 302  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

Décalage du temps SNT par rapport 42 240 s Note 3 Note 3 au temps UTC

*Note 1.— Les délais d'expiration sont définis à partir du temps d'arrivée du dernier bit de message à la borne d'antenne du récepteur.*

*Note 2.— Il n'y a pas de délai d'expiration pour les paramètres du message de type 47 autres que ceux qui sont énumérés ci-dessus. Note 3.— Les données de décalage du temps SNT par rapport au temps UTC qui figurent dans le message de type 42 arrivent à expiration comme il est défini au § 3.5.11.6 compte tenu des paramètres  $WN_{app}$ ,  $TOW_{app}$  et VP.*

#### 3.5.14 ÉLÉMENTS SBAS DFMC NON EMBARQUÉS

*Note.— Les paramètres auxquels la présente section fait référence sont définis au § 3.5.11.*

##### 3.5.14.1 Généralités

3.5.14.1.1 *Données requises et intervalles de transmission.* Le SBAS diffusera les données requises par les fonctions mises en œuvre visées au chapitre 3, § 3.7.3.4.2, comme il est indiqué au tableau B-120.

*Note.— Le SBAS peut diffuser des messages vides (type 63) dans les créneaux de temps où aucune autre donnée n'est diffusée.*

3.5.14.1.1.1 Toutes les données diffusées par le SBAS, qu'elles soient requises ou non pour une fonction particulière, répondront aux spécifications de mise à jour indiquées au tableau B-120.

**Tableau B-120. Intervalles de transmission des données sur la fréquence L5 et fonctions utilisatrices**

| Type de données | Intervalle de<br>transmission<br>maximal | Mesure de<br>distance<br>SBAS DFMC | Correction<br>différentielle<br>sans le retard<br>ionosphérique | Correction<br>différentielle<br>sans le retard<br>ionosphérique |
|-----------------|------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|-----------------|------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

« Ne pas utiliser » 6 s 0

Corrections et matrice de covariance d'horloge et 0,5x(IValide)32 s par R 32



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 303  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                                  |                   |   |   |                |
|------------------------------------------------------------------|-------------------|---|---|----------------|
| d'éphémérides                                                    | satellite corrigé |   |   |                |
| Masque de satellite SBAS                                         | 120 s             | R | R | 31             |
| Données d'intégrité                                              | 6 s               | R | R | 32, 34, 35, 36 |
| (DFREI et, facultativement, DFRECI)                              |                   |   |   | et 40          |
| Corrections et matrice de covariance d'horloge et 0,5x(Invalidé) | 39/40 s           | R |   | 39 et 40       |
| d'éphémérides de satellite SBAS                                  |                   |   |   |                |
| OBAD, tableau DFREI et identificateur de                         | 120 s             | R | R | 37             |
| référence temporelle                                             |                   |   |   |                |
| Données d'almanach SBAS, indicateur de                           | 120 s             | R | R | 47             |
| diffusion et paramètres d'identification de                      |                   |   |   | 42             |
| fournisseur de services SBAS                                     |                   |   |   |                |
| Décalage du temps SNT par rapport au temps                       | 240 s             |   |   |                |
| UTC                                                              |                   |   |   |                |

*Note 1.— « R » signifie que la fonction considérée requiert la transmission des données.*

*Note 2.— Les données d'intégrité comprennent l'indicateur DFRECI seulement si le message de type 34 est transmis, sinon seul l'indicateur DFREI est transmis.*

<

3.5.14.1.2 *Contrôle des signaux radioélectriques SBAS.* Le SBAS contrôlera les paramètres des satellites SBAS indiqués au tableau B-121 et prendra les mesures indiquées.

**Tableau B-121. Contrôle des signaux radioélectriques SBAS L5**





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 304  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

| <i>Paramètre</i>              | <i>Renvoi</i>                                                                                              | <i>Seuil d'alarme</i>  | <i>Mesure à prendre (Note 1)</i>                                                                                       |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Niveau de puissance du signal | chapitre 3, puissance minimale spécifiée<br>§ 3.7.3.4.5.3 puissance maximale spécifiée<br>et § 3.7.3.4.6.3 |                        | Minimum : désactiver la fonction de de distance SBAS DFMC<br>Maximum : cesser la diffusion                             |
|                               | <i>(Note 2)</i>                                                                                            |                        |                                                                                                                        |
| Modulation                    | chapitre 3, Contrôler la distorsion du signal<br>§ 3.7.3.4.5.5<br>et<br>§<br>3.7.3.4.6.5                   |                        | Désactiver la fonction de mesure de distance SBAS DFMC.                                                                |
| Stabilité de la porteuse      | § 3.5.2.1 et<br>§ 3.5.9.1                                                                                  | S/O<br><i>(Note 3)</i> | Désactiver la fonction de mesure de distance SBAS DFMC à moins n'indique paramètre $\sigma^2_{DFRE}$ l'erreur commise. |
| Cohérence code/fréquence      | § 3.5.2.4 et<br>§ 3.5.9.4.2                                                                                | S/O<br><i>(Note 3)</i> | Désactiver la fonction de mesure de distance SBAS DFMC à moins n'indique paramètre $\sigma^2_{DFRE}$ l'erreur commise. |
|                               | § 3.5.2.6 et                                                                                               | S/O                    | n'indique                                                                                                              |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES

### RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION

### AÉRIENNE

APP : 305  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

Écart maximal sur phase de code § 3.5.9.6 (Notes 2 et 3) Désactiver la fonction de mesure de distance SBAS DFMC à moins paramètre  $\sigma^2_{DFRE}$  l'erreur commise.

Codage à convolution et codage bi-binaire § 3.5.2.9 et § 3.5.9.9 Tous les messages transmis sont erronés Cesser la diffusion

#### Notes.—

1. Les paramètres de contrôle qui exigent de « Désactiver la fonction de mesure de distance SBAS DFMC » ne sont nécessaires que pour les satellites SBAS qui assurent une telle fonction. La désactivation de cette fonction s'effectue par transmission d'un indicateur DFREI « Ne pas utiliser pour le SBAS » pour le satellite SBAS considéré.
2. Le contrôle de ces paramètres peut se faire par analyse de leur incidence sur la qualité du signal reçu (C/No<sub>impact</sub>), donc sur l'utilisateur.
3. Les seuils d'alarme ne sont pas spécifiés car l'erreur induite est acceptable à condition d'être représentée dans le paramètre  $\sigma^2_{DFRE}$ . Si tel n'est pas le cas, la fonction de mesure de distance doit être désactivée.

3.5.14.1.3 « Ne pas utiliser ». Au besoin, le SBAS diffusera le message « Ne pas utiliser » (type 0) quand les données diffusées sur la fréquence L5 par le satellite SBAS et la fonction de mesure de distance double fréquence ne doivent pas être utilisées.

3.5.14.1.4 *Décalage Doppler du signal du satellite SBAS*. Le décalage Doppler du signal du satellite SBAS vu d'un point fixe quelconque à l'intérieur de l'empreinte, quel que soit le satellite, ne dépassera pas :

- a)  $\pm 337$  Hz, dans le cas du signal d'un satellite géostationnaire ;
- b)  $\pm 7$  kHz, dans le cas du signal d'un satellite non géostationnaire.

3.5.14.1.5 *Paramètres d'éphémérides SBAS*. Lorsqu'il diffuse des paramètres d'éphémérides, chaque satellite SBAS diffusera ses propres paramètres (définis au § 3.5.11.5).



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES

### RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION

### AÉRIENNE

APP : 306  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.14.1.5.1 Le fournisseur de services SBAS veillera à ce que le paramètre de temps des éphémérides SBAS  $t_e$  contenu dans le message de type 40 soit positionné entre -43 200 s et +43 199 s par rapport au temps de diffusion et ajusté pour tenir compte des changements de jour.

*Note.—  $t_e$  est codé sous forme de temps du jour, et le jour/la semaine applicable respecte la fenêtre temporelle [-43 200 s ; +43 199 s].*

3.5.14.1.6 *Données d'almanach.* Chaque satellite SBAS diffusera les données d'almanach (définies au § 3.5.11.7) de tous les satellites SBAS du même fournisseur de services.

*Note.— Des renseignements supplémentaires concernant certaines orbites du SBAS figurent dans le supplément D, § 6.7.5.*

3.5.14.1.6.1 L'erreur de la position estimée du satellite calculée à partir de tout message de type 47 diffusé au cours des 15 minutes précédentes, par rapport à la position réelle du satellite, ne dépassera pas 3 000 km.

3.5.14.1.6.2 L'erreur du décalage Doppler prévu calculée à partir du message de type 47 ne dépassera pas  $\pm 337$  Hz durant une période de sept jours suivant la diffusion du message de type 47.

*Note.— Pour les récepteurs SBAS, on peut s'attendre à cette précision de l'almanach pendant sept jours à partir de la réception du message de données d'almanach. Les récepteurs doivent tenir compte des changements de journée et de semaine étant donné que le temps de référence de l'almanach est seulement en secondes du jour.*

3.5.14.1.6.3 Si seulement un almanach de satellite SBAS est fourni dans le message de type 47, les bits 118 à 225 attribués au second almanach de satellite SBAS seront des « 0 ».

3.5.14.1.6.4 Le SBAS positionnera l'indicateur de diffusion à « 1 » pour le satellite SBAS qui diffuse le message de type 47, et à « 0 » pour tous les autres satellites SBAS.

3.5.14.1.6.5 Le fournisseur de services SBAS veillera à la précision de l'identificateur de fournisseur de services SBAS indiqué dans tout message de type 47, en utilisant la valeur attribuée au fournisseur indiquée dans le tableau B-65.

3.5.14.1.6.6 Le fournisseur de services SBAS veillera à ce que le paramètre de temps d'almanach SBAS  $t_a$  contenu dans le message de type 47 soit positionné entre -43 200 s et +43 199 s par rapport au temps de diffusion et ajusté pour tenir compte des changements de jour.

*Note.—  $t_a$  est codé sous forme de temps du jour, et le jour/la semaine applicable respecte la fenêtre temporelle [-43 200 s ; +43 199 s].*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 307  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.14.2 *Fonction de mesure de distance.* Lorsqu'un SBAS assure une fonction de mesure de distance SBAS DFMC, il le fera conformément aux spécifications énoncées dans la présente section.

#### 3.5.14.2.1 Critères de performance

*Note.— Voir chapitre 3, § 3.7.3.4.3.*

3.5.14.2.2 *Données de mesure de distance.* Le SBAS transmettra les paramètres d'éphémérides, la matrice de covariance et la valeur du DFREI seulement pour le satellite SBAS émetteur, au moyen des messages des types 39 et 40 reliés l'un à l'autre par leur IODG.

3.5.14.2.3 *IODG actif.* Le SBAS aura un maximum de trois IODG actifs. Un IODG actif correspond à un paramètre IODG qui a été diffusé dans un message de type 39 ou 40 et dont le délai d'expiration (voir tableau B-119) n'est pas échu.

3.5.14.3 *Fonction de correction différentielle sans le retard ionosphérique.* Si un SBAS assure une fonction de correction différentielle sans le retard ionosphérique, il le fera conformément aux spécifications énoncées dans la présente section.

#### 3.5.14.3.1 Performance de la correction différentielle sans le retard ionosphérique

3.5.14.3.1.1 Pour les phases en route, de région terminale et d'approche classique, étant donné une quelconque combinaison valide de données actives, la probabilité que se produise une erreur dans le sens horizontal excédant la valeur de HPL (§ 3.5.12.5) pendant plus de 8 secondes consécutives sera inférieure à  $10^{-7}$  au cours d'une heure quelconque, en supposant que le temps d'attente pour l'utilisateur est nul.

3.5.14.3.1.2 Étant donné une quelconque combinaison valide de données actives, la probabilité que se produise une condition hors tolérance (p. ex. erreur dans le sens horizontal excédant la valeur de HPL ou erreur dans le sens vertical excédant la valeur de VPL, comme défini au § 3.5.12.5) pendant plus de 5,2 secondes consécutives (délai d'alarme) sera inférieure à  $2 \times 10^{-7}$  durant quelque approche que ce soit, en supposant que le temps d'attente pour l'utilisateur est nul.

3.5.14.3.1.3 Lorsque le SBAS détecte que la probabilité d'une erreur excédant le niveau de protection ne respecte pas l'exigence relative au risque d'intégrité pour l'une des opérations SBAS, les données d'alarme résultantes (positionner DFRE à une valeur plus grande ou à la valeur « Ne pas utiliser pour le SBAS »), diffusées dans un message de type 32, 34, 35, 36 ou 40, seront répétées trois fois de suite après la modification initiale de l'état d'alarme, pour un total de quatre fois en quatre secondes.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 308  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note 1.— Un message de type 0 peut aussi être envoyé quatre fois de suite pour signaler un état d'alarme. Pour des orientations supplémentaires, voir le supplément D, § 6.7.4.*

*Note 2.— Des « données actives » sont des données dont le délai d'expiration (voir § 3.5.15.1.4.2) n'est pas échu. Cette spécification concerne les défaillances affectant la ou les constellations satellitaires de base et le SBAS.*

*Note 3.— Les messages suivants peuvent être transmis à la fréquence d'actualisation normale.*

**3.5.14.3.2 Masque de satellite SBAS et identification des données – masque (IODM).** Le SBAS transmettra un masque de satellite SBAS et le paramètre IODM (message de type 31). Les valeurs de position de satellite indiqueront si des données sont fournies ou non pour chaque satellite GNSS.

**3.5.14.3.2.1** Le SBAS changera l'IODM s'il y a un changement dans le masque de satellite SBAS, en augmentant de 1 l'IODM modulo 4 par rapport à la plus récente valeur transmise.

**3.5.14.3.2.2** L'IODM des messages des types 34, 35 et 36 sera égal à l'IODM transmis dans le message de masque de satellite (message de type 31) utilisé pour désigner les satellites pour lesquels des données sont fournies dans ces messages.

**3.5.14.3.2.3** Le SBAS aura un maximum de deux IODM actifs. Un IODM actif correspond à un masque de satellite qui a été diffusé dans un message de type 31 et dont le délai d'expiration (voir tableau B-119) n'est pas échu.

#### **3.5.14.3.3 Corrections et matrice de covariance de satellite**

**3.5.14.3.3.1** Sauf pour ce qui est du satellite SBAS émetteur, le SBAS diffusera les corrections et la matrice de covariance d'horloge et d'éphémérides (message de type 32) de tout satellite figurant dans le masque de satellite SBAS (c.-à-d. correspondant à une valeur de position de satellite de « 1 ») lorsqu'il positionne un DFREI entre 0 et 14.

*Note.— Le message de type 39/40 du satellite émetteur n'exige pas d'autre correction ; le satellite SBAS émetteur n'enverra donc pas de données de correction pour lui-même.*

**3.5.14.3.3.2** Le SBAS diffusera les corrections et la matrice de covariance d'horloge et d'éphémérides avec un paramètre d'identification des données – navigation (IODN) correspondant aux données d'horloge et d'éphémérides des satellites GNSS visés par les corrections (IOD). La valeur de l'IODN sera issue des IOD des données d'horloge et d'éphémérides de satellite GNSS comme il est décrit au § 3.5.11.2.

**3.5.14.3.3.3** Afin de permettre à tous les utilisateurs du SBAS d'acquérir les nouvelles données GNSS lorsque les satellites GNSS diffusent de nouvelles données d'horloge et d'éphémérides valides, le SBAS continuera de diffuser



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 309  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

les corrections et la matrice de covariance par rapport aux anciennes données d'horloge et d'éphémérides pendant une période de :

- a) 120 à 240 secondes dans le cas du GPS ;
- b) 150 à 320 secondes dans le cas du GLONASS ;
- c) 150 à 350 secondes dans le cas de Galileo ;
- d) 120 à 300 secondes dans le cas du système BDS.

*Note.— Par « données d'horloge et d'éphémérides valides », on entend des données diffusées par les satellites GNSS qui sont conformes au document de contrôle d'interface (ICD) du signal GNSS, à la norme de performance applicable et aux SARP.*

3.5.14.3.3.4 Pour tout satellite non SBAS, le SBAS diffusera un message de type 32 seulement après avoir contrôlé en continu pendant au moins 300 secondes les données d'éphémérides et d'horloge de ce satellite.

*Note.— Le paramètre IOD, défini au § 3.5.11.2, comprend une comparaison de l'IODE LNAV du GPS avec les 8 bits de poids faible (LSB) de l'IODC LNAV du GPS. Les données d'éphémérides et d'horloge sont issues du message de navigation de la constellation de base renforcée par le SBAS DFMC comme il est indiqué au § 3.5.11.1.*

3.5.14.3.3.5 Le fournisseur de services SBAS s'assurera que le paramètre de l'instant d'entrée en vigueur des corrections  $t_D$  figurant dans le message de type 32 se situe entre -43 200 s et +43 199 s par rapport au temps de diffusion et tienne compte des changements de jour.

*Note.—  $t_D$  est codé sous forme de temps du jour, et le jour/la semaine applicable respecte la fenêtre temporelle [-43 200 s ; +43 199 s].*

3.5.14.3.4 *Données d'intégrité.* Pour chaque satellite configuré dans le masque de satellite SBAS, le SBAS transmettra la donnée DFREI en utilisant le paramètre DFREI ou DFRECI, la matrice de covariance, l'exposant d'échelle et les paramètres de dégradation de façon à satisfaire à la spécification d'intégrité énoncée au § 3.5.14.3.1. Si la valeur des corrections est en dehors de la plage prescrite ou si la valeur de  $\sigma^2_{DFC}$  (décrit au § 3.5.12.4.1) ne peut pas être déterminée, le SBAS indiquera que le satellite ne peut pas être utilisé pour la position SBAS (« Ne pas utiliser pour le SBAS »).

*Note.— Le récepteur SBAS appliquera le DFRECI à son DFREI actif en vigueur, qui peut être n'importe quel DFREI diffusé actif.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 310  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.14.3.4.1 Le SBAS fournira la donnée DFREI, directement au moyen du paramètre DFREI ou indirectement au moyen du paramètre DFRECI, permettant le calcul de  $\sigma_{DFRE}$  (défini au § 3.5.11.4) pour le satellite configuré dans le masque de satellite et contrôlé par le SBAS au moins toutes les six secondes en utilisant des messages de type 34, 35 ou 36.

3.5.14.3.4.1.1 Lorsqu'il utilise un message de type 34, le SBAS transmettra au plus sept DFRECI positionnés à « 1 ».

*Note 1.— Au lieu de transmettre des valeurs de DFREI actualisées dans le message de type 34, le SBAS peut positionner quelques valeurs de DFRECI à « 2 » ou « 3 » pour changer le DFREI de plus de sept satellites et encore utiliser le message de type 34. Un message de type 35 ou 36 peut aussi être utilisé à la place d'un message de type 34 pour fournir davantage de valeurs de DFREI actualisées.*

*Note 2.— Les DFRECI sont indiqués dans l'ordre des indices de position renforcée issu du message de type 31 contenant un IODM correspondant.*

3.5.14.3.4.1.2 Lorsqu'il utilise un message de type 34 avec des DFRECI positionnés « 1 », le SBAS transmettra les nouvelles valeurs de DFREI dans l'ordre correspondant à ceux des DFRECI positionnés à « 1 » dans le champ DFRECI. Chaque nouvelle valeur de DFREI s'appliquera à l'indice de position renforcée de la valeur de DFRECI correspondante positionnée à « 1 ».

3.5.14.3.4.2 Le SBAS positionnera à « 15 » toute valeur de DFREI figurant dans le champ de données associé des messages des types 35 et 36 qui correspond à un numéro de position de satellite non configuré dans le masque.

3.5.14.3.4.2.1 Lorsqu'il utilise un message de type 34, le SBAS positionnera la valeur de DFRECI à « 3 » pour les positions DFRECI excédant l'indice maximal de position renforcée.

3.5.14.3.4.2.2 Si, dans un message de type 34 donné, le nombre N de DFRECI positionnés à « 1 » est inférieur à sept, les 7-N dernières valeurs de DFREI du message de type 34 seront positionnées à « 15 ».

3.5.14.3.4.3 Lorsqu'il utilise un message de type 34, le SBAS transmettra un DFRECI de « 3 » (« Ne pas utiliser pour le SBAS ») au lieu d'un DFRECI de « 2 » (« DFREI augmenté de un ») si le DFREI actif le plus récent était positionné à « 14 » et la valeur DFRE correspondante ne convient plus pour assurer l'intégrité conformément au § 3.5.14.3.1.

3.5.14.3.4.4 Le SBAS transmettra les données  $(I_{VALIDE})_{32}$  et  $(I_{VALIDE})_{39/40}$  dans les messages de type 37 correspondant aux intervalles de temps durant lesquels les données d'intégrité des messages des types 32 et 39/40 peuvent être utilisées.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 311  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— Ces intervalles de temps sont mesurés à partir de l'instant d'arrivée du dernier bit du message de type 32 ou du dernier bit du dernier message d'une paire jumelant les types 39 et 40 reçu au port d'antenne du récepteur SBAS.*

3.5.14.3.4.5 La spécification d'intégrité énoncée au § 3.5.14.3.1 s'appliquera tout au long de l'actualisation des paramètres contenus dans un message de type 37.

*Note.— Un changement dans le tableau DFREI devrait être un événement rare dans la durée de vie d'un SBAS.*

3.5.14.3.4.5.1 Pour chaque DFREI, la valeur de  $\sigma_{DFRE}$  sera toujours supérieure à la valeur de  $\sigma_{DFRE}$  spécifiée pour un DFREI inférieur dans le tableau dans le message de type 37.

3.5.14.3.5 *Données antérieures mais encore actives (OBAD).* Le SBAS transmettra les paramètres OBAD (message de type 37) de façon à satisfaire à la spécification d'intégrité énoncée au § 3.5.14.3.1.

#### 3.5.14.3.6 *Données de synchronisation*

3.5.14.3.6.1 Le SBAS indiquera le temps de référence sur lequel le SNT du SBAS DFMC est aligné, au moyen du champ de l'identificateur de référence temporelle du message de type 37.

3.5.14.3.6.2 Si un SBAS fournit la donnée  $WNRO_{compte}$  avec un paramètre qui n'est pas positionné en permanence à « 15 », il contrôlera la remise à zéro du numéro de semaine en actualisant le compte des remises à zéro du numéro de semaine ( $WNRO_{compte}$ ) figurant dans le message de type 47 pour la constellation GNSS indiquée par l'identificateur de référence temporelle contenu dans le message de type 37.

*Note.— Le compte des remises à zéro du numéro de semaine sert à résoudre l'ambiguïté possible de la valeur du numéro de semaine transmise dans les données de navigation GNSS. Le § 3.5.11.7 contient des renseignements sur le temps de référence, par constellation, pour le calcul de  $WNRO_{compte}$ .*

3.5.14.3.6.3 Si un message de type 42 est diffusé, le SBAS fournira des informations aux fins du calcul du décalage de temps SNT par rapport au temps UTC en ligne avec les données contenues dans le paramètre VP.

*Note.— Le SBAS peut utiliser le paramètre de l'état de décalage par rapport au temps UTC pour provoquer l'expiration des données diffusées précédemment.*

3.5.14.3.6.4 Si un message de type 42 est diffusé et si le SBAS ne peut pas transmettre le décalage de temps SNT par rapport au temps UTC, le SBAS diffusera tous les paramètres du champ des paramètres communs, tous les bits étant codés à zéro sauf l'identificateur de temps de référence UTC, qui sera positionné à « 7 ».

#### 3.5.14.4 *Contrôle*





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 312  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.14.4.1 *Contrôle des signaux radioélectriques SBAS.* Le SBAS contrôlera les paramètres des satellites SBAS figurant au tableau B-121 et prendra les mesures indiquées.

*Note.— En plus des spécifications de la présente section relatives au contrôle des signaux radioélectriques, il sera nécessaire de prendre des dispositions spéciales pour contrôler l'accélération de pseudodistance (chapitre 3, § 3.7.3.4.3.5), le bruit de phase de la porteuse (§ 3.5.9.2) et la perte de corrélation (§ 3.5.9.5), à moins que l'analyse et les essais ne montrent que ces paramètres ne peuvent pas dépasser les limites spécifiées.*

3.5.14.4.2 *Contrôle des données.* Le SBAS contrôlera les signaux de mesure de distance du GNSS de façon à garantir que les données actives satisfont aux spécifications du § 3.5.14.3.1.

3.5.14.4.2.1 Le sous-système sol utilisera les crêtes de corrélation principales des signaux poursuivis servant au renforcement SBAS.

3.5.14.4.2.2 En cas de distorsion du signal GNSS, le sous-système sol fera en sorte que les données diffusées limitent l'erreur résiduelle pour les récepteurs embarqués compte tenu des contraintes de conception des récepteurs SBAS DFMC définies au § 3.5.15.1.1.3 (voir supplément D, § 8).

*Note.— Le récepteur SBAS utilise la crête de corrélation principale du signal poursuivi conformément à la spécification énoncée au § 3.5.15.1.5.*

3.5.14.4.2.3 La mesure de contrôle consistera à positionner le paramètre DFRE à une valeur plus grande ou à la valeur « Ne pas utiliser pour le SBAS » pour le satellite.

3.5.14.4.2.4 Le SBAS contrôlera toutes les données actives qui peuvent servir à quelque utilisateur que ce soit se trouvant dans la zone de couverture.

3.5.14.4.2.5 Le SBAS générera une alarme au bout de 5,2 secondes si une combinaison quelconque de données actives et de signaux électromagnétiques GNSS donne lieu à une erreur de position horizontale ou verticale excédant la HPL ou la VPL, respectivement (conformément au § 3.5.14.3.1).

*Note.— Le contrôle porte sur tous les types de défaillances, y compris celles de satellites de la ou des constellations de base ou du SBAS. Ce contrôle suppose que l'élément d'aéronef satisfait aux spécifications du § 3.5.15.*

3.5.14.4.3 *Contrôle du paramètre IOD.* Le SBAS prendra les mesures appropriées pour garantir l'intégrité des données diffusées lorsque l'IODN actif, décrit au § 3.5.11.2, peut être relié à plus d'une éphéméride valide.

*Note 1.— Des « données actives » sont des données dont le délai d'expiration (tableau B-119) n'est pas échu. Cette spécification concerne les défaillances affectant la ou les constellations satellitaires de base et le SBAS.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 313  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note 2.— Des renseignements supplémentaires sur l'application de corrections SBAS par un récepteur SBAS figurent au § 3.5.15.1.4.8, qui peut être utilisé pour évaluer le temps durant lequel un défaut de concordance entre l'IODN et la constellation de base peut être pris en considération par le SBAS.*

3.5.14.5 *Insensibilité aux défaillances de la ou des constellations satellitaires de base.* Le SBAS continuera à assurer des services SBAS après le retrait d'un ou de plusieurs satellites, y compris d'une constellation de base complète.

*Note.— Il est prévu que les systèmes SBAS continueront de fonctionner en cas de défaillance ou d'anomalie d'un ou de plusieurs satellites ou de panne d'une constellation de base complète. Le niveau des services pris en charge diminue en fonction du nombre de satellites retirés. Le retrait d'un satellite défaillant ou en mauvais état de fonctionnement n'a pas d'incidence sur la capacité de contrôler et de corriger d'autres satellites.*

#### 3.5.15 ÉLÉMENTS SBAS DFMC D'AÉRONEF

*Note 1.— Les paramètres auxquels il est fait référence dans cette section sont définis au § 3.5.11.*

*Note 2.— Tous les récepteurs SBAS traitent les signaux des satellites géostationnaires SBAS ; le traitement des signaux provenant de satellites SBAS non géostationnaires est facultatif.*

##### 3.5.15.1 Récepteur GNSS compatible SBAS DFMC.

3.5.15.1.1 *Récepteur GNSS compatible SBAS DFMC.* Sauf indication contraire, les récepteurs GNSS compatibles SBAS DFMC traiteront les signaux du SBAS et satisferont aux spécifications applicables aux constellations de base qu'ils poursuivent comme il est précisé au § 3.1.1.3.1 (récepteurs GPS), et/ou § 3.1.2.3.1 (récepteurs GLONASS), et/ou § 3.1.3.3.1 (récepteurs Galileo), et/ou § 3.1.4.3.1 (récepteurs BDS). Les mesures de pseudodistance de chaque satellite seront lissées au moyen de mesures de la porteuse et du filtre indiqué au § 3.5.1.1, avec les éléments de pseudodistance observables suivants :

$PP_{1,kk}$  est la mesure brute de pseudodistance L1 C/A ou L1OCd ou E1-C ou B1C\_pilote ou SBAS L1, en mètres ;

$PP_{2,kk}$  est la mesure brute de pseudodistance L5-Q ou L3OCd ou E5a-Q ou B2a\_pilote ou SBAS L5 en mètres ;



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 314  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$\varphi\varphi_{1,kk}$  est la mesure brute de la phase de porteuse cumulée L1 C/A ou L1OCd ou E1-C ou B1C\_pilote ou SBAS L1, en mètres ;

$\varphi\varphi_{2,kk}$  est la mesure brute de la phase de porteuse cumulée L5-Q ou L3OCd ou E5a-Q ou B2a\_pilote ou SBAS L5, en mètres ;

$ff_{12}$

$\gamma\gamma_{12} = ff_{12}$  est le carré du rapport de la fréquence  $f_1$  (fréquence L1 C/A ou L1OCd ou E1-C ou B1C\_pilote ou SBAS L1) à la fréquence  $f_2$  (fréquence L5-Q ou L3OCd ou E5a-Q ou B2a\_pilote ou SBAS L5) ;

$\alpha\alpha$  est le coefficient de pondération, défini comme suit : après une période de 100 secondes suivant l'initialisation du filtre,  $\alpha\alpha$  sera égal au pas d'échantillonnage en secondes divisé par la constante de temps de 100 secondes. Durant les 100 premières secondes suivant l'initialisation du filtre,  $\alpha\alpha$  sera égal au pas d'échantillonnage en secondes divisé par le nombre de secondes depuis l'initialisation du filtre.

3.5.15.1.1.1 Le récepteur traitera les signaux renforcés comme suit :

- a) GPS : le récepteur utilisera une réplique (1) pour le signal L1 C/A et une réplique BPSK (10) pour le signal L5-Q. La position et l'horloge du satellite seront basés sur les éphémérides contenues dans le message LNAV transmis au moyen du signal L1. La correction du retard de groupe indiquée dans ce message sera appliquée ;
- b) GLONASS : le récepteur utilisera une réplique BPSK(1) pour le signal L1OCd et une réplique BPSK(10) pour le signal L3OCd. La position et l'horloge de satellite seront basés sur les éphémérides contenues dans les chaînes 10, 11 et 12 du signal L1OCd ou L3OCd ;
- c) Galileo : le récepteur utilisera une réplique BOC(1,1) pour le signal E1-C et une réplique BPSK(10) pour le signal E5a-Q. La position et l'horloge de satellite seront basés sur les éphémérides figurant dans le message F/NAV transmis au moyen du signal E5a ;
- d) BDS : le récepteur utilisera une réplique BOC(1,1) pour le signal B1C\_pilote et une réplique BPSK(10) pour le signal B2a\_pilote. La position et l'horloge de satellite seront basés sur les éphémérides figurant dans le message B-CNAV2 transmis au moyen du signal B2a.

*Note.— Le calcul spécifique équivalent, sans le retard ionosphérique, est décrit dans le document BDS-SIS-ICD-B2a (V1.0), § 7.8.3, et tient compte des retards de groupe diffusés dans le message B-CNAV2.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 315  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.15.1.1.2 La correction d'horloge du satellite ( $\Delta t_{SV,i}$ ), dans le cas du satellite  $i$ , définie au § 3.5.12.4, sera calculée en utilisant les informations suivantes :

- a) GPS : la correction d'horloge du satellite  $\Delta t_{SV,i}$  sera calculée ( $\Delta t_{SV}$ )<sub>L1</sub>, comme il est indiqué au § 3.1.1.2.1.2, en tenant compte de la correction du retard de groupe diffusée dans le message LNAV ;
- b) GLONASS : la correction d'horloge du satellite  $\Delta t_{SSSS,ii}$  sera calculée comme il est indiqué au § 3.1.2.2.2 ;
- c) Galileo : la correction d'horloge du satellite  $\Delta t_{SSSS,ii}$  sera calculée comme il est indiqué au § 3.1.3.2.2 ;
- d) BDS : la correction d'horloge du satellite  $\Delta t_{SSSS,ii}$  sera calculée comme il est indiqué au § 3.1.4.2.2.1 ;
- e) satellites de télémétrie SBAS : la correction d'horloge du satellite  $\Delta t_{SSSS,ii}$  sera calculée au moyen de l'équation

$\Delta t_{SSSS,ii} = a_{GGff0} + a_{GGff1} \Delta t$ , les valeurs  $a_{Gf0}$  et  $a_{Gf1}$  provenant du message de type 39 et  $\Delta t$  étant défini comme il est indiqué au § 3.5.12.3.1.

#### 3.5.15.1.1.3 Contraintes de conception de l'élément SBAS DFMC d'aéronef.

3.5.15.1.1.3.1 Pour le traitement des signaux L1, L5, E1, E5a, B1C et B2a, l'élément d'aéronef respectera les contraintes suivantes :

- a) largeur de bande de 3 dB entre 12 et 24 MHz centrée autour de 1 575,42 MHz et de 1 176,45 MHz ;
- b) retard de groupe différentiel non supérieur à 150 ns ;
- c) discrimination avance-retard ;
- d) espacement de corrélation L1/E1/B1C entre les chips L1 0,08 et 0,12 ;
- e) espacement de corrélation L5/E5a/B2a entre les chips L5 0,9 et 1,1 ;
- f) décroissance progressive de fréquence d'au moins 24 dB par octave jusqu'à atteindre un affaiblissement minimal permettant de satisfaire aux objectifs de performance en présence de signaux de brouillage aux seuils de brouillage indiqués au § 3.7 ;
- g) maintien de l'affaiblissement minimal nécessaire pour satisfaire aux objectifs de performance en présence de signaux de brouillage aux seuils de brouillage indiqués au § 3.7 ;
- h) filtrage des fréquences centrales autour de 1 575,42 MHz et de 1 176,45 MHz à  $\pm 10\%$  de la largeur de bande de 3 dB, comme indiqué à l'alinéa a).

*Note 1.— Cette spécification concerne l'intégralité de la mise en œuvre de la fonction SBAS DFMC embarquée et non seulement le récepteur SBAS DFMC.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 316  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note 2.— Le niveau de 0 dB correspond au pic normalise de la réponse en bande du filtre.*

3.5.15.1.1.3.2 Pour le traitement des signaux L1OC et L3OC, l'élément d'aéronef respectera les contraintes suivantes :

- a) largeur de bande de 3 dB entre 12 et 24 MHz centrée autour de 1 600,995 MHz et de 1 202,025 MHz ;
- b) retard de groupe différentiel non supérieur à 150 ns ;
- c) discrimination avance-retard ;
- d) espacement de corrélation L1OC entre les chips L1 0,08 et 0,12 ;
- e) espacement de corrélation L3OC entre les chips L5 0,9 et 1,1 ;
- f) décroissance progressive de fréquence d'au moins 24 dB par octave jusqu'à atteindre un affaiblissement minimal permettant de satisfaire aux objectifs de performance en présence de signaux de brouillage aux seuils de brouillage indiqués au § 3.7 ;
- g) maintien de l'affaiblissement minimal nécessaire pour satisfaire aux objectifs de performance en présence de signaux de brouillage aux seuils de brouillage indiqués au § 3.7 ;
- h) filtrage des fréquences centrales autour de 1 600,995 MHz et de 1 202,025 MHz à  $\pm 10$  % de la largeur de bande de 3 dB, comme indiqué à l'alinéa a).

*Note 1.— Cette spécification concerne l'intégralité de la mise en œuvre de la fonction SBAS DFMC embarquée et non seulement le récepteur SBAS DFMC.*

*Note 2.— Le niveau de 0 dB correspond au pic normalise de la réponse en bande du filtre.*

3.5.15.1.2 *Acquisition d'un satellite géostationnaire SBAS sur la fréquence L5.* Le récepteur sera capable d'acquérir et de suivre les satellites géostationnaires pour lesquels un récepteur stationnaire à l'emplacement du récepteur de l'utilisateur subirait un décalage Doppler allant jusqu'à  $\pm 337$  Hz.

3.5.15.1.3 *Acquisition d'un satellite non géostationnaire SBAS sur la fréquence L5.* Le récepteur compatible avec les satellites non géostationnaires SBAS sera capable d'acquérir et de suivre les satellites non géostationnaires pour lesquels un récepteur stationnaire à l'emplacement du récepteur de l'utilisateur subirait un décalage Doppler allant jusqu'à  $\pm 7$  kHz.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 317  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— Des renseignements sur la plage Doppler des satellites non géostationnaires figurent dans le supplément D, § 6.7.5.*

#### 3.5.15.1.4 Conditions d'utilisation des données transmises sur la fréquence L5

3.5.15.1.4.1 Le récepteur n'utilisera les données contenues dans un message SBAS que si le code CRC de ce dernier a été vérifié.

3.5.15.1.4.2 Le récepteur utilisera les données transmises dans les messages DFMC seulement à l'intérieur du délai d'expiration, défini au tableau B-119, qui commence à l'instant de réception du dernier bit du message.

3.5.15.1.4.3 Sur réception d'un message de type 0, le récepteur cessera d'utiliser les données reçues qui sont associées à des délais d'expiration, définis au tableau B-119, sauf pour ce qui est de l'identificateur du fournisseur de services SBAS, qui ne peut être utilisé que pour le processus d'acquisition du SBAS.

3.5.15.1.4.4 Le récepteur n'appliquera que les données d'intégrité pour lesquelles l'IODM des messages de type 34, 35 ou 36 correspond à un IODM actif de message de type 31.

3.5.15.1.4.5 Les nouveaux DFREI reçus remplaceront les anciens DFREI

3.5.15.1.4.6 Spécifications relatives aux DFRECI.

3.5.15.1.4.6.1 Le récepteur traitera la réception d'un DFRECI = 0 ou d'un DFRECI = 2 comme s'il avait reçu une nouvelle copie du DFREI actif le plus récent reçu précédemment dans des messages de type 32, 34, 35, 36 ou 40.

3.5.15.1.4.6.2 Sur réception d'un DFRECI = 2, l'équipement utilisera le DFREI actif le plus récent reçu dans des messages de type 32, 34, 35, 36 ou 40 ainsi que l'écart type  $\sigma_{DFRE}$  correspondant au DFREI actif augmenté de un.

*Note.— L'effet de la réception d'un DFRECI = 2 (« valeur augmentée de 1 ») n'est pas cumulatif.*

3.5.15.1.4.6.3 Sur réception d'un DFRECI = 3, le récepteur positionnera le DFREI à « 15 » (« Ne pas utiliser pour le SBAS ») et exclura le satellite de la solution de position SBAS.

3.5.15.1.4.6.4 Sur réception d'un DFRECI = 1, le récepteur actualisera la valeur du DFREI en décodant le créneau DFREI correspondant dans l'ordre des DFRECI positionnés à « 1 » dans le champ DFRECI du message de type 34.

3.5.15.1.4.7 Le récepteur utilisera le tableau DFREI au moyen du message de type 37 décodé le plus récent pour le calcul de  $\sigma_{DFRE}$  basé sur le DFREI reçu.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 318  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.5.15.1.4.8 Sur réception du message de type 32 valide initial applicable à un satellite non SBAS donné, le récepteur invalidera, pour ce satellite, tous les ensembles de données d'horloge/éphémérides retenus contenant au moins un paramètre reçu la dernière fois plus de 5 minutes avant la réception du message de type 32 valide initial.

*Note.— Le « message de type 32 valide initial » est le premier message de type 32 reçu lorsqu'il n'y a pas de message de type 32 actif provenant du signal SBAS L5 en cours d'utilisation.*

3.5.15.1.4.9 Le récepteur appliquera les paramètres d'éphémérides et d'horloge, les paramètres de la matrice de covariance, les paramètres OBAD et les paramètres d'intégrité comme il est décrit aux § 3.5.12.4 et 3.5.12.5.

3.5.15.1.4.10 Le récepteur n'utilisera que le contenu des messages des types 39 et 40 reçus qui ont le même paramètre IODG et qui ne sont pas arrivés à expiration.

3.5.15.1.4.11 Le récepteur tiendra dûment compte du changement du nombre des remises à zéro du numéro de jour ou de semaine lorsqu'il est observé après le dernier message de type 47 reçu.

3.5.15.1.4.12 Dans le calcul de la position SBAS DFMC, le récepteur n'utilisera que des distances de satellite renforcé SBAS provenant de satellites situés à un angle de site est égal ou supérieur à 5 degrés

3.5.15.1.4.13 Le récepteur n'utilisera que les données de correction, d'intégrité et autres qu'il obtient par le signal L5 d'un seul satellite SBAS, désigné par son code PRN, pour tous les satellites utilisés dans la solution de position.

*Note.— Lorsqu'il fait appel à des satellites SBAS supplémentaires pour les mesures de distance, le récepteur utilise les paramètres d'horloge et d'éphémérides figurant dans le message de type 39/40 du ou des satellites SBAS de télémétrie et les paramètres de covariance et d'intégrité (p. ex. DFREI et delta  $R_{CORR}$ ) figurant dans le message de type 32 du satellite SBAS servant aux corrections.*

3.5.15.1.4.14 Avant l'utilisation, le récepteur vérifiera que le code PRN SBAS poursuivi correspond au code PRN issu du champ du numéro delta de position de satellite contenu dans les données d'almanach lorsqu'il reçoit le message de type 47 avec un indicateur de diffusion positionné à « 1 », ou issu du champ du numéro delta de position de satellite figurant dans un message de type 39 actif.

3.5.15.1.4.15 En cas de perte de quatre messages SBAS consécutifs, le récepteur invalidera toutes les données DFREI et DFRECI précédemment reçues de ce PRN SBAS.

3.5.15.1.4.16 Le récepteur vérifiera que le paramètre  $t_D$  figurant dans le message de type 32 ainsi que les paramètres  $t_e$  et  $a_{Gr0}$  contenus dans le message de type 39/40 se situent à l'intérieur de la plage effective indiquée dans les tableaux des messages traités au § 3.5.13. Si ce n'est pas le cas, le message sera rejeté.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 319  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— Les bits ou les champs de message indiqués comme étant « Réservés » ou « De réserve » peuvent prendre n'importe quelle valeur pendant la durée de vie opérationnelle du service SBAS.*

3.5.15.1.5 Le récepteur SBAS utilisera la crête de corrélation principale de chacun des signaux poursuivis renforcés par le SBAS et utilisés dans la solution de position SBAS.

#### 3.5.15.2 Position de satellite SBAS

3.5.15.2.1 *Calcul de la position au moyen des éphémérides.* Lorsqu'il utilise les mesures de distance SBAS, le récepteur décodera les messages de type 39/40 et déterminera la position ( $X_G$ ,  $Y_G$ ,  $Z_G$ ) du satellite SBAS en faisant appel au protocole décrit au § 3.5.12.3.

3.5.15.2.2 *Calcul de la position au moyen de l'almanach.* Lorsqu'il calcule la position d'un satellite SBAS en utilisant un message de type 47, le récepteur déterminera la position ( $X_G$ ,  $Y_G$ ,  $Z_G$ ) du satellite en faisant appel au protocole décrit au § 3.5.12.2.

#### 3.5.15.3 Fonctions de correction différentielle sans le retard ionosphérique

3.5.15.3.1 Fonction d'indication de l'état de fonctionnement des satellites GNSS. Le récepteur exclura du calcul de la position SBAS tout satellite auquel est associé le message « Ne pas utiliser pour le SBAS ».

*Note 1.— Même si un satellite est désigné comme marginal ou hors d'état de fonctionner par l'indicateur d'état de la ou des constellations satellitaires de base, le SBAS peut transmettre les corrections d'éphémérides et d'horloge qui permettront à l'utilisateur de continuer à se servir du satellite en question tant que les spécifications de performance énoncées au § 3.5.14.3.1 sont satisfaites.*

*Note 2.— Quand un satellite désigné par le SBAS comme étant à « Ne pas utiliser pour le SBAS » sert au calcul de la position, le SBAS ne fournit pas les données d'intégrité correspondantes.*

3.5.15.3.2 *Précision des mesures de distance de la ou des constellations satellitaires de base pour l'approche de précision.* La moyenne quadratique (1 sigma) de la contribution totale de l'élément d'aéronef en régime permanent à l'erreur dans une pseudodistance sans le retard ionosphérique corrigée sera inférieure ou égale à la valeur indiquée au tableau B-122 pour les niveaux de puissance minimal et maximal.

**Tableau B-122. Précision des mesures de distance sans le retard ionosphérique des récepteurs de la ou des constellations satellitaires de base pour l'approche de précision**





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 320  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                             | <i>GPS</i><br>(voir chapitre 3,<br>§ 3.7.3.1.1.8.6) | <i>GLONASS</i><br>(voir chapitre 3,<br>§ 3.7.3.1.2.9.4<br>et<br>§ 3.7.3.1.2.10.4) | <i>Galileo</i><br>(voir chapitre 3,<br>§ 3.7.3.1.3.11.1 et<br>§ 3.7.3.1.3.11.2) | <i>BDS</i><br>(voir chapitre 3,<br>§ 3.7.3.1.4.9.4.1 et<br>§ 3.7.3.1.4.10.4.1) |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Niveau de puissance minimal | 0,4 m                                               | 0,65 m                                                                            | 0,4 m                                                                           | 0,4 m                                                                          |
| Niveau de puissance maximal | 0,3 m                                               | 0,3 m                                                                             | 0,3 m                                                                           | 0,3 m                                                                          |

3.5.15.3.3 Le récepteur utilisera le protocole décrit au § 3.5.12.4 pour la solution de position SBAS et pour la différence de temps entre les constellations si le SBAS renforce plus d'une constellation.

3.5.15.3.4 Le récepteur calculera les niveaux de protection horizontale et verticale SBAS comme il est indiqué au § 3.5.12.5.

3.5.15.3.4.1 La variance de l'erreur du récepteur embarqué  $\sigma_{air,DF}^2$  pour le satellite  $i$  sera calculée comme suit :

$$\sigma_{ssirr}^2, NNLL [ii] = \sigma_{brrui}^2 [ii] + \sigma_{MMPP}^2 \&AAGNNSS, NNLL [ii]$$

où

$$\sigma_{brrui}^2 [ii] \text{ (voir le § 3.5.15.3.2) ;}$$

$\sigma_{MMPP}^2 \&AAGNNSS, NNLL$  est le modèle d'erreur de variation liée au retard causé par les trajets multiples et au retard de groupe d'antenne pour les mesures double fréquence sans le retard ionosphérique lissées sur 100 secondes, décrit par une distribution normale à moyenne nulle et un écart type de :

$$\text{GPS, Galileo, GLONASS et BDS : } \sigma_{MMPP\&AAGNNSS, NNLL} [ii] = 0.34 + 0.4 \text{ } eexpp - EEl_{ddeess} [ii] / 14^\circ \text{ en mètres) ;}$$



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 321  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

où  $EEll_{ddeess} [ii]$  est l'angle de site du satellite  $i$   
(en degrés).

*Note.*— Les modèles sont valides lorsque le récepteur est en régime permanent.

3.5.15.3.4.2 Pour les mesures double fréquence sans le retard ionosphérique, l'incertitude ionosphérique résiduelle sera définie comme suit :

$$\sigma\sigma_{ii,iiiiissii} = 261,0 \frac{40,0}{\sigma\sigma_{ii,iiiiissii}} + (EEll_{ddeess} [ii])_2 + 0,018 \text{ (en mètres)}$$

où  $EEll_{ddeess} [ii]$  est l'angle de site du satellite  $i$  (en degrés).

3.5.15.3.5 Les paramètres du bloc de données FAS du SBAS qui s'appliquent aux récepteurs SBAS DFMC sont décrits au § 3.5.8.4.2.6, sauf ceux qui concernent le type d'opération et l'indicateur de performance d'approche, qui sont décrits cidessous :

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

Codage : 0 = procédure d'approche en ligne droite avec SPID de 0 à 13 ;

1 à 7 = de réserve

8 = procédure d'approche en ligne droite avec SPID de 16 à 31 ;

9 à 15 = de réserve

*Indicateur de performance d'approche (APD)* : indiquera le service SBAS qui répond aux exigences conformément au tableau 3.7.2.4-1 pour l'approche définie par le bloc de données FAS, y compris l'exécution d'une analyse de sécurité spécifique au système pour la catégorie 1 si le seuil d'alarme vertical (VAL) indiqué dans le bloc de données FAS est supérieur à 10 m.

Codage : 0 = service SBAS DFMC ou SBAS L1



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 322  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

- 1 = service SBAS DFMC renforçant une ou plusieurs constellations (SBAS L1 non pris en charge)
- 2 = service SBAS DFMC renforçant au moins deux constellations (SBAS L1 non pris en charge)
- 3 à 4 = De réserve
- 5 = service SBAS DFMC renforçant une ou plusieurs constellations (SBAS L1 avec continuité/ disponibilité réduite)
- 6 = service SBAS DFMC renforçant au moins deux constellations (SBAS L1 avec continuité/ disponibilité réduite)
- 7 = De réserve

*Note 1.— Les diverses valeurs de codage de l'APD sont destinées à signaler d'éventuelles différences de performance entre les services SBAS à l'emplacement d'approche, sur la base du nombre de fréquences GNSS et du nombre de constellations renforcées utilisées. Seuls les récepteurs embarqués SBAS DFMC utilisent l'APD pour sélectionner le mode de récepteur approprié pour l'opération. De plus amples renseignements figurent dans le supplément D, § 6.6.5.*

*Note 2.— La mention « SBAS L1 non pris en charge » signifie que, pour une approche de catégorie I, le service SBAS L1 dans la région où s'effectue l'approche n'est pas conforme à l'évaluation de sécurité spécifique au système pour ce qui est du VAL publié (voir aussi les orientations figurant dans le supplément D, § 3.3.9 et 6.6.5).*

*Note 3.— La mention « SBAS L1 avec continuité/disponibilité réduite » signifie que le service SBAS L1 dans la région où s'effectue l'approche ne remplit pas les critères de disponibilité ou de continuité applicables à l'approche. L'intégration d'éléments d'aéronef supplémentaires peut permettre de satisfaire à ces critères. La détermination de la disponibilité et de la continuité de la NSE dans le domaine de la position basée sur le SBAS au moyen d'éléments d'aéronef supplémentaires intégrés, et l'évaluation de la question de savoir si la disponibilité et la continuité ainsi déterminées conviennent pour l'approche considérée relèvent de l'élément d'aéronef. Pour une approche de catégorie 1, le service SBAS L1 n'est pas conforme à l'évaluation de sécurité spécifique au système en ce qui concerne le VAL publié, d'après les orientations figurant dans le supplément D, § 3.3.9 et 6.6.5.*

3.5.15.3.5.1 Pour les opérations définies par un bloc de données FAS, le récepteur déterminera comme suit l'identificateur de fournisseur de services SBAS (SPID) opérationnel applicable : si le type d'opération est 0, le



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 323  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

SPID opérationnel aura la valeur du SPID indiqué dans le bloc de données FAS ; si le type d'opération est 8, le SPID opérationnel sera la somme de 16 et de la valeur du SPID indiqué dans le bloc de données FAS.

3.5.15.3.5.2 Pour les opérations définies par un bloc de données FAS, si le SPID opérationnel n'est pas 15, le récepteur sélectionnera les signaux SBAS avec un SPID actif décodé d'un message de type 47 reçu qui correspond au SPID opérationnel déterminé à partir du bloc de données FAS (voir § 3.5.15.3.5.1).

3.5.15.3.5.3 Pour les opérations définies par un bloc de données FAS, le récepteur utilisera l'APD afin de déterminer le ou les services SBAS acceptables (c.-à-d. SBAS DFMC, SBAS L1 ou les deux) et le nombre de constellations nécessaires au soutien de l'opération considérée (voir supplément D, § 6.6.5).

3.5.15.3.5.4 Pour les opérations définies par un bloc de données FAS, si le SPID opérationnel de 15 et l'APD, 2 ou 6, le récepteur sélectionnera les satellites SBAS qu'il peut utiliser qui renforcent deux constellations ou plus.

*Note.— Si le SPID opérationnel est 15 et l'APD n'est pas 2 ou 6, le récepteur peut sélectionner n'importe quel SBAS opérationnel (qui ne diffuse pas MT0).*

#### 3.5.15.4 Fonction de mesure de distance

3.5.15.4.1 *Précision des mesures de distance des satellites SBAS DFMC.* La moyenne quadratique (1 sigma) de la contribution totale de l'élément d'aéronef en régime permanent à l'erreur de pseudodistance sans le retard ionosphérique corrigée pour un satellite de télémétrie SBAS double fréquence dans les conditions de brouillage les plus défavorables, définies au § 3.7, compte non tenu des erreurs résiduelles dues aux trajets multiples et aux effets troposphériques et ionosphériques, sera inférieure ou égale à 0,8 m au niveau minimal de signal reçu ou égale à 0,6 m au niveau maximal de signal reçu (chapitre 3, § 3.7.3.4.6.3).

#### 3.5.15.5 Fonction de synchronisation

3.5.15.5.1 Si un temps UTC est obtenu d'un récepteur SBAS au moyen d'un message de type 42, le récepteur commandera l'expiration des données de décalage du temps SNT par rapport au temps UTC précédemment reçues s'il décode un état de décalage UTC positionné à « 1 ».

3.5.15.5.2 Si un temps UTC est obtenu d'un récepteur SBAS au moyen d'un message de type 42, le récepteur n'appliquera pas le contenu du message de type 42 reçu si l'identificateur de temps de référence UTC est positionné à « 7 ».

*Note.— Le récepteur peut encore utiliser des données reçues précédemment qui ne sont pas arrivées à expiration, si l'état de décalage UTC est positionné à « 0 » dans le message de type 42 reçu.*

#### 3.5.16 Interface entre fournisseurs de services SBAS



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 324  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Note.— Le supplément D, § 6.3, fournit des éléments indicatifs sur l'interfaçage des différents fournisseurs de services SBAS.*

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

(Réservée)

**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 :*

|                                                  | <i>Erreur de poursuite<br/>(1 sigma)</i> |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <i>GPS L1 (équipement à une seule fréquence)</i> | <i>0,36 m</i>                            |
| <i>GPS L1 (équipement à bi fréquence)</i>        | <i>0,15 m</i>                            |
| <i>GPS L5</i>                                    | <i>0,15 m</i>                            |
| <i>GPS L1-L5**</i>                               | <i>0,40 m</i>                            |
| <i>GLONASS L1OF</i>                              | <i>0,80 m</i>                            |
| <i>GLONASS L1OC</i>                              | <i>0,30 m</i>                            |
| <i>GLONASS L3OC</i>                              | <i>0,10 m</i>                            |
| <i>GLONASS L1OC-L3OC**</i>                       | <i>0,65 m</i>                            |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 325  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                         |               |
|-------------------------|---------------|
| <i>Galileo E1-E5a**</i> | <i>0,40 m</i> |
| <i>Galileo E1</i>       | <i>0,15 m</i> |
| <i>Galileo E5a</i>      | <i>0,15 m</i> |
| <i>BDS B1I</i>          | <i>0,60 m</i> |
| <i>BDS B1C</i>          | <i>0,20 m</i> |
| <i>BDS B2a</i>          | <i>0,15 m</i> |
| <i>BDS B1C-B2a**</i>    | <i>0,40 m</i> |

*\* 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 l'entrée de l'antenne. Le gain maximal présumé de l'antenne de bord dans l'hémisphère inférieur est de  $-10$  dBic.*



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## **APPENDICES**

### **RANT 10 - PART 1**

### **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**

### **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**

### **AÉRIENNE**

APP : 326  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*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 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs GPS L1 et SBAS L1 satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au tableau B-156 et illustrés à la figure B-31, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-164$  dBW à la borne de l'antenne pour les signaux GPS L1 et SBAS L1.

3.7.2.1.2 Durant l'acquisition initiale des signaux GPS L1 et SBAS L1 (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs GPS L1 et SBAS L1 satisferont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du tableau B-156.

##### **3.7.2.2 RÉCEPTEURS GLONASS**

3.7.2.2.1 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 (à l'exception de ceux qui sont spécifiés au § 3.7.2.2.1.1) satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au tableau B-157 et illustrés à la figure B-32, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-166,5$  dBW à la borne de l'antenne.

3.7.2.2.1.1 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 utilisés dans toutes les phases de vol (à l'exception de ceux qui sont utilisés dans les approches de précision) et mis en service avant le 1<sup>er</sup> janvier 2017 satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne est de 3 dB inférieur aux



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 327  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

seuils spécifiés au tableau B-157 et illustrés à la figure B-32, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de – 166,5 dBW à la borne de l'antenne.

3.7.2.2.1.2 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans les bandes L1 et L3 satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis aux tableaux B-158 et B-159 et illustrés aux figures B-33 et B-34, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de –161,5 dBW à la borne de l'antenne.

3.7.2.2.2 Durant l'acquisition initiale des signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs GLONASS satisferont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du tableau B-157.

3.7.2.2.2.1 Durant l'acquisition initiale des signaux GLONASS à modulation AMRC dans les bandes L1 et L3 (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs GLONASS satisferont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux des tableaux B-158 et B-159.

**Tableau B-156. Récepteurs GPS L1 et SBAS L1 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage par ondes entretenues**

| <i>Gamme de fréquences <math>f_i</math></i>         | <i>Seuil de brouillage des récepteurs du signal brouilleur en mode de navigation stabilisée</i> |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f_i \leq 1\,315\text{ MHz}$                        | –4,5 dBW                                                                                        |
| $1\,315\text{ MHz} < f_i \leq 1\,500\text{ MHz}$    | Décroissant linéairement de –4,5 dBW à –38 dBW                                                  |
| $1\,500\text{ MHz} < f_i \leq 1\,525\text{ MHz}$    | Décroissant linéairement de –38 dBW à –42 dBW                                                   |
| $1\,525\text{ MHz} < f_i \leq 1\,565,42\text{ MHz}$ | Décroissant linéairement de –42 dBW à –150,5 dBW                                                |





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 328  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                        |                                                |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| $1\,565,42\text{ MHz} < f_i \leq 1\,585,42\text{ MHz}$ | -150,5 dBW                                     |
| $1\,585,42\text{ MHz} < f_i \leq 1\,610\text{ MHz}$    | Croissant linéairement de -150,5 dBW à -60 dBW |
| $1\,610\text{ MHz} < f_i \leq 1\,618\text{ MHz}$       | Croissant linéairement de -60 dBW à -42 dBW*   |
| $1\,618\text{ MHz} < f_i \leq 2\,000\text{ MHz}$       | Croissant linéairement de -42 dBW à -8,5 dBW*  |
| $1\,618\text{ MHz} < f_i \leq 1\,626,5\text{ MHz}$     | Croissant linéairement de -60 dBW à -22 dBW**  |
| $1\,626,5\text{ MHz} < f_i \leq 2\,000\text{ MHz}$     | Croissant linéairement de -22 dBW à -8,5 dBW** |
| $f_i > 2\,000\text{ MHz}$                              | -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.

**Tableau B-157. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage par ondes entretenues**

*Gamme de fréquences  $f_i$     Seuil de brouillage des récepteurs du signal  
brouilleur en mode de navigation stabilisée*

|                                                        |                                                |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| $f_i \leq 1\,315\text{ MHz}$                           | -4,5 dBW                                       |
| $1\,315\text{ MHz} < f_i \leq 1\,562,15625\text{ MHz}$ | Décroissant linéairement de -4,5 dBW à -42 dBW |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 329  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                              |                                                                     |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| $1\,562,15625\text{ MHz} < f_i \leq 1\,583,65625\text{ MHz}$ | Décroissant linéairement de $-42\text{ dBW}$ à $-80\text{ dBW}$     |
| $1\,583,65625\text{ MHz} < f_i \leq 1\,592,9525\text{ MHz}$  | Décroissant linéairement de $-80\text{ dBW}$ à $-149\text{ dBW}$    |
| $1\,592,9525\text{ MHz} < f_i \leq 1\,609,36\text{ MHz}$     | $-149\text{ dBW}$                                                   |
| $1\,609,36\text{ MHz} < f_i \leq 1\,613,65625\text{ MHz}$    | Croissant linéairement de $-149\text{ dBW}$ à $-80\text{ dBW}$      |
| $1\,613,65625\text{ MHz} < f_i \leq 1\,635,15625\text{ MHz}$ | Croissant linéairement de $-80\text{ dBW}$ à $-42\text{ dBW}^*$     |
| $1\,613,65625\text{ MHz} < f_i \leq 1\,626,15625\text{ MHz}$ | Croissant linéairement de $-80\text{ dBW}$ à $-22\text{ dBW}^{**}$  |
| $1\,635,15625\text{ MHz} < f_i \leq 2\,000\text{ MHz}$       | Croissant linéairement de $-42\text{ dBW}$ à $-8,5\text{ dBW}^*$    |
| $1\,626,15625\text{ MHz} < f_i \leq 2\,000\text{ MHz}$       | Croissant linéairement de $-22\text{ dBW}$ à $-8,5\text{ dBW}^{**}$ |
| $f_i > 2\,000\text{ MHz}$                                    | $-8,5\text{ dBW}$                                                   |

\* 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.

---

**Tableau B-158. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage par ondes entretenues**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 330  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Gamme de fréquences  $f_i$   
du signal brouilleur*

*Seuils de brouillage des  
récepteurs en mode de  
navigation stabilisée*

|                                                              |                                                |
|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| $f_i \leq 1\,315\text{ MHz}$                                 | –4,5 dBW                                       |
| $1\,315\text{ MHz} < f_i \leq 1\,562,15625\text{ MHz}$       | Décroissant linéairement de –4,5 dBW à –42 dBW |
| $1\,562,15625\text{ MHz} < f_i \leq 1\,583,65625\text{ MHz}$ | Décroissant linéairement de –42 dBW à –80 dBW  |
| $1\,583,65625\text{ MHz} < f_i \leq 1\,592,9525\text{ MHz}$  | Décroissant linéairement de –80 dBW à –149 dBW |
| $1\,592,9525\text{ MHz} < f_i \leq 1\,609,36\text{ MHz}$     | –149 dBW                                       |
| $1\,609,36\text{ MHz} < f_i \leq 1\,613,65625\text{ MHz}$    | Croissant linéairement de –149 dBW à –80 dBW   |
| $1\,613,65625\text{ MHz} < f_i \leq 1\,635,15625\text{ MHz}$ | Croissant linéairement de –80 dBW à –42 dBW*   |
| $1\,613,65625\text{ MHz} < f_i \leq 1\,626,15625\text{ MHz}$ | Croissant linéairement de –80 dBW à –22 dBW**  |
| $1\,635,15625\text{ MHz} < f_i \leq 2\,000\text{ MHz}$       | Croissant linéairement de –42 dBW à –8,5 dBW*  |
| $1\,626,15625\text{ MHz} < f_i \leq 2\,000\text{ MHz}$       | Croissant linéairement de –22 dBW à –8,5 dBW** |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 331  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$f_i > 2\,000\text{ MHz}$

–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.

**Tableau B-159. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L3 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage par ondes entretenues**

| <i>Gamme de fréquences <math>f_i</math><br/>du signal brouilleur</i> | <i>Seuils de brouillage des<br/>récepteurs en mode de<br/>navigation stabilisée</i> |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| $f_i \leq 908\text{ MHz}$                                            | –4,5 dBW                                                                            |
| $908\text{ MHz} < f_i \leq 1\,155,775\text{ MHz}$                    | Décroissant linéairement de –4,5 dBW à –42 dBW                                      |
| $1\,155,775\text{ MHz} < f_i \leq 1\,178,775\text{ MHz}$             | Décroissant linéairement de –42 dBW à –73 dBW                                       |
| $1\,178,775\text{ MHz} < f_i \leq 1\,191,775\text{ MHz}$             | Décroissant linéairement de –73 dBW à –143 dBW                                      |
| $1\,191,775\text{ MHz} < f_i \leq 1\,212,275\text{ MHz}$             | –143 dBW                                                                            |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 332  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                          |                                                                |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| $1\,212,275\text{ MHz} < f_i \leq 1\,224,875\text{ MHz}$ | Croissant linéairement de $-143\text{ dBW}$ à $-73\text{ dBW}$ |
| $1\,224,875\text{ MHz} < f_i \leq 1\,244,375\text{ MHz}$ | Croissant linéairement de $-73\text{ dBW}$ à $-42\text{ dBW}$  |
| $1\,244,375\text{ MHz} < f_i \leq 1\,492,125\text{ MHz}$ | Croissant linéairement de $-42\text{ dBW}$ à $-4,5\text{ dBW}$ |
| $f_i > 1\,492,125\text{ MHz}$                            | $-4,5\text{ dBW}$                                              |

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

3.7.2.3.1 Durant l'acquisition initiale des signaux L5/E5a (préalable au mode de navigation stabilisée) et une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs SBAS DFMC qui traitent des signaux centrés sur les fréquences L1/E1 et L5/E5a satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au tableau B-160 et illustrés à la figure B-35, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-162,5\text{ dBW}$  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 borne de l'antenne.

3.7.2.3.2 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs SBAS DFMC qui traitent des signaux centrés sur les fréquences L1/E1 et L5/E5a satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au tableau B-160 et illustrés à la figure B-35, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-163\text{ dBW}$  pour les signaux GPS L1 et SBAS L1, et de  $-162,25\text{ dBW}$  pour le signal Galileo E1 à la borne de l'antenne. Durant l'acquisition initiale des signaux L1/E1, les récepteurs SBAS DFMC satisferont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du tableau B-160.

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

**Tableau B-160. Récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5a et SBAS DFMC : seuils de brouillage par ondes entretenues**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 333  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Gamme de fréquences  $f_i$   
du signal brouilleur*

*Seuils de brouillage des récepteurs*

|                                                        |                                                  |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| $f_i \leq 1\,000\text{ MHz}$                           | -21 dBW                                          |
| $1\,000\text{ MHz} < f_i \leq 1\,100,45\text{ MHz}$    | Décroissant linéairement de -21 dBW à -44 dBW    |
| $1\,100,45\text{ MHz} < f_i \leq 1\,148,45\text{ MHz}$ | Décroissant linéairement de -44 dBW à -54 dBW    |
| $1\,148,45\text{ MHz} < f_i \leq 1\,166,45\text{ MHz}$ | Décroissant linéairement de -54 dBW à -145 dBW   |
| $1\,166,45\text{ MHz} < f_i \leq 1\,186,45\text{ MHz}$ | -145 dBW                                         |
| $1\,186,45\text{ MHz} < f_i \leq 1\,205,45\text{ MHz}$ | Croissant linéairement de -145 dBW à -54 dBW     |
| $1\,205,45\text{ MHz} < f_i \leq 1\,252,45\text{ MHz}$ | Croissant linéairement de -54 dBW à -43 dBW      |
| $1\,252,45\text{ MHz} < f_i \leq 1\,315\text{ MHz}$    | Croissant linéairement de -43 dBW à -39 dBW      |
| $1\,315\text{ MHz} < f_i \leq 1\,525\text{ MHz}$       | Croissant linéairement de -39 dBW à -31,5 dBW    |
| $1\,525\text{ MHz} < f_i \leq 1\,531\text{ MHz}$       | Décroissant linéairement de -31,5 dBW à -34 dBW  |
| $1\,531\text{ MHz} < f_i \leq 1\,536\text{ MHz}$       | Décroissant linéairement de -34 dBW à -65 dBW    |
| $1\,536\text{ MHz} < f_i \leq 1\,565,42\text{ MHz}$    | Décroissant linéairement de -65 dBW à -150,5 dBW |
| $1\,565,42\text{ MHz} < f_i \leq 1\,585,42\text{ MHz}$ | -150,5 dBW                                       |
| $1\,585,42\text{ MHz} < f_i \leq 1\,610\text{ MHz}$    | Croissant linéairement de -150,5 dBW à -60 dBW   |
| $1\,610\text{ MHz} < f_i \leq 1\,618\text{ MHz}$       | Croissant linéairement de -60 dBW à -42 dBW*     |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 334  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

1 618 MHz <  $f_i$  ≤ 2 000 MHz

Croissant linéairement de –42 dBW à –12 dBW\*

1 618 MHz <  $f_i$  ≤ 1 626,5 MHz

Croissant linéairement de –42 dBW à –22 dBW\*

1 626,5 MHz <  $f_i$  ≤ 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.

#### 3.7.2.4 BDS

3.7.2.4.1 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs BDS B1I satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au tableau B-161 et illustrés à la figure B-36A, dans l'hypothèse d'un niveau de signal BDS désiré de –164,5 dBW à la borne de l'antenne. Durant l'acquisition initiale (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs BDS B1I satisferont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du tableau B-161.

3.7.2.4.2 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs BDS B1C/B2a satisferont aux critères de performance en présence d'un niveau de puissance à la borne de l'antenne égal à l'un des seuils de brouillage définis au tableau B-162 et illustrés à la figure B-36B, dans l'hypothèse d'un niveau de signal BDS désiré de –163,5 dBW à la borne de l'antenne pour le signal B1C et de –160,5 dBW pour le signal B2a. Durant l'acquisition initiale des signaux (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs BDS B1C/B2a satisferont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du tableau B-162.

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 335  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

| <i>Gamme de<br/>fréquences <math>f_i</math> du<br/>signal brouilleur</i> | <i>Seuils de brouillage des récepteurs<br/>en mode de navigation stabilisée</i> |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| $f_i \leq 1\,465\text{ MHz}$                                             | -18 dBW                                                                         |
| $1\,465\text{ MHz} < f_i \leq 1\,528\text{ MHz}$                         | Décroissant linéairement de -18 dBW à -30 dBW                                   |
| $1\,528\text{ MHz} < f_i \leq 1\,559,052\text{ MHz}$                     | Décroissant linéairement de -30 dBW à -150,5 dBW                                |
| $1\,559,052\text{ MHz} < f_i \leq 1\,563,144\text{ MHz}$                 | -150,5 dBW                                                                      |
| $1\,563,144\text{ MHz} < f_i \leq 1\,610\text{ MHz}$                     | Croissant linéairement de -150,5 dBW à -60 dBW                                  |
| $1\,610\text{ MHz} < f_i \leq 1\,618\text{ MHz}$                         | Croissant linéairement de -60 dBW à -42 dBW*                                    |
| $1\,618\text{ MHz} < f_i \leq 2\,000\text{ MHz}$                         | Croissant linéairement de -42 dBW à -8,5 dBW*                                   |
| $1\,610\text{ MHz} < f_i \leq 1\,626,5\text{ MHz}$                       | Croissant linéairement de -60 dBW à -22 dBW**                                   |
| $1\,626,5\text{ MHz} < f_i \leq 2\,000\text{ MHz}$                       | Croissant linéairement de -22 dBW à -8,5 dBW**                                  |
| $f_i > 2\,000\text{ MHz}$                                                | -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 du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 336  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-162. Récepteurs BDS B1C/B2a en mode de navigation stabilisée**  
**: seuils de brouillage par ondes entretenues**

| <i>Gamme de fréquences <math>f_i</math></i>            | <i>Seuils de brouillage des récepteurs du signal brouilleur</i> |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| $f_i \leq 1\,000\text{ MHz}$                           | –24 dBW                                                         |
| $1\,000\text{ MHz} < f_i \leq 1\,100,45\text{ MHz}$    | Décroissant linéairement de –24 dBW à –44 dBW                   |
| $1\,100,45\text{ MHz} < f_i \leq 1\,148,45\text{ MHz}$ | Décroissant linéairement de –44 dBW à –54 dBW                   |
| $1\,148,45\text{ MHz} < f_i \leq 1\,166,45\text{ MHz}$ | Décroissant linéairement de –54 dBW à –145 dBW                  |
| $1\,166,45\text{ MHz} < f_i \leq 1\,186,45\text{ MHz}$ | –145 dBW                                                        |
| $1\,186,45\text{ MHz} < f_i \leq 1\,205,45\text{ MHz}$ | Croissant linéairement de –145 dBW à –54 dBW                    |
| $1\,205,45\text{ MHz} < f_i \leq 1\,252,45\text{ MHz}$ | Croissant linéairement de –54 dBW à –43 dBW                     |
| $1\,252,45\text{ MHz} < f_i \leq 1\,315\text{ MHz}$    | Croissant linéairement de –43 dBW à –39 dBW                     |
| $1\,315\text{ MHz} < f_i \leq 1\,525\text{ MHz}$       | Croissant linéairement de –39 dBW à –31,5 dBW                   |
| $1\,525\text{ MHz} < f_i \leq 1\,531\text{ MHz}$       | Décroissant linéairement de –31,5 dBW à –34 dBW                 |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 337  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                                        |                                                                     |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| $1\,531\text{ MHz} < f_i \leq 1\,536\text{ MHz}$       | Décroissant linéairement de $-34\text{ dBW}$ à $-65\text{ dBW}$     |
| $1\,536\text{ MHz} < f_i \leq 1\,565,42\text{ MHz}$    | Décroissant linéairement de $-65\text{ dBW}$ à $-150,5\text{ dBW}$  |
| $1\,565,42\text{ MHz} < f_i \leq 1\,585,42\text{ MHz}$ | $-150,5\text{ dBW}$                                                 |
| $1\,585,42\text{ MHz} < f_i \leq 1\,610\text{ MHz}$    | Croissant linéairement de $-150,5\text{ dBW}$ à $-60\text{ dBW}$    |
| $1\,610\text{ MHz} < f_i \leq 1\,618\text{ MHz}$       | Croissant linéairement de $-60\text{ dBW}$ à $-42\text{ dBW}^*$     |
| $1\,618\text{ MHz} < f_i \leq 2\,000\text{ MHz}$       | Croissant linéairement de $-42\text{ dBW}$ à $-8,5\text{ dBW}^*$    |
| $1\,618\text{ MHz} < f_i \leq 1\,626,5\text{ MHz}$     | Croissant linéairement de $-60\text{ dBW}$ à $-22\text{ dBW}^{**}$  |
| $1\,626,5\text{ MHz} < f_i \leq 2\,000\text{ MHz}$     | Croissant linéairement de $-22\text{ dBW}$ à $-8,5\text{ dBW}^{**}$ |
| $f_i > 2\,000\text{ MHz}$                              | $-8,5\text{ dBW}$                                                   |

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.

### 3.7.3 BRUIT À LARGEUR DE BANDE LIMITÉE DE TYPE BROUILLAGE

#### 3.7.3.1 RÉCEPTEURS GPS L1 ET SBAS L1

3.7.3.1.1 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs GPS L1 et SBAS L1 satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences  $1\,575,42\text{ MHz} \pm B_w/2$  et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au tableau B-169 et illustrés à la figure B-37, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-164\text{ dBW}$  à la borne de l'antenne.

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

# TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 338  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3.7.3.1.2 Durant l'acquisition initiale des signaux GPS L1 et SBAS L1 (préalable à la navigation en mode stabilisée), les récepteurs GPS et SBAS satisferont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du tableau B-83.

#### 3.7.3.2 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) satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la bande de fréquences  $f_k \pm Bw_i/2$  et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils spécifiés au tableau B-170 et illustrés à la figure B-38, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-166,5$  dBW à la borne de l'antenne.

3.7.3.2.1.1 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 utilisés dans toutes les phases de vol (à l'exception de ceux qui sont utilisés pour les approches de précision) et mis en service avant le 1<sup>er</sup> janvier 2017 satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la bande de fréquences  $f_k \pm Bw_i/2$  et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne est de 3 dB inférieur aux seuils spécifiés au tableau B-170 et illustrés à la figure B-38, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-166,5$  dBW à la borne de l'antenne.

*Note.—  $f_k$  est la fréquence centrale du canal GLONASS considéré ( $f_k = 1\,602\text{ MHz} + k \times 0,5625\text{ MHz}$ ,  $k = -7$  à  $+6$ ), comme l'indique le tableau B-15 et  $Bw_i$  est la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.*

3.7.3.2.1.2 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans les bandes L1 et L3 satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la bande de fréquences  $f_k \pm Bw_i/2$  et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils spécifiés aux tableaux TAB-163 et TAB-164 et illustrés aux figures B-39 et B-40, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-161,5$  dBW à la borne de l'antenne.

3.7.3.2.2 Durant l'acquisition initiale des signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs GLONASS satisferont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du tableau B-170.

3.7.3.2.2.1 Durant l'acquisition initiale des signaux GLONASS à modulation AMRC dans les bandes L1 et L3 (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs GLONASS satisferont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux des tableaux B-163 et B-164.



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 339  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-163. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée**

| <i>Largeur de bande du brouillage</i>        | <i>Seuil de brouillage</i>                |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| $0 \text{ Hz} < Bw_i \leq 1 \text{ kHz}$     | -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 B-164. Récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L3 en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée**

| <i>Largeur de bande du brouillage</i>      | <i>Seuil de brouillage</i>                  |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
| $0 \text{ Hz} < Bw_i \leq 1 \text{ kHz}$   | -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                                  |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 340  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

### 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 satisferont 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 B-165 et illustrés à la figure B-41, 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.—  $B_{wi}$  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 satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences  $1\ 575,42\ \text{MHz} \pm B_{wi}/2$  et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au tableau B-169 et illustrés à la figure B-37, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-163\ \text{dBW}$  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 satisferont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du tableau B-83.

*Note.—  $B_{wi}$  représente ici la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.*

**Tableau B-165. Récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5a et SBAS DFMC : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée**

| <i>Largeur de bande du brouillage</i>          | <i>Seuil de brouillage des récepteurs</i>                 |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| $0\ \text{Hz} < B_{wi} \leq 1\ \text{kHz}$     | $-145,0\ \text{dBW}$                                      |
| $1\ \text{kHz} < B_{wi} \leq 10\ \text{kHz}$   | Croissant linéairement de $-145,0$ à $-137,5\ \text{dBW}$ |
| $10\ \text{kHz} < B_{wi} \leq 100\ \text{kHz}$ | Croissant linéairement de $-137,5$ à $-133,9\ \text{dBW}$ |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

## APPENDICES

### RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES

### RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION

### AÉRIENNE

APP : 341  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$100 \text{ kHz} < Bw_i \leq 1 \text{ MHz}$

Croissant linéairement de  $-133,9$  à  $-133,0 \text{ dBW}$

$1 \text{ MHz} < Bw_i \leq 10 \text{ MHz}$

Croissant linéairement de  $-133,0$  à  $-131,7 \text{ dBW}^*$

$10 \text{ MHz} < Bw_i \leq 40 \text{ MHz}$

Croissant linéairement de  $-131,7$  à  $-127,0 \text{ dBW}^*$

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

#### 3.7.3.4 BDS

3.7.3.4.1 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs BDS B1I satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences  $1\ 561,098 \text{ MHz} \pm Bw_i/2$  et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au tableau B-166 et illustrés à la figure B-42A, dans l'hypothèse d'un niveau de signal B1I désiré de  $-164,5 \text{ dBW}$  à la sortie de l'antenne. Durant l'acquisition initiale des signaux BDS B1I (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs BDS satisferont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de  $6 \text{ dB}$  à ceux du tableau B-166.

*Note.—  $Bw_i$  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 satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences  $1\ 575,42 \text{ MHz} \pm Bw_i/2$  et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au tableau B-167 et illustrés à la figure B-42B, dans l'hypothèse d'un niveau de signal B1C désiré de  $-163,5 \text{ dBW}$  à la sortie de l'antenne. Durant l'acquisition initiale des signaux BDS B1C (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs BDS satisferont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de  $6 \text{ dB}$  à ceux du tableau B-167.

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

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 342  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

| <i>Largeur de bande du brouillage</i>                                                                            | <i>Seuil de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée</i> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 0 Hz < Bw <sub>i</sub> ≤ 700 Hz                                                                                  | −150,5 dBW                                                                 |
| 700 Hz < Bw <sub>i</sub> ≤ 10 kHz                                                                                | Croissant linéairement de 150,5 à −143,5 dBW                               |
| 10 kHz < Bw <sub>i</sub> ≤ 100 kHz                                                                               | Croissant linéairement de 143,5 à −140,5 dBW                               |
| 100 kHz < Bw <sub>i</sub> ≤ 1 MHz                                                                                | −140,5 dBW                                                                 |
| 1 MHz < Bw <sub>i</sub> ≤ 4,096 MHz                                                                              | Croissant linéairement de −140,5 dBW à −134,4 dBW                          |
| 4,096 MHz < Bw <sub>i</sub> ≤ 10 MHz                                                                             | Croissant linéairement de −134,4 dBW à −126,0 dBW                          |
| 10 MHz < Bw <sub>i</sub>                                                                                         | −126,0 dBW                                                                 |
| * Le seuil de brouillage ne doit pas dépasser −140,50 dBW/MHz dans la gamme de fréquences 1 561,098 ± 2,046 MHz. |                                                                            |

**Tableau B-167. Récepteurs BDS B1C en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée**

| <i>Largeur de bande du brouillage</i> | <i>Seuil de brouillage des récepteurs en mode de navigation stabilisée</i> |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 0 Hz < Bw <sub>i</sub> ≤ 700 Hz       | −150,5 dBW                                                                 |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 343  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                              |                                                    |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| $700 \text{ Hz} < Bw_i \leq 10 \text{ kHz}$  | 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.

3.7.3.4.3 Une fois en mode de navigation stabilisée, les récepteurs BDS B2a satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences  $1\ 176,45 \text{ MHz} \pm Bw_i/2$  et dont le niveau de puissance à la borne de l'antenne atteint l'un des seuils définis au tableau B-168 et illustrés à la figure B-42C, dans l'hypothèse d'un niveau de signal B2a désiré de  $-160,5$  dBW à la sortie de l'antenne. Durant l'acquisition initiale des signaux BDS B2a (préalable au mode de navigation stabilisée), les récepteurs BDS satisferont aux critères de performance avec des seuils de brouillage inférieurs de 6 dB à ceux du tableau B-168.

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

**Tableau B-168. Récepteurs BDS B2a en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée**





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 344  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

*Seuil de brouillage des récepteurs*

*Largeur de bande du brouillage*

*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 dBW/MHz dans la gamme de fréquences 176,45 ±10 MHz.

3.7.3.5 *Brouillage par impulsions.* Une fois en mode de navigation stabilisée, le récepteur GNSS satisfera aux critères de performance lors de la réception des signaux de brouillage par impulsions présentant les caractéristiques indiquées au tableau B-171, dans lequel le seuil de brouillage est défini à l'accès de l'antenne.

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 345  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

### 3.8 Antenne GNSS de bord pour la réception des signaux satellitaires

**3.8.1 Couverture d'antenne.** L'antenne GNSS satisfera 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.** Dans le cas des antennes à fréquence unique, pour un angle de site au-dessus de l'horizon donné, le gain d'élément d'antenne passive minimal ne sera pas inférieur à celui qui est indiqué au tableau B-172 et le gain d'élément d'antenne passive maximal ne dépassera pas +4 dBic pour les angles de site supérieurs à 5 degrés. Dans le cas des antennes à double fréquence, pour les angles de site au-dessus de l'horizon donnés et les deux fréquences, les gains d'élément d'antenne passifs minimaux seront conformes aux indications du tableau B-173, et le gain d'élément d'antenne passive maximal sera limité à +4 dBic pour les angles de site supérieurs à 75 degrés.

**3.8.3 Polarisation.** L'antenne GNSS sera à polarisation circulaire droite (sens des aiguilles d'une montre par rapport à la direction de propagation).

**3.8.3.1 Taux d'ellipticité.** Dans le cas des antennes à fréquence unique, le taux d'ellipticité de l'antenne, mesuré à l'axe de pointage ne dépassera pas 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 sera inférieur ou égal à 3 dB dans la bande de fréquences d'utilisation.

### 3.9 Contrôle de redondance cyclique

Chaque code CRC sera le reste  $R(x)$  de la division modulo 2 de deux polynômes binaires :

$$\begin{array}{r} [x^k M(x)] \qquad R(x) \\ \hline \qquad \qquad \qquad = Q(x) + \hline G(x) \qquad \qquad G(x) \\ \text{mod 2} \end{array}$$

où :



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 346  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

$k$  = nombre de bits composant le code CRC

$M(x)$  = champ données, composé des éléments que doit protéger le code CRC représenté sous forme de polynôme

$G(x)$  = polynôme générateur du code CRC considéré

$Q(x)$  = quotient de la division

$R(x)$  = le reste de la division,  $R(x)$ , contient le code CRC :

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

**Tableau B-169. Récepteurs GPS L1 et SBAS L1 en mode de navigation stabilisée :**

**seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère  
de bruit et à largeur de bande limitée**

| <i>Seuil de brouillage des récepteurs<br/>en mode de navigation stabilisée</i> |                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <i>Largeur de bande brouillage</i>                                             |                                               |
| 0 Hz < $Bw_i$ ≤ 700 Hz                                                         | -150,5 dBW                                    |
| 700 Hz < $Bw_i$ ≤ 10 kHz                                                       | Croissant linéairement de -150,5 à -143,5 dBW |
| 10 kHz < $Bw_i$ ≤ 100 kHz                                                      | Croissant linéairement de -143,5 à -140,5 dBW |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 347  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                             |                                                |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------|
| $100 \text{ kHz} < Bw_i \leq 1 \text{ MHz}$ | -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.

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

| <i>Largeur de bande du brouillage</i>        | <i>Seuil de brouillage</i>                |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------|
| $0 \text{ Hz} < Bw_i \leq 1 \text{ kHz}$     | -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                                  |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 348  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-171. Seuils du brouillage par impulsions**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 349  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Tableau B-171. Seuils du brouillage par impulsions**

|                                                                                                                                                         | <i>GPS L1, Galileo L1<br/>et SBAS L1</i> | <i>GLONASS AMRF</i>              | <i>GLONASS AMRC</i>                                                         | <i>BDS</i>                 | <i>BDS B1I</i>              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| Gamme de fréquences (pour les signaux dans la bande et proches de la bande)                                                                             | 1 575,42 MHz<br>± 20 MHz                 | 1 592,9525 MHz à<br>1 609,36 MHz | de 1 191,775 MHz<br>à 1 212,275 MHz/<br>de 1 592,9525 MHz à<br>1 609,36 MHz | 1 575,42 MHz<br>± 20 MHz z | 1 561,98 MHz<br>± 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 µs / ≤250 µs                                                           | ≤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                                   | ≥500 kHz                         | ≥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).*

**Tableau B-172. Gain d'antenne minimal – Antennes à fréquence unique pour GPS (L1),**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 350  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**GLONASS (L1OF), BDS (B1C), BDS (B1I) et/ou SBAS L1**

| <i>Angle de sigle<br/>(en degrés)</i> | <i>Gain minimal<br/>dBic</i> |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 0                                     | -7,0                         |
| 5                                     | -5,5                         |
| 10                                    | -4,0                         |
| 15 à 90                               | -2,5                         |

**Tableau B-173. Gain d'antenne minimal – Antennes double fréquence pour GPS (L1/L5),  
GLONASS (L1OC/L3OC), Galileo (E1/E5a), BDS (B1C/B2a) et/ou SBAS (L1/L5)**

| <i>Angle de sigle<br/>(en degrés)</i> | <i>Gain minimal<br/>dBic</i> |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 0                                     | -7,0                         |
| 5                                     | -4,5                         |
| 10                                    | -3,0                         |
| 15                                    | -1,5                         |
| 30                                    | 0,5                          |
| ≥ 75                                  | 1,5                          |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 351  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

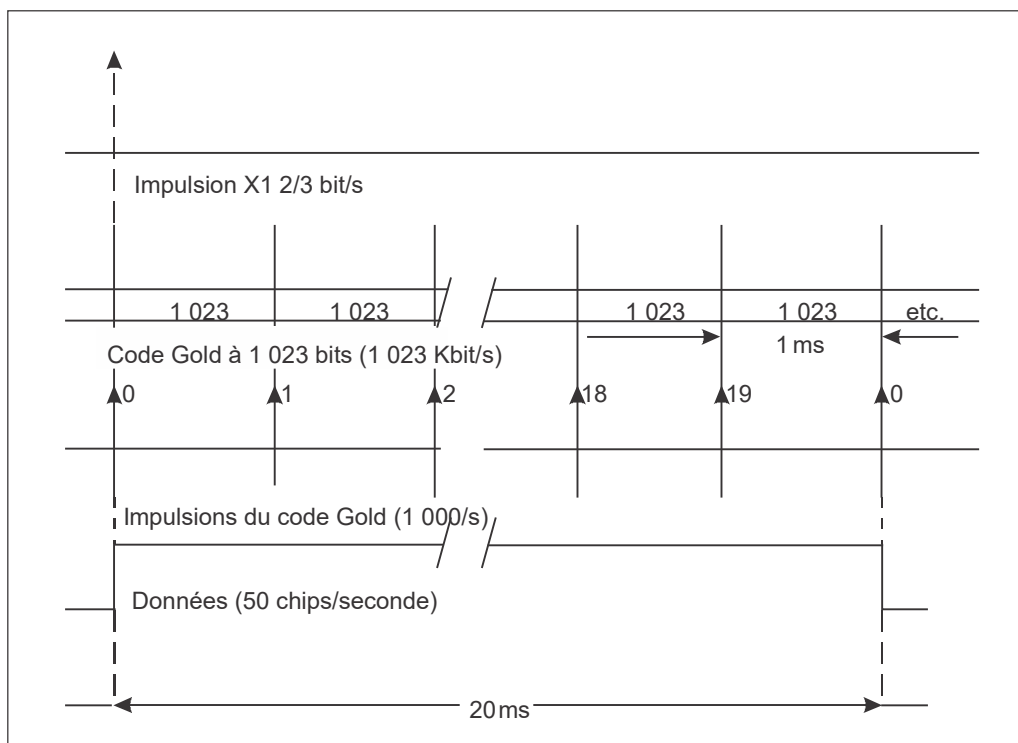


**Figure B-1. Synchronisation du code C/A**





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 352  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|                                       |     |     |                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SOUS-<br>TRAME 1                      | TLM | HOW | Numéro de semaine GPS, précision et état de fonctionnement du véhicule spatial                                                                          |
| SOUS-<br>TRAME 2                      | TLM | HOW | Paramètres d'éphémérides                                                                                                                                |
| SOUS-<br>TRAME 3                      | TLM | HOW | Paramètres d'éphémérides                                                                                                                                |
| SOUS-<br>TRAME 4<br><br>(25<br>pages) | TLM | HOW | Almanach, état de fonctionnement pour les satellites 25-32, messages spéciaux, configuration des satellites, indicateurs, données ionosphériques et UTC |
| SOUS-<br>TRAME 5<br><br>(25<br>pages) | TLM | HOW | Almanach, état de fonctionnement pour les satellites 1-24, temps de référence de l'almanach et numéro de semaine GPS de référence de l'almanach         |

|                            |     |     |                                                                                                                                                         |
|----------------------------|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SOUS-TRAME 1               | TLM | HOW | Numéro de semaine GPS, précision et état de fonctionnement du véhicule spatial                                                                          |
| SOUS-TRAME 2               | TLM | HOW | Paramètres d'éphémérides                                                                                                                                |
| SOUS-TRAME 3               | TLM | HOW | Paramètres d'éphémérides                                                                                                                                |
| SOUS-TRAME 4<br>(25 pages) | TLM | HOW | Almanach, état de fonctionnement pour les satellites 25-32, messages spéciaux, configuration des satellites, indicateurs, données ionosphériques et UTC |
| SOUS-TRAME 5<br>(25 pages) | TLM | HOW | Almanach, état de fonctionnement pour les satellites 1-24, temps de référence de l'almanach et numéro de semaine GPS de référence de l'almanach         |

**Figure B-2. Structure de la trame**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 353  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

| Préambule         | Réservé                                      | Parité            |
|-------------------|----------------------------------------------|-------------------|
| 1 0 0 0 1 0 1 1   | MSB                                          | LSB               |
| 1 2 3 4 5 6 7 8 9 | 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 | 25 26 27 28 29 30 |

Figure B-3. Mot TLM

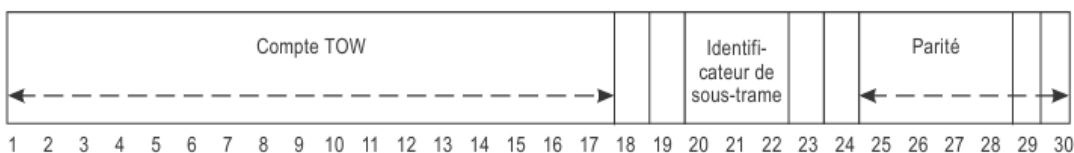
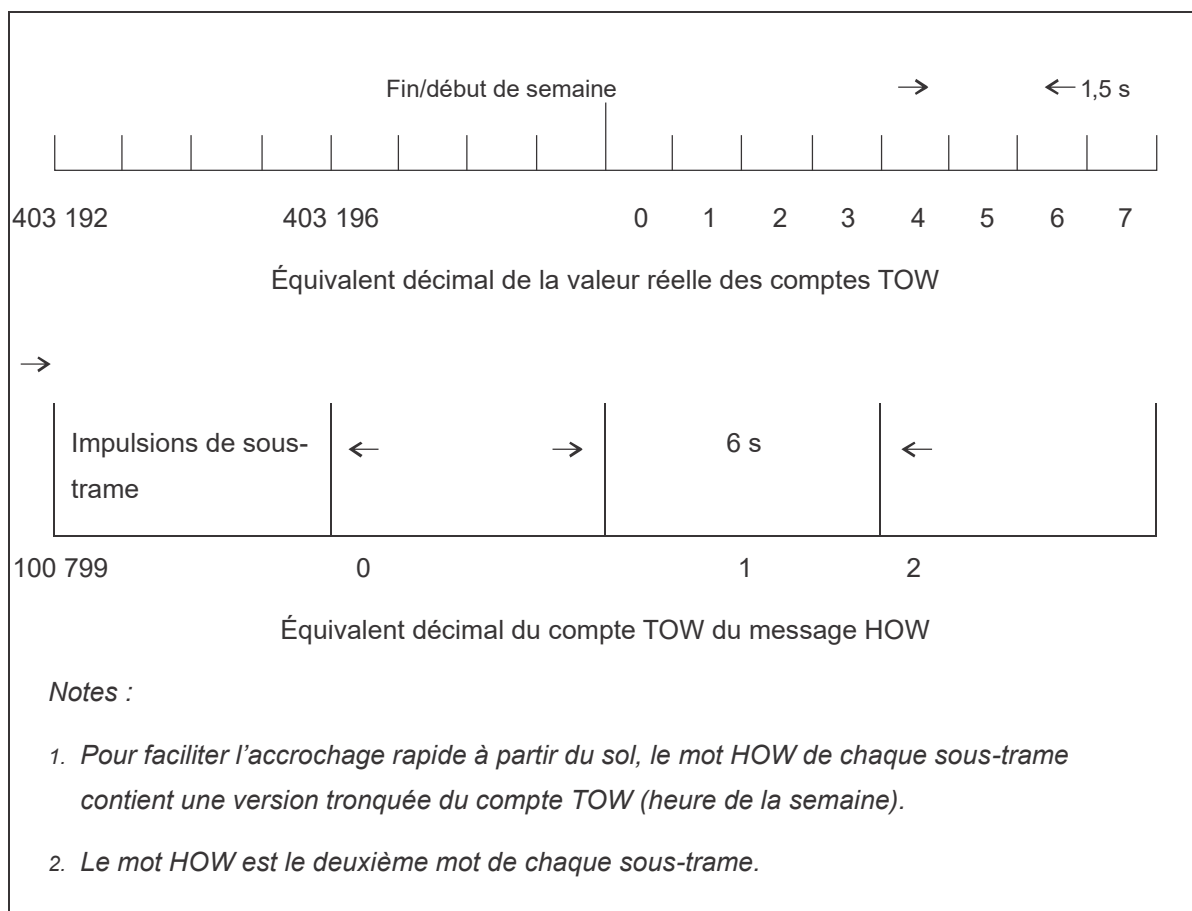


Figure B-4. Format du mot HOW





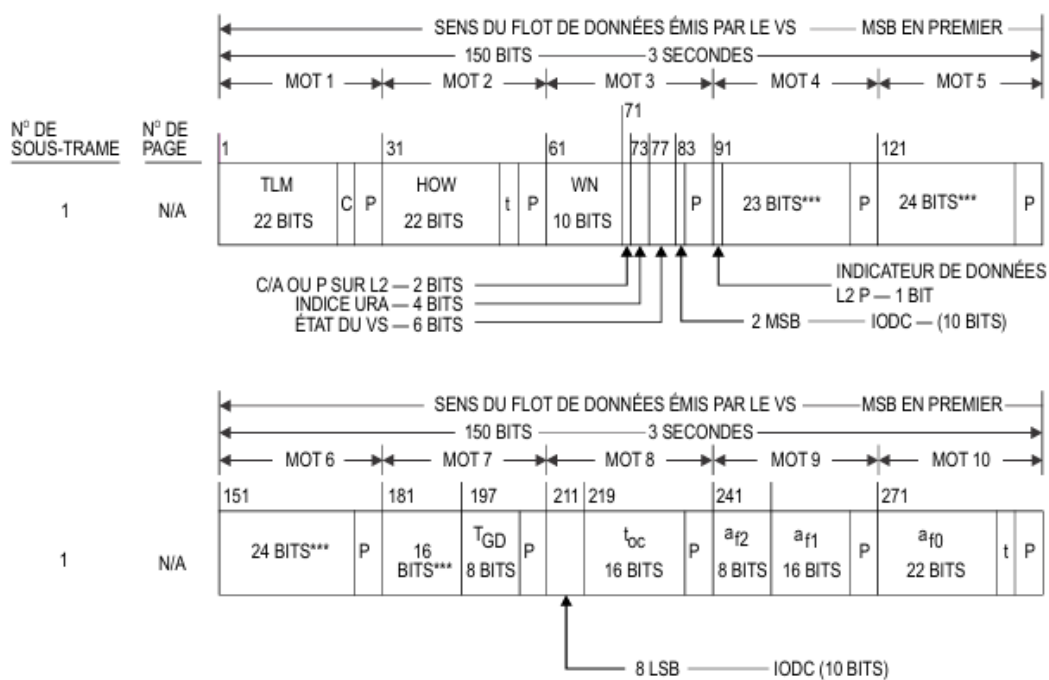
Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 354  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

3. Le compte TOW du message HOW se compose des 17 bits de poids fort du compte TOW intégral figurant au début de la sous-trame suivante.
4. Pour convertir le compte TOW du message HOW à sa valeur réelle au début de la sous-trame suivante, multiplier par quatre.
5. Le début de la première sous-trame est synchronisé sur la fin/le début de chaque impulsion.

**Figure B-5. Schéma temporel du HOW**



\*\*\* RÉSERVÉ(S)  
P = 6 BITS DE PARITÉ  
t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ  
C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

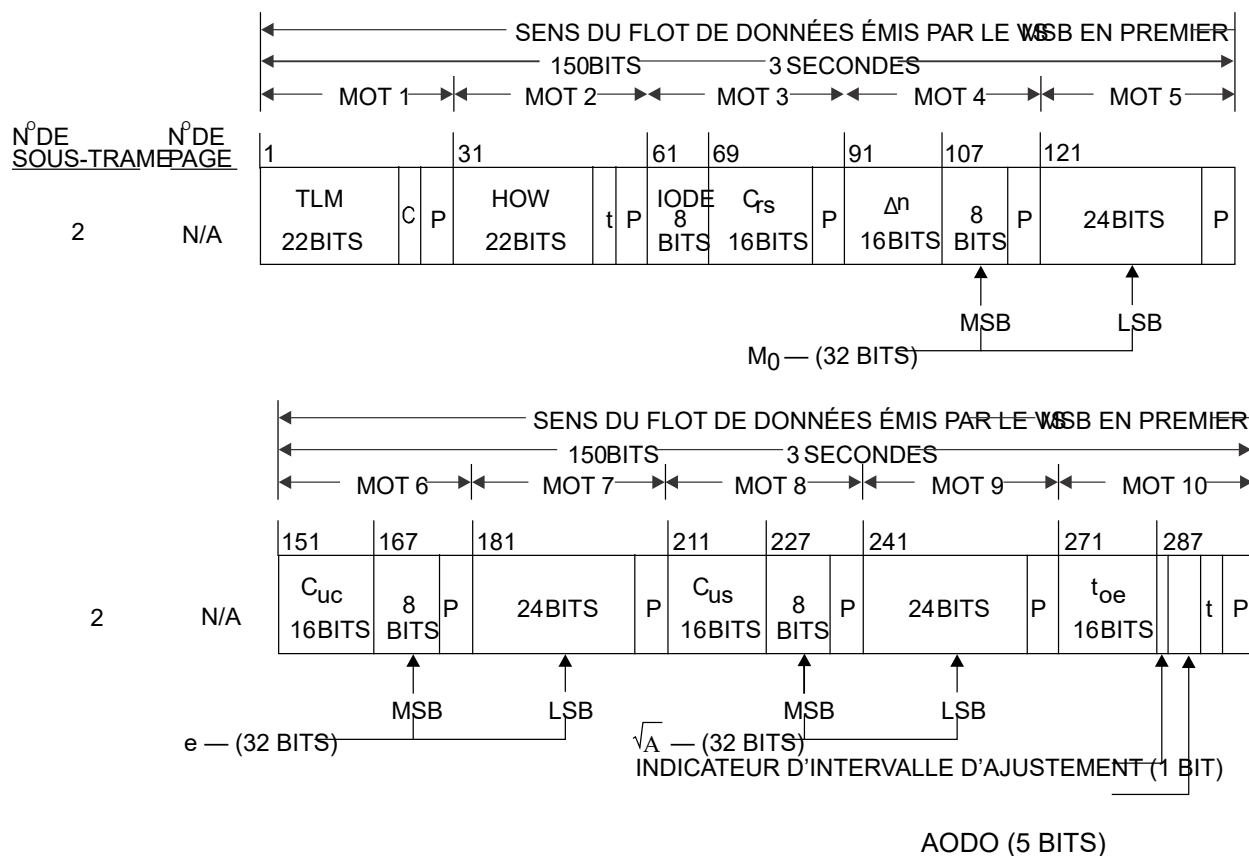
# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 355  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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



P = 6 BITS DE PARITÉ

t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE  
CONTRÔLE DE PARITÉ C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM  
(RÉSERVÉS)

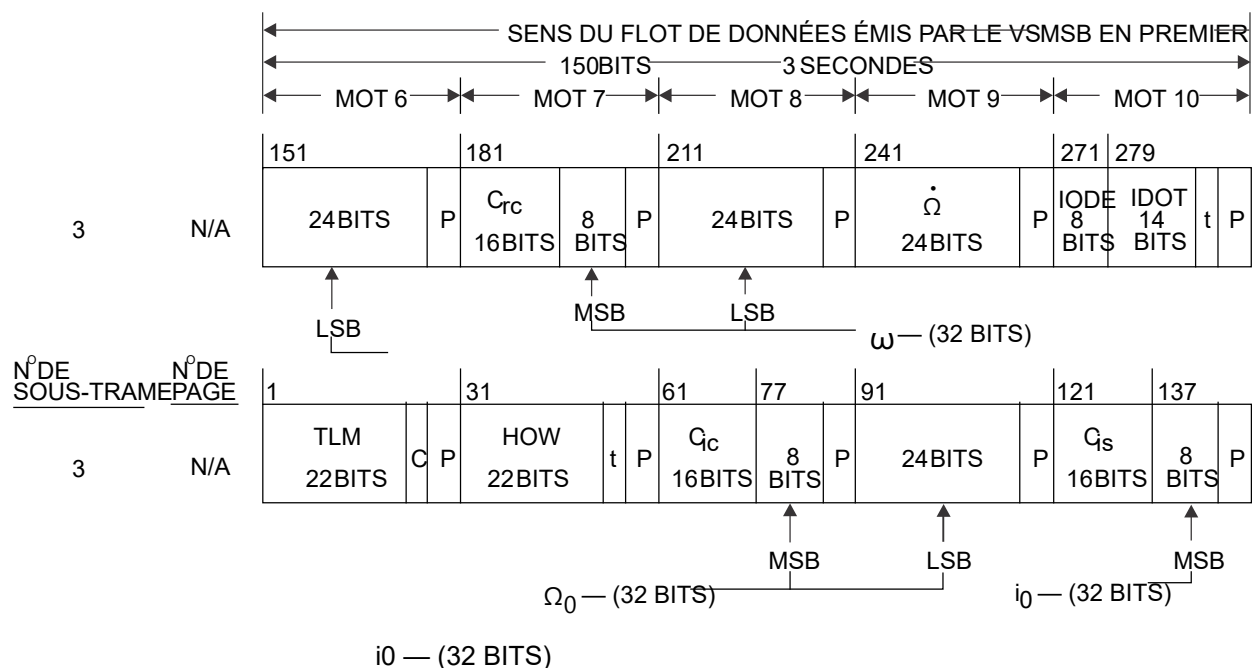
Figure B-6. Format des données (page 2 de 11)



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

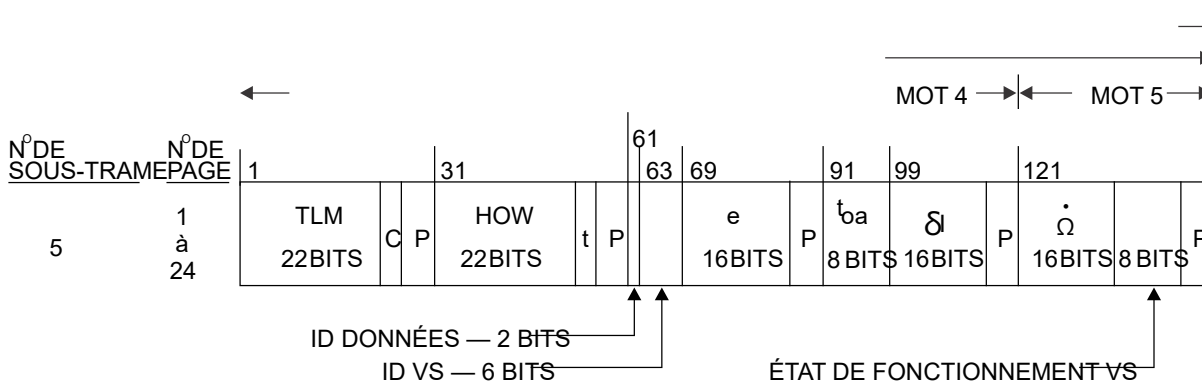
APP : 356  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025



P = 6 BITS DE PARITÉ

t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE  
CONTRÔLE DE PARITÉ C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM  
(RÉSERVÉS)

**Figure B-6. Format des données (page 3 de 11)**





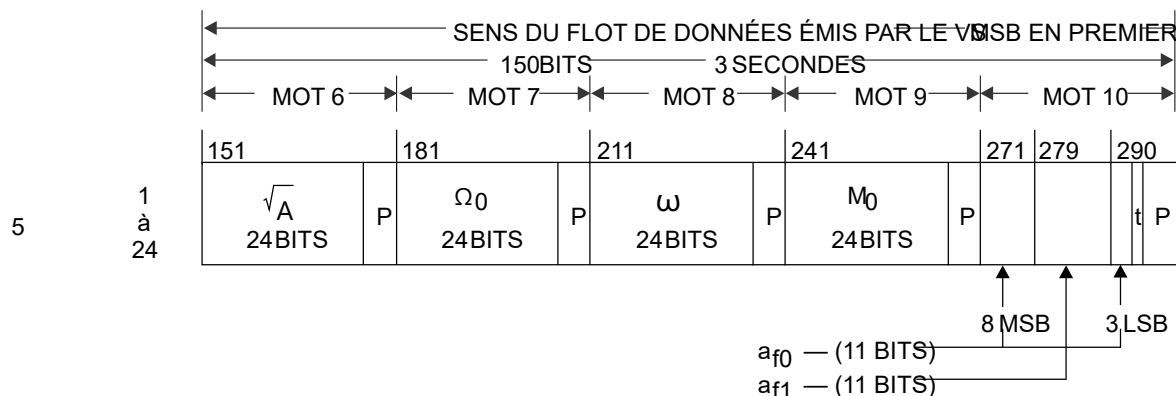
Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 357  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025



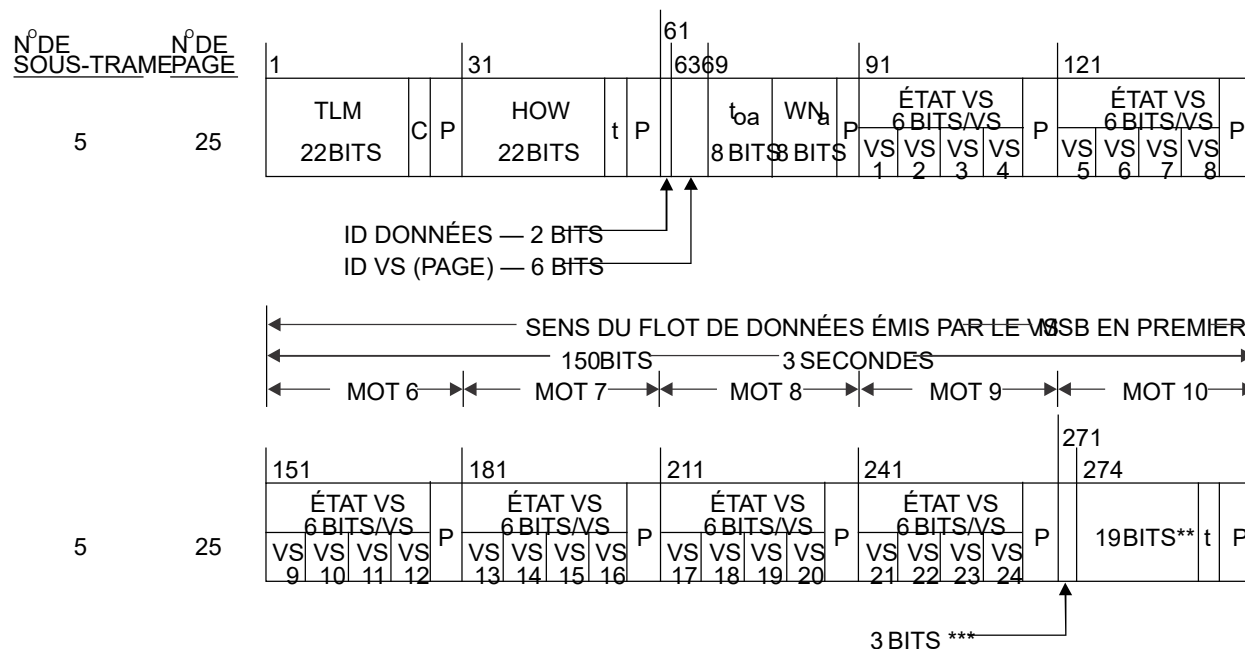
P = 6 BITS DE PARITÉ

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

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

*Note.— Les pages 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 et 10 de la sous-trame 4 ont le même format que les pages 1 à 24 de la sous-trame 5.*

Figure B-6. Format des données (page 4 de 11)





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 358  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

\*\* RÉSERVÉ(S) POUR LE SYSTÈME

\*\*\* RÉSERVÉ(S)

P = 6 BITS DE

PARITÉ

t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE  
CONTRÔLE DE PARITÉ C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM  
(RÉSERVÉS)

**Figure B-6. Format des données** (page 5 de 11)



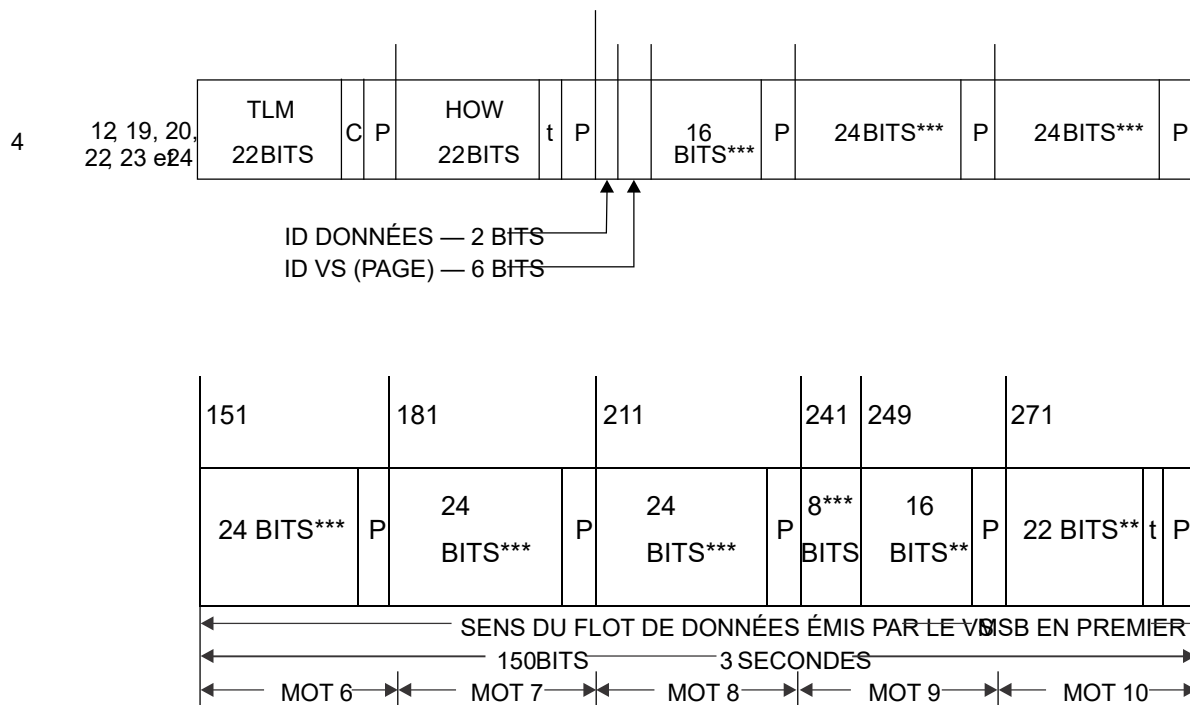




Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 360  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025



4 12, 19, 20,  
22, 23 et 24

\*\* RÉSERVÉ(S) POUR LE SYSTÈME

\*\*\* RÉSERVÉ(S)

P = 6 BITS DE

PARITÉ

t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE  
CONTRÔLE DE PARITÉ C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM  
(RÉSERVÉS)

**Figure B-6. Format des données (page 7 de 11)**



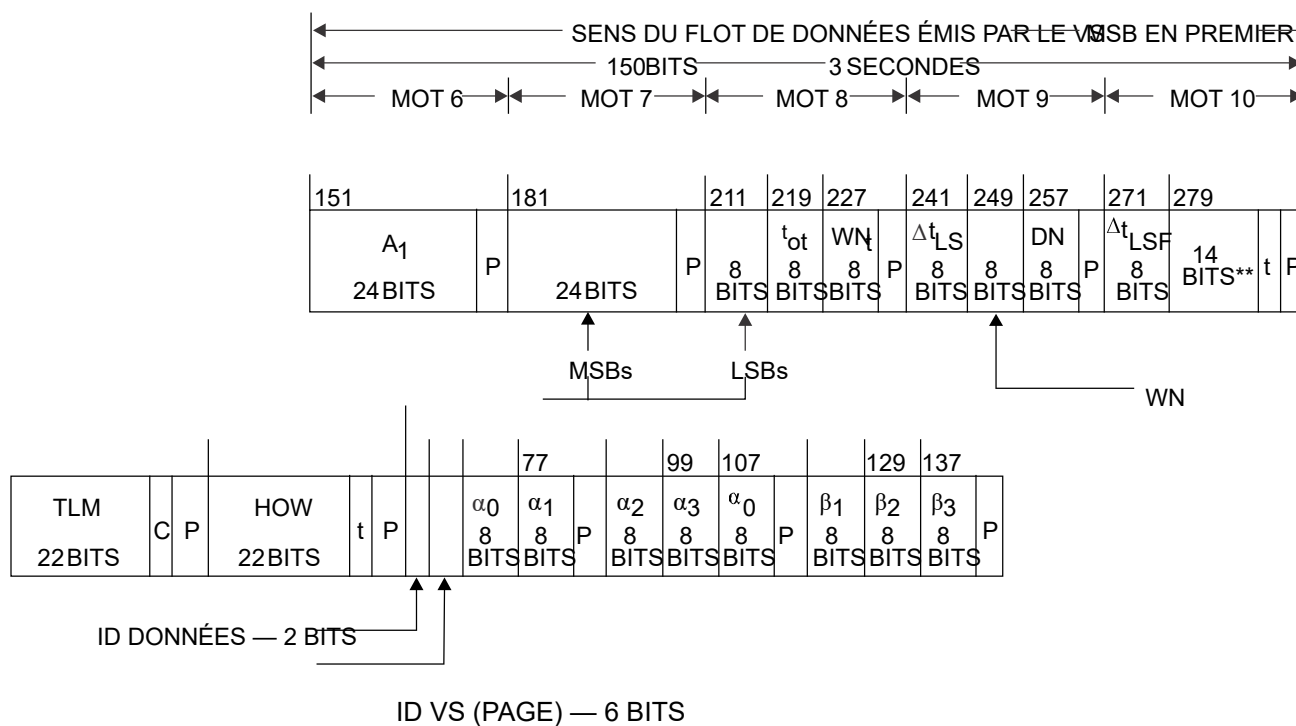
# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 361  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

4 18



4 18

A<sub>0</sub> — 32 BITS TOTAL

LSF

\*\* RÉSERVÉ(S) POUR LE  
SYSTÈME P = 6 BITS DE  
PARITÉ

t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE  
CONTRÔLE DE PARITÉ C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM  
(RÉSERVÉS)

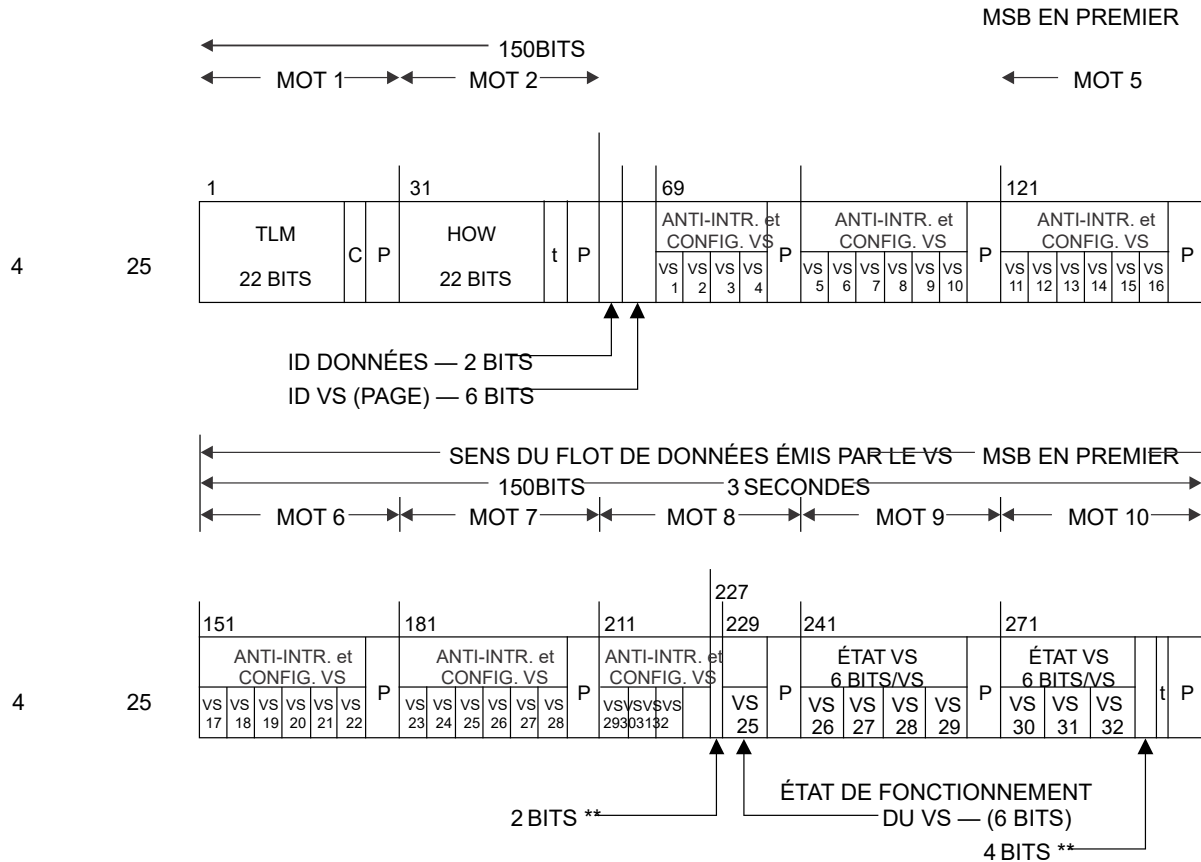
Figure B-6. Format des données (page 8 de 11)



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 362  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025



\*\* RÉSERVÉ(S) POUR LE SYSTÈME P = 6 BITS DE  
PARITÉ

t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ C =  
BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

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

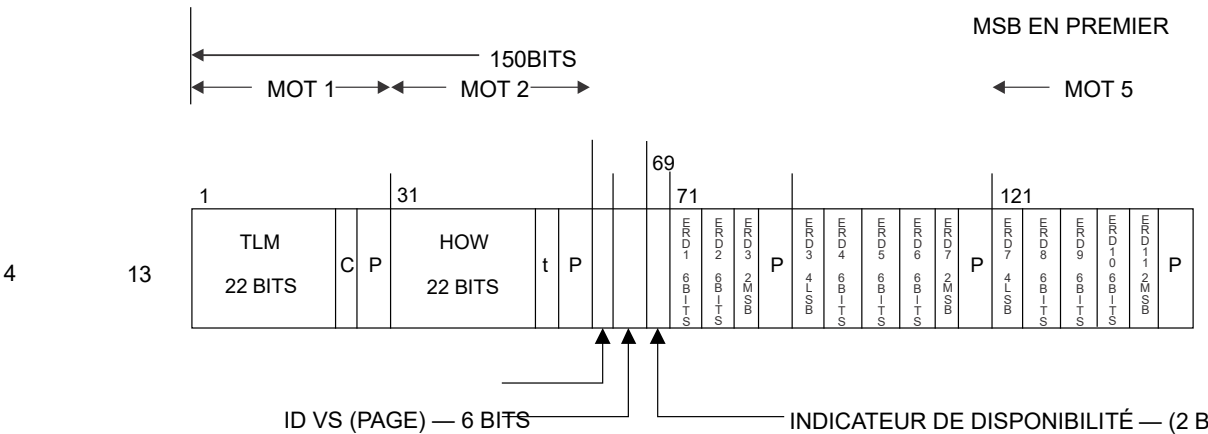
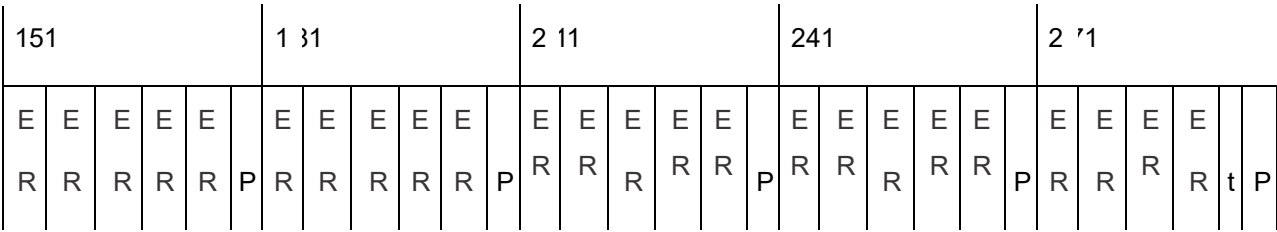


Figure B-6. Format des données (page 10 de 11)



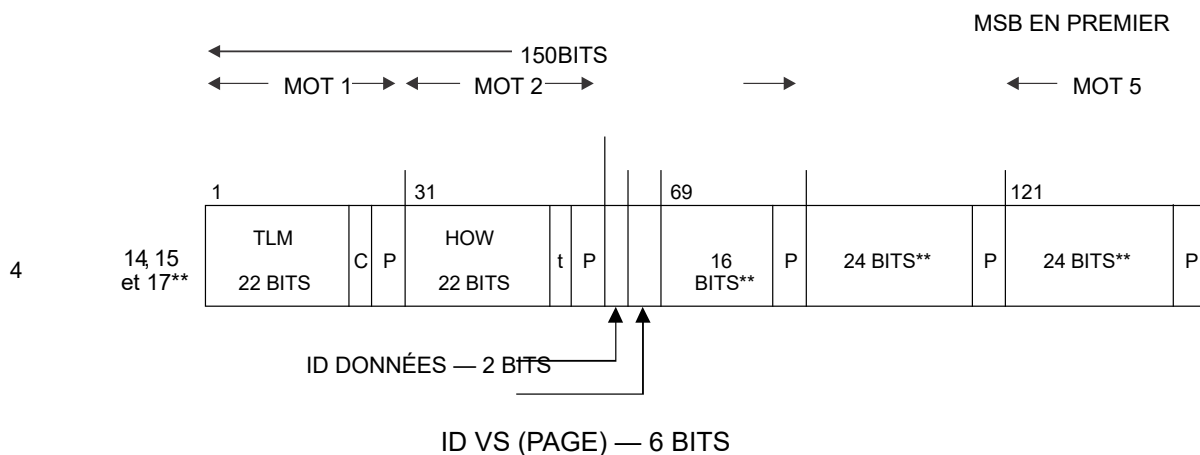


Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

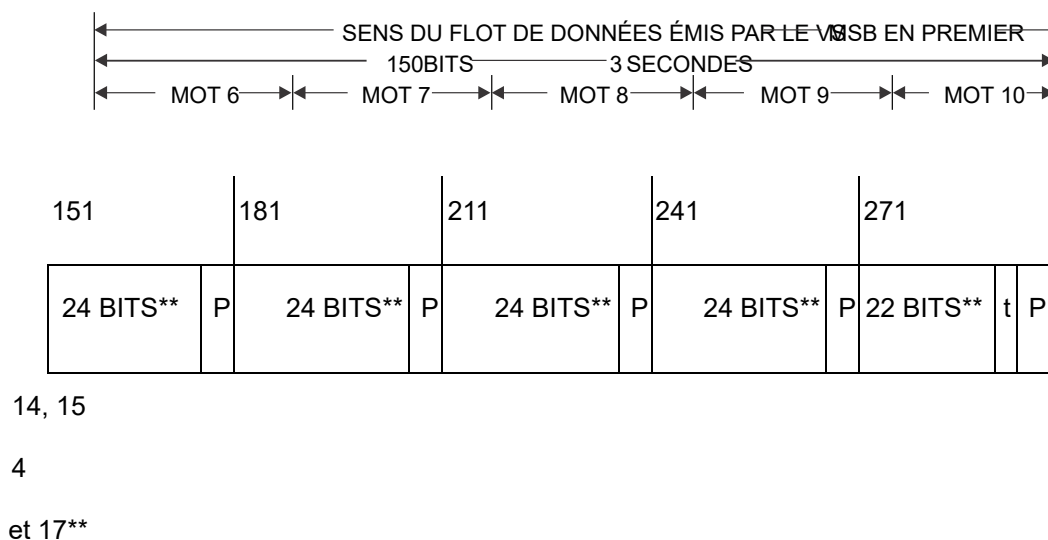
# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 364  
 Révision : 04  
 Date : 10/11/2025

|   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|--|
| D | D | D | D | D |  | D | D | D | D | D |  | D | D | D | D | D |  | D | D | D | D |  |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |  | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |  | 2 | 2 | 2 | 2 |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |  | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |  | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 |  | 3 | 4 | 5 | 6 |  |
| 4 | 6 | 6 | 6 | 2 |  | 4 | 6 | 6 | 6 | 2 |  | 4 | 6 | 6 | 6 | 2 |  | 4 | 6 | 6 | 6 |  |
| L | B | B | B | M |  | L | B | B | B | M |  | L | B | B | B | M |  | L | B | B | B |  |
| S | I | I | I | S |  | S | I | I | I | S |  | S | I | I | I | S |  | S | I | I | I |  |
| B | T | T | T | B |  | B | T | T | T | B |  | B | T | T | T | B |  | B | T | T | T |  |
|   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |  |



|                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                 |                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de<br>l'Aviation Civile du Togo | <p style="text-align: center;"><b>APPENDICES</b><br/> <b>RANT 10 - PART 1</b><br/> <b>TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES</b><br/> <b>RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION</b><br/> <b>AÉRIENNE</b></p> | APP : 365<br>Révision : 04<br>Date : 10/11/2025 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|



\*\* CES SEGMENTS DES MOTS 3 À 10 DES PAGES 14 ET 15 SONT RÉSERVÉS POUR LE SYSTÈME

SUR LA PAGE 17, CES MÊMES SEGMENTS SONT RÉSERVÉS AUX MESSAGES SPÉCIAUX P = 6 BITS DE PARITÉ

t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 366  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 367  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

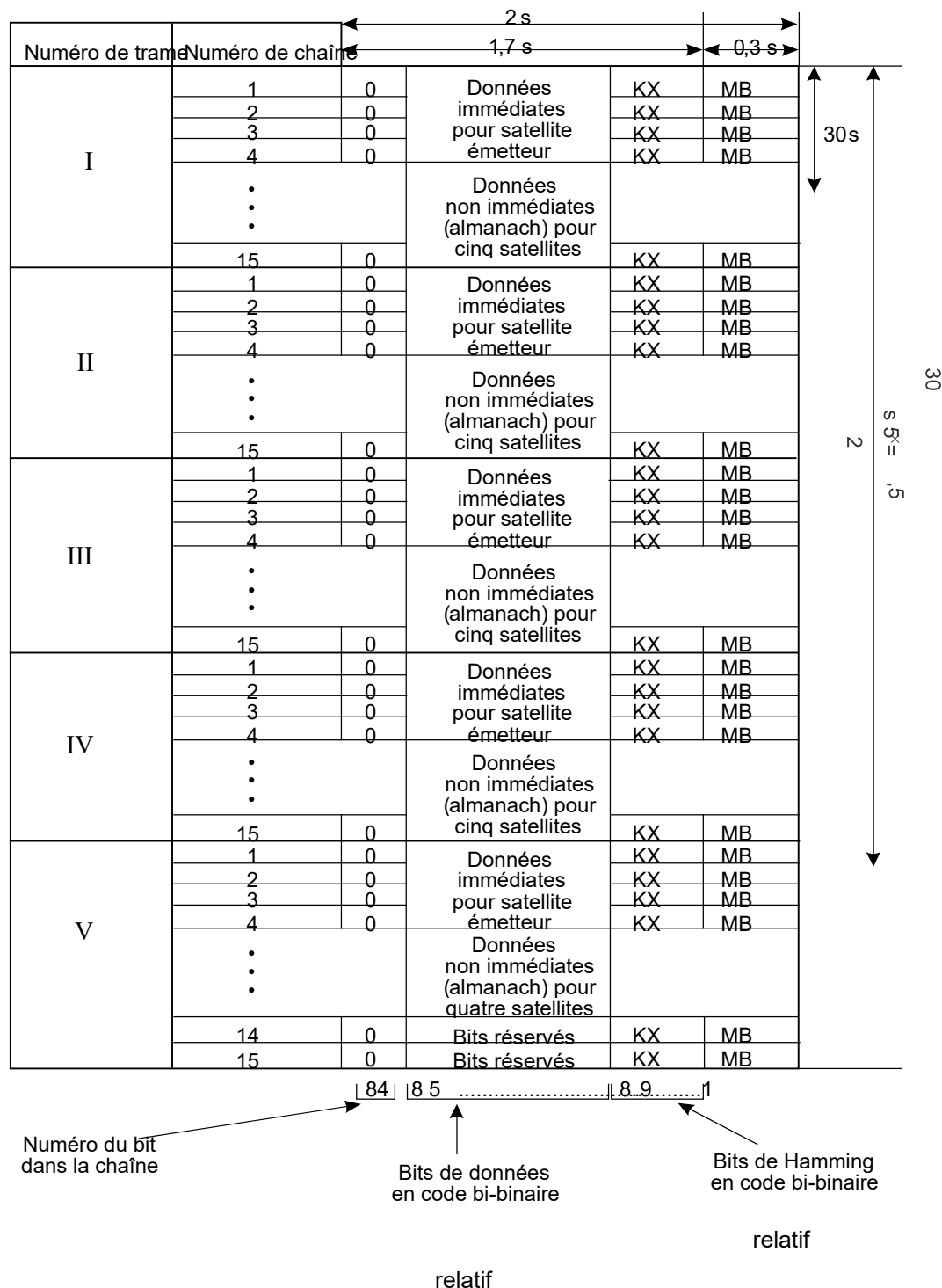


Figure B-7. Structure de la supertrame





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 368

Révision : 04

Date : 10/11/2025



APP : 369  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

\* 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**



**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

Date : 10/11/2025

|       |                   |       |                   |    |                   |   |            |   |            |   |   |    |    |    |    |
|-------|-------------------|-------|-------------------|----|-------------------|---|------------|---|------------|---|---|----|----|----|----|
| 16    | $\tau_{\chi_n}^A$ | 21    | $\Delta \tau_n^A$ | 22 | $\Delta \tau_n^A$ | 7 | $\tau_n^A$ | 5 | $\tau_n^A$ | 1 | 8 | KX | MB |    |    |
| $B_2$ |                   | $102$ | KP                | *  |                   |   |            |   |            |   |   |    | 8  | KX | MB |
|       |                   |       |                   | *  |                   |   |            |   |            |   |   |    | 8  | KX | MB |



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 371  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

|     |              |       |
|-----|--------------|-------|
|     | $\omega_n^4$ |       |
| $m$ | $m$          | $B_i$ |
|     |              |       |



**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

Date : 10/11/2025

|              |                   |   |   |   |                             |    |                             |                                  |    |                |                                         |    |                               |                                    |                                    |                                    |                                  |                                  |                                  |                              |                |    |                             |    |    |    |  |   |    |  |
|--------------|-------------------|---|---|---|-----------------------------|----|-----------------------------|----------------------------------|----|----------------|-----------------------------------------|----|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------|----|-----------------------------|----|----|----|--|---|----|--|
| N° de chaîne | 1                 | m |   | 4 | 2                           | 2  | PI                          |                                  | 12 | t <sub>k</sub> |                                         | 24 | 5                             | x <sub>n</sub> ''(t <sub>b</sub> ) |                                    | 27                                 | x <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> ) |                                  | 8                                | KX                           |                | 8  | MB                          |    |    |    |  |   |    |  |
|              | (P2)              | 2 | m |   | 4                           | 3  | 1                           | B <sub>n</sub>                   |    | 7              | t <sub>b</sub>                          |    | 24                            | 5                                  | y <sub>n</sub> ''(t <sub>b</sub> ) |                                    | 27                               | y <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> ) |                                  | 8                            | KX             |    | 8                           | MB |    |    |  |   |    |  |
|              | (P3)              | 3 | m |   | 4                           | 1  | 1                           | γ <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> ) |    | 11             | 1                                       | 2  | 1                             | 24                                 | 5                                  | z <sub>n</sub> ''(t <sub>b</sub> ) |                                  | 27                               | z <sub>n</sub> (t <sub>b</sub> ) |                              | 8              | KX |                             | 8  | MB |    |  |   |    |  |
|              | 4                 | m |   | 4 | 5                           | 22 | Δτ <sub>n</sub>             |                                  | 5  | E <sub>n</sub> |                                         | 5  | 5                             | *                                  |                                    | 14                                 | 1                                | 1                                | 4                                | 3                            | N <sub>T</sub> |    | 5                           | 2  | 8  | KX |  | 8 | MB |  |
|              | 5                 | m |   | 4 | N <sup>A</sup>              |    | 11                          | τ <sub>c</sub>                   |    | 32             | 1                                       | 1  | 5                             | 22                                 | 1                                  | τ <sub>GPS</sub>                   |                                  | 22                               | 1                                | I <sub>n</sub>               |                | 8  | KX                          |    | 8  | MB |  |   |    |  |
|              | (C <sub>n</sub> ) | 6 | m |   | 4                           | 1  | 2                           | M <sup>A</sup> <sub>n</sub>      |    | 5              | n <sup>A</sup>                          |    | 10                            | τ <sup>A</sup> λ <sub>n</sub>      |                                    | 21                                 | λ <sup>A</sup> <sub>n</sub>      |                                  | 18                               | ΔI <sup>A</sup> <sub>n</sub> |                | 15 | ε <sup>A</sup> <sub>n</sub> |    | 8  | KX |  | 8 | MB |  |
|              | 7                 | m |   | 4 | ω <sup>A</sup> <sub>n</sub> |    | 16                          | τ <sup>A</sup> λ <sub>n</sub>    |    | 21             | τ <sup>A</sup> <sub>k<sub>n</sub></sub> |    | 22                            | ΔI <sup>A</sup> <sub>n</sub>       |                                    | 7                                  | H <sup>A</sup> <sub>n</sub>      |                                  | 5                                | I <sub>n</sub>               |                | 8  | KX                          |    | 8  | MB |  |   |    |  |
|              | 8                 | m |   | 4 | 1                           | 2  | M <sup>A</sup> <sub>n</sub> |                                  | 5  | n <sup>A</sup> |                                         | 10 | τ <sup>A</sup> λ <sub>n</sub> |                                    | 18                                 | ΔI <sup>A</sup> <sub>n</sub>       |                                  | 15                               | ε <sup>A</sup> <sub>n</sub>      |                              | 8              | KX |                             | 8  | MB |    |  |   |    |  |
|              | 9                 | m |   | 4 | ω <sup>A</sup> <sub>n</sub> |    | 16                          | τ <sup>A</sup> λ <sub>n</sub>    |    | 21             | τ <sup>A</sup> <sub>k<sub>n</sub></sub> |    | 22                            | ΔI <sup>A</sup> <sub>n</sub>       |                                    | 7                                  | H <sup>A</sup> <sub>n</sub>      |                                  | 5                                | I <sub>n</sub>               |                | 8  | KX                          |    | 8  | MB |  |   |    |  |
|              | 10                | m |   | 4 | 1                           | 2  | M <sup>A</sup> <sub>n</sub> |                                  | 5  | n <sup>A</sup> |                                         | 10 | τ <sup>A</sup> λ <sub>n</sub> |                                    | 18                                 | ΔI <sup>A</sup> <sub>n</sub>       |                                  | 15                               | ε <sup>A</sup> <sub>n</sub>      |                              | 8              | KX |                             | 8  | MB |    |  |   |    |  |
|              | 11                | m |   | 4 | ω <sup>A</sup> <sub>n</sub> |    | 16                          | τ <sup>A</sup> λ <sub>n</sub>    |    | 21             | τ <sup>A</sup> <sub>k<sub>n</sub></sub> |    | 22                            | ΔI <sup>A</sup> <sub>n</sub>       |                                    | 7                                  | H <sup>A</sup> <sub>n</sub>      |                                  | 5                                | I <sub>n</sub>               |                | 8  | KX                          |    | 8  | MB |  |   |    |  |
|              | 12                | m |   | 4 | 1                           | 2  | M <sup>A</sup> <sub>n</sub> |                                  | 5  | n <sup>A</sup> |                                         | 10 | τ <sup>A</sup> λ <sub>n</sub> |                                    | 18                                 | ΔI <sup>A</sup> <sub>n</sub>       |                                  | 15                               | ε <sup>A</sup> <sub>n</sub>      |                              | 8              | KX |                             | 8  | MB |    |  |   |    |  |

\* Bits réservés dans la trame.

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

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



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 373  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

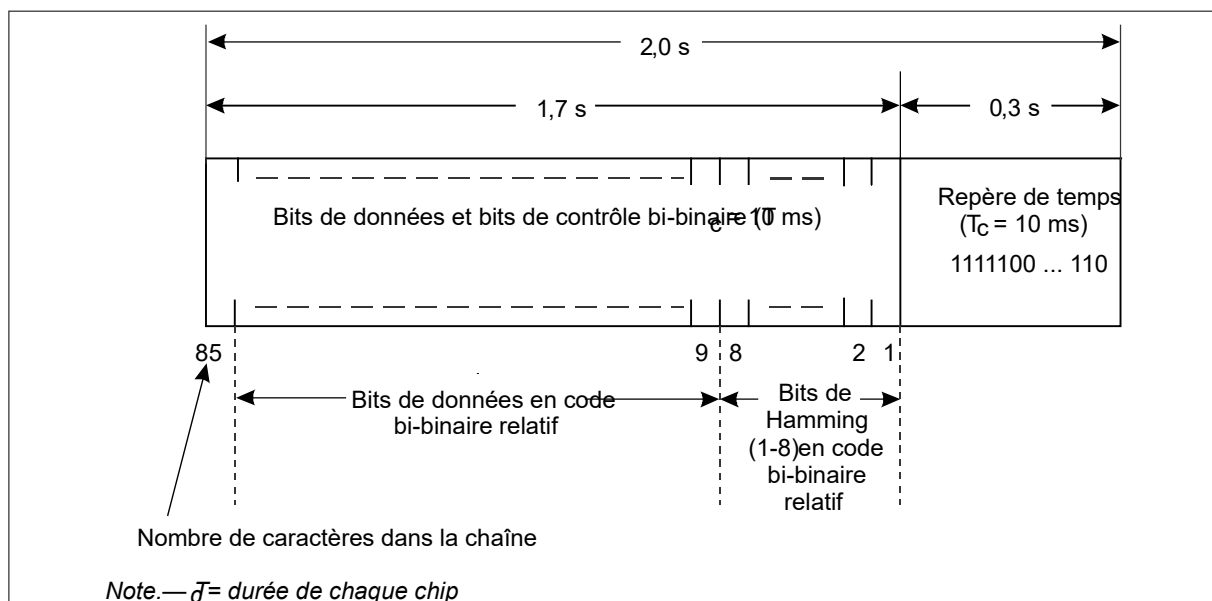
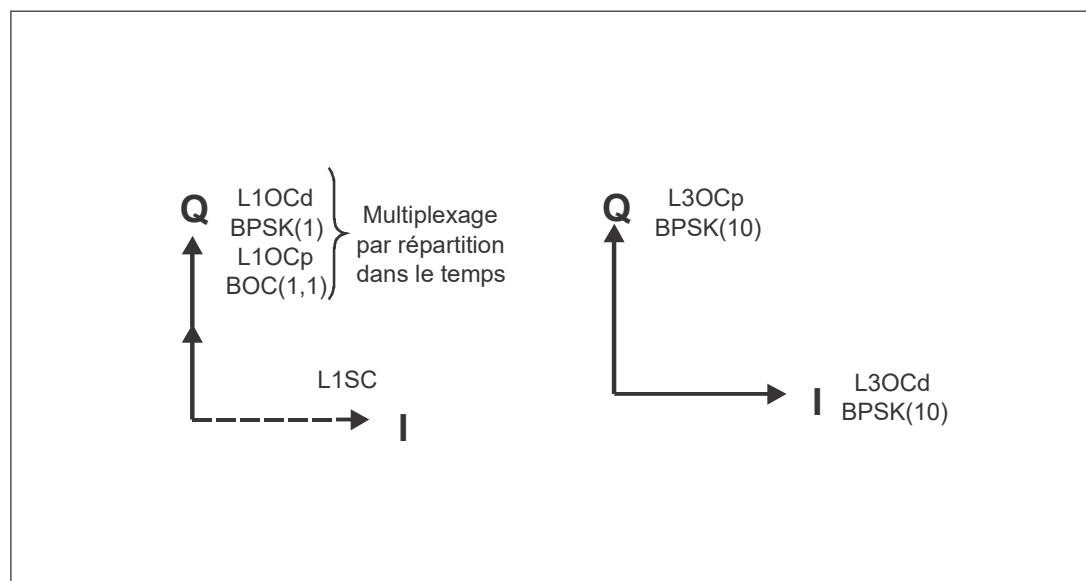


Figure B-10. Structure des chaînes de données



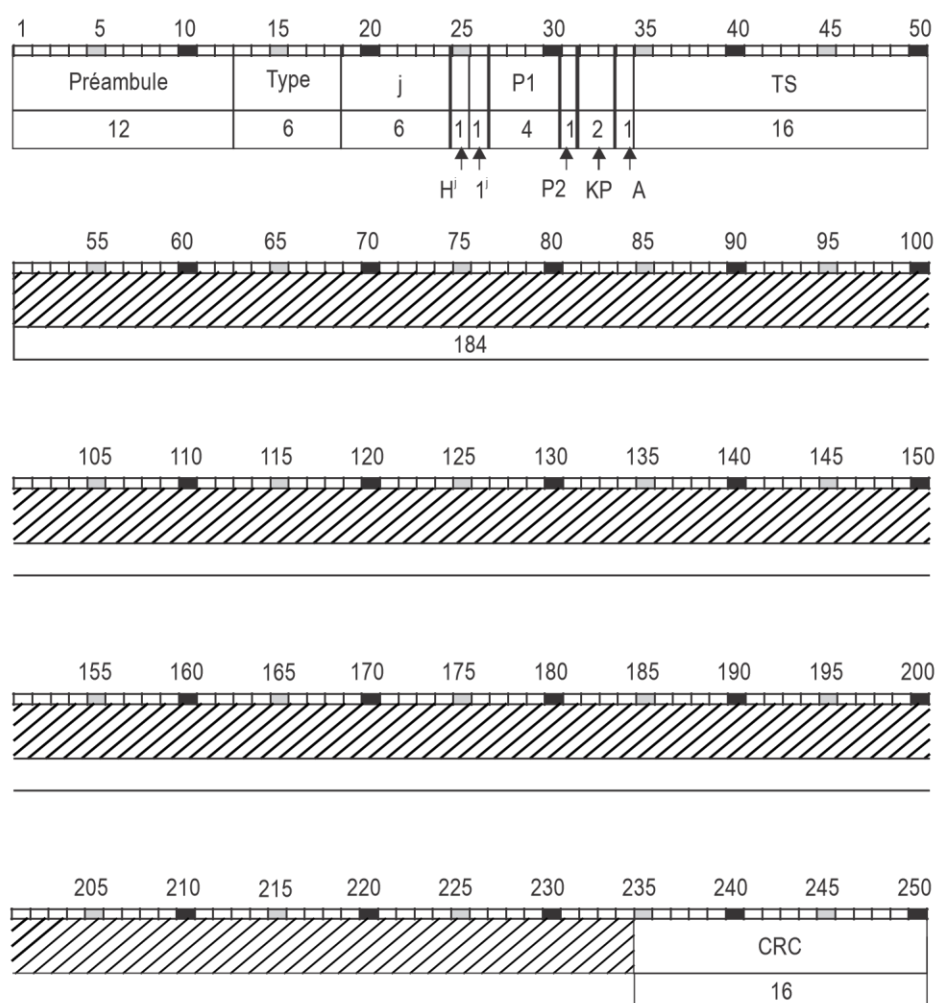


Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 374  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

**Figure B-11A. Structure des signaux L10C et L30C**





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 375  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

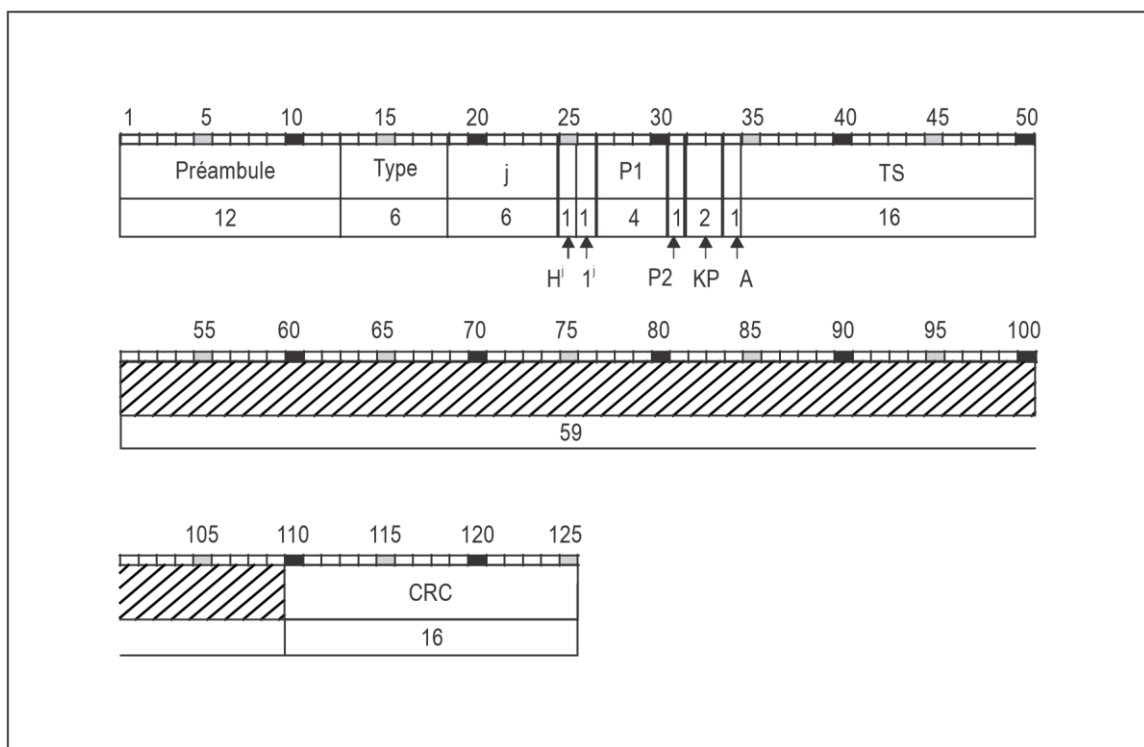


**Figure B-11C. Chaîne de données anormale de type 1 du signal L1OCd**





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

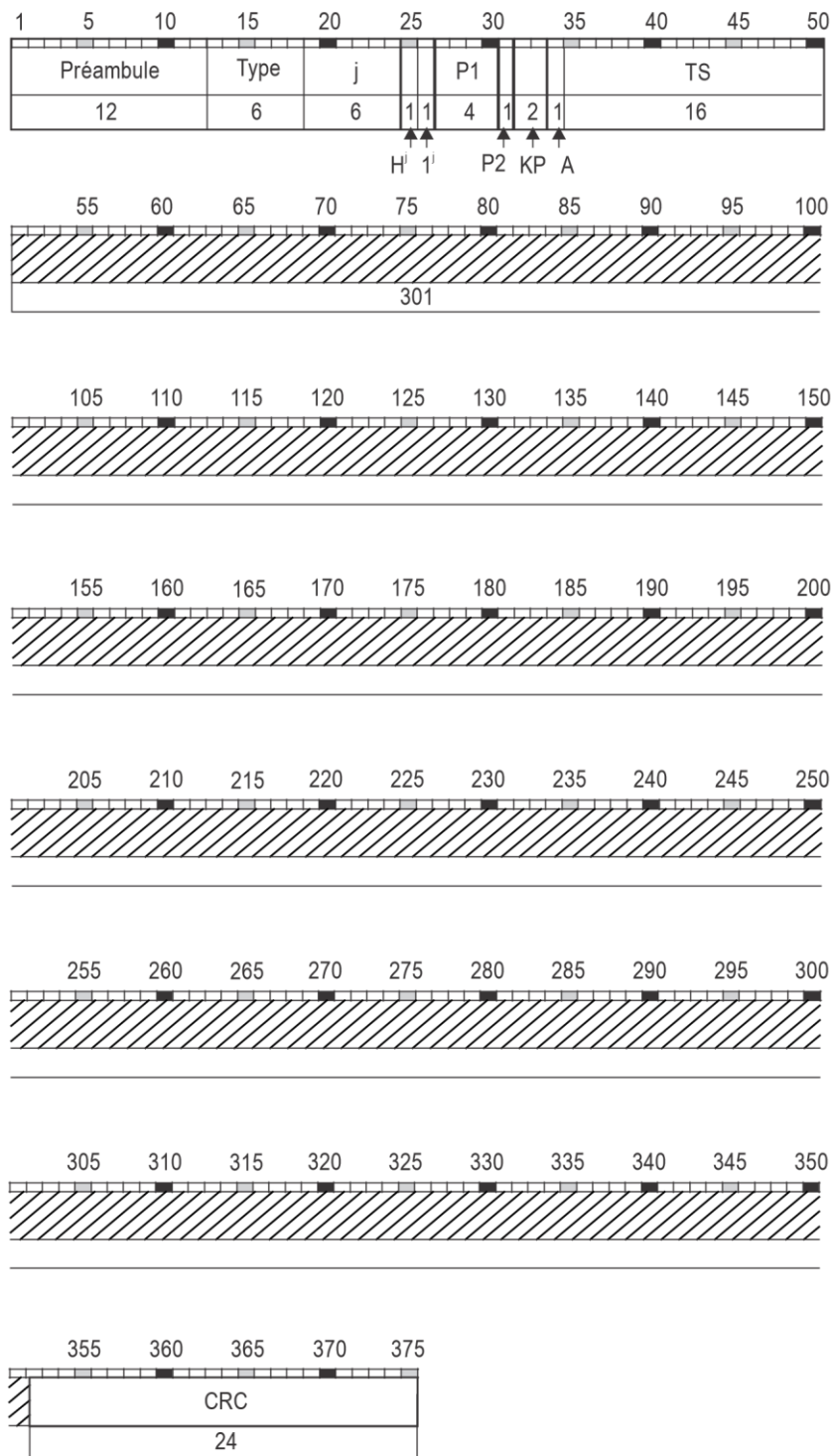
## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 376

Révision : 04

Date : 10/11/2025





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

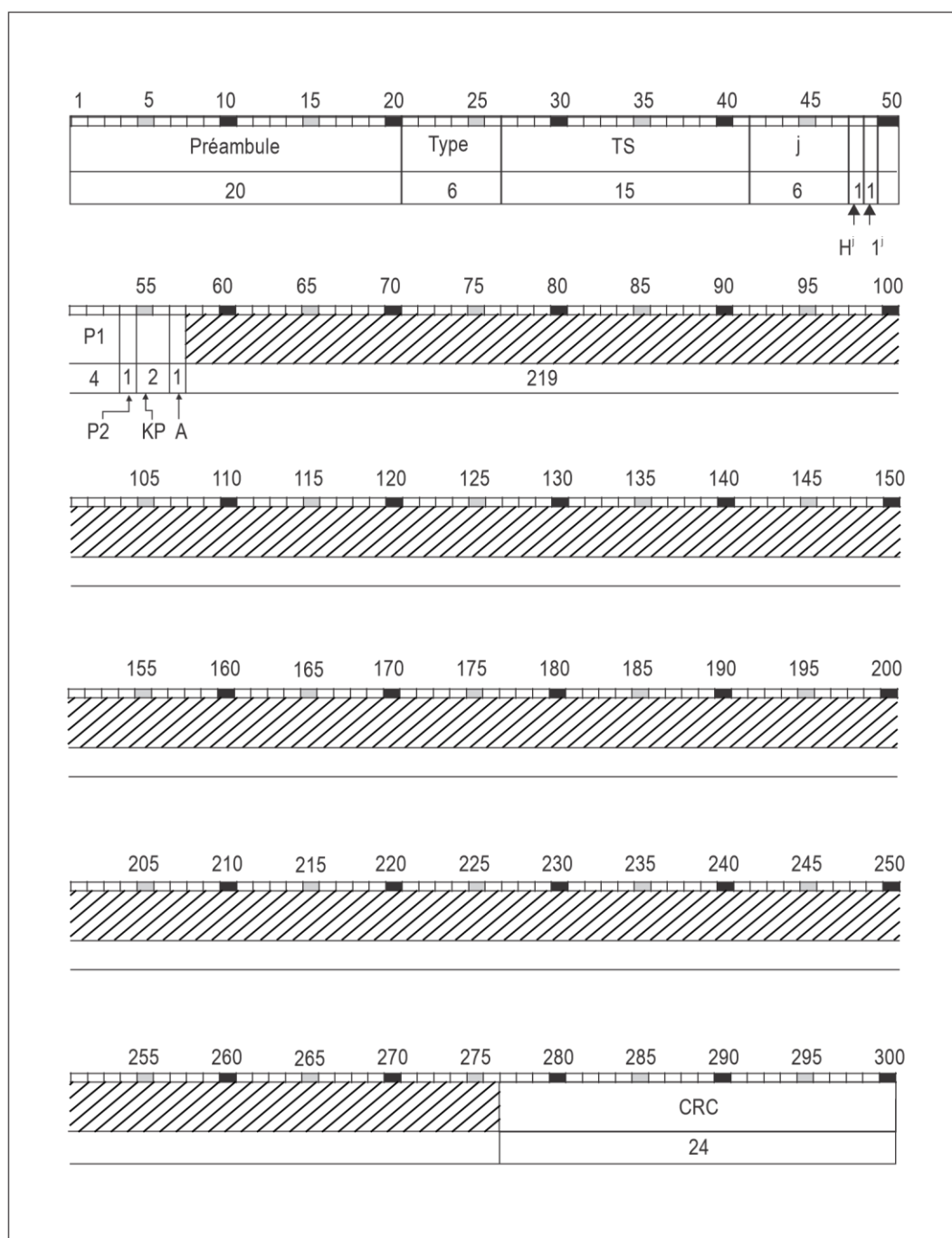
# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 377  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

Figure B-11D. Chaîne de données anormale de type 2 du signal L1OCd





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 378  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

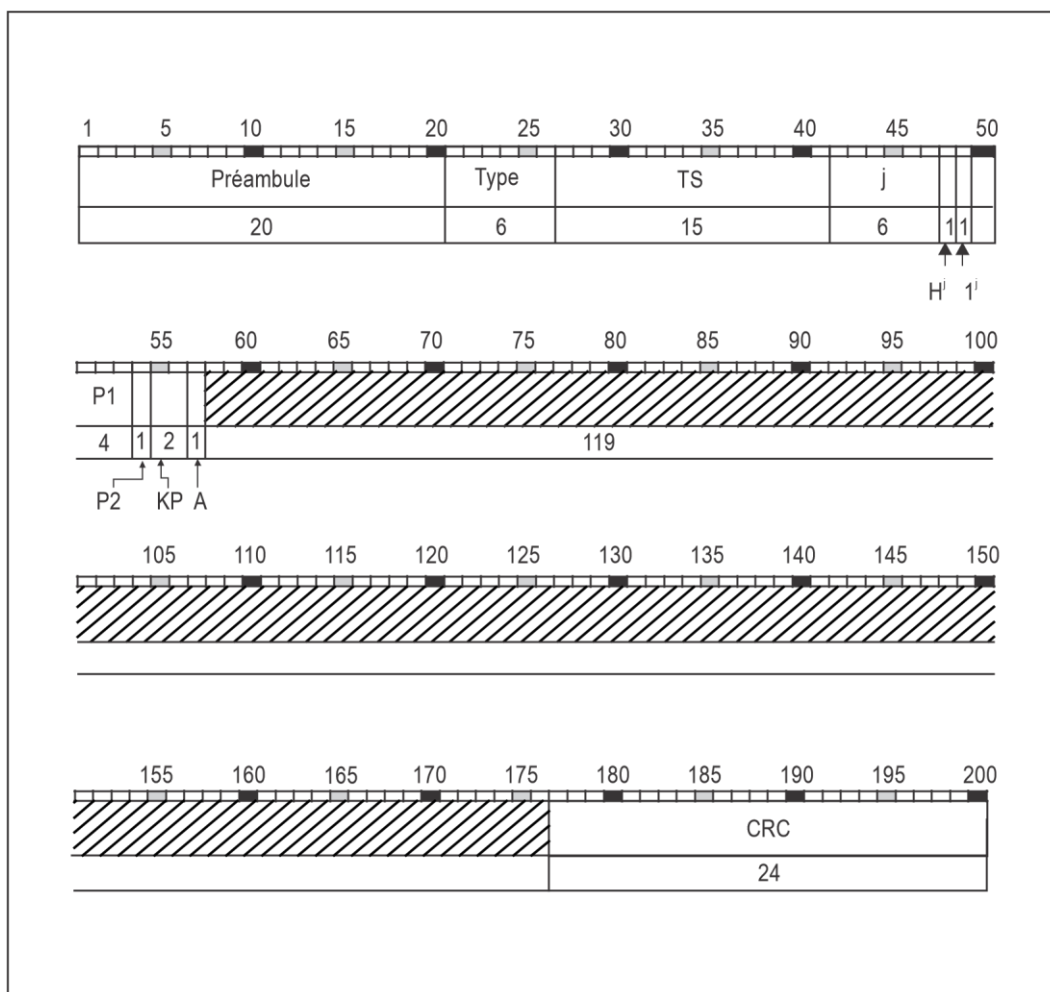


Figure B-12B. Chaîne de données anormale de type 1 du signal L3OCd



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

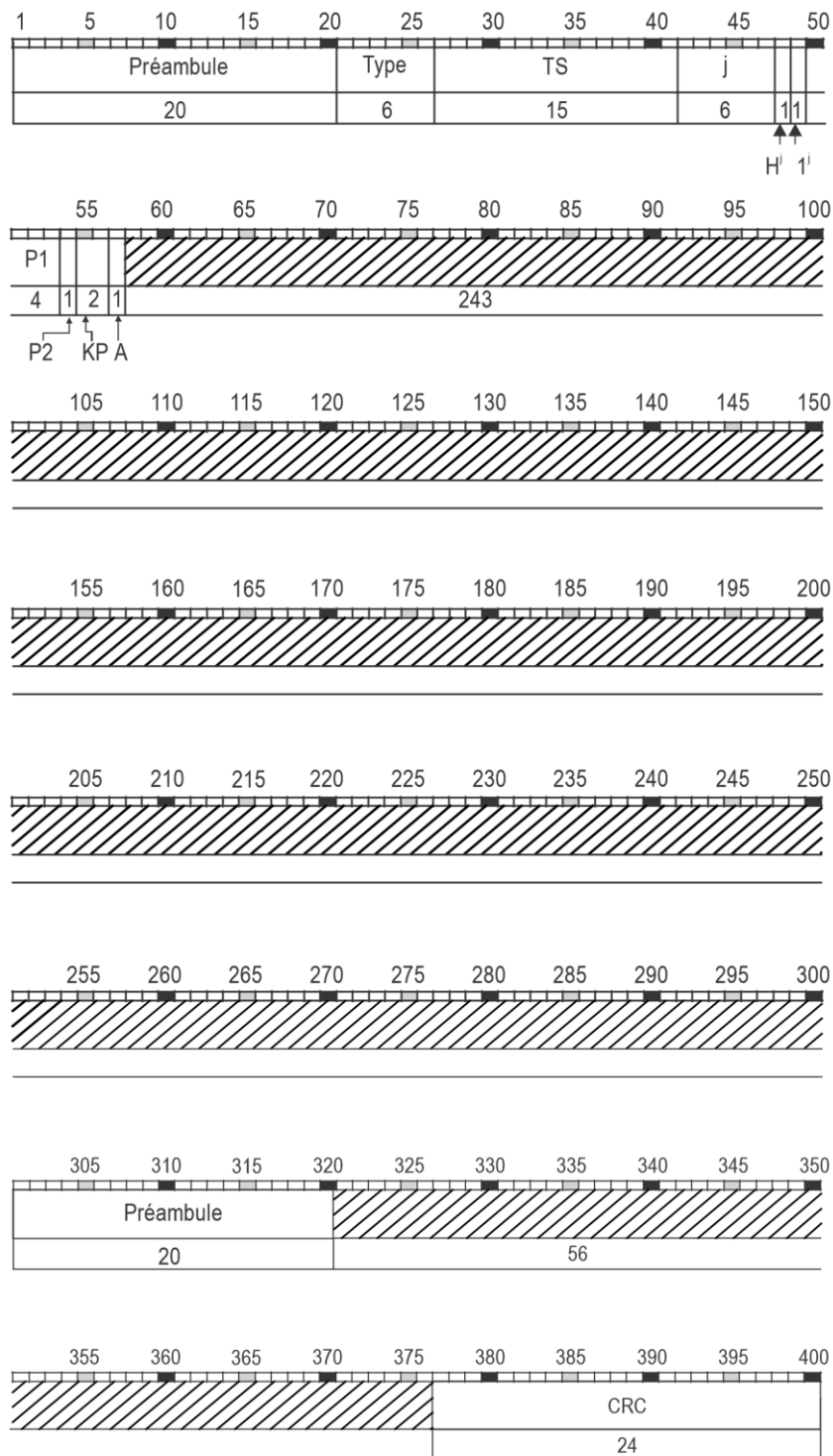
## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 379

Révision : 04

Date : 10/11/2025





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 380  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

Figure B-12C. Chaîne de données anormale de type 2 du signal L3OCd

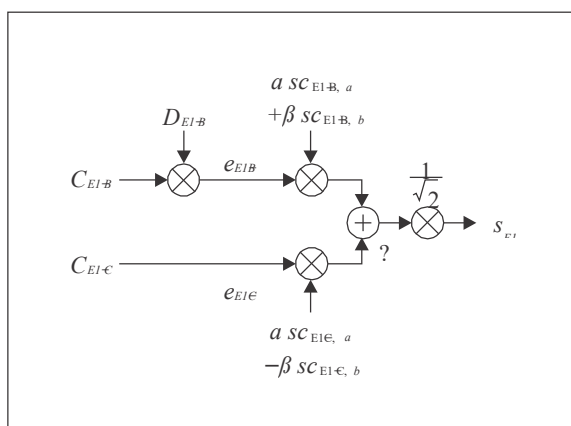


Figure B-13. Schéma de modulation CBOC pour le signal E1

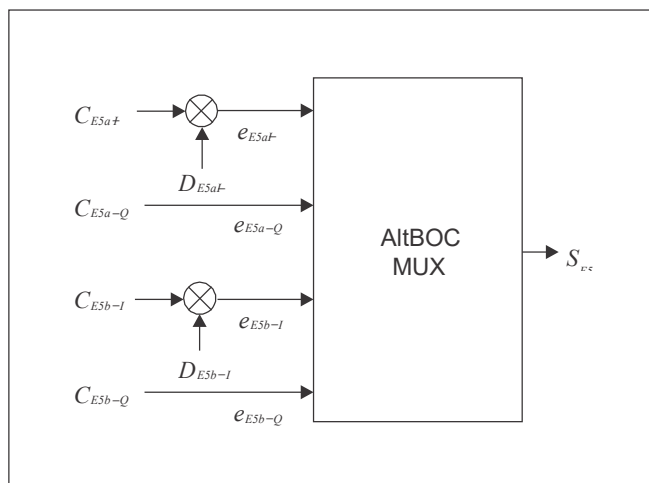


Figure 14. Schéma de modulation AltBOC pour le signal E5



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 381  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

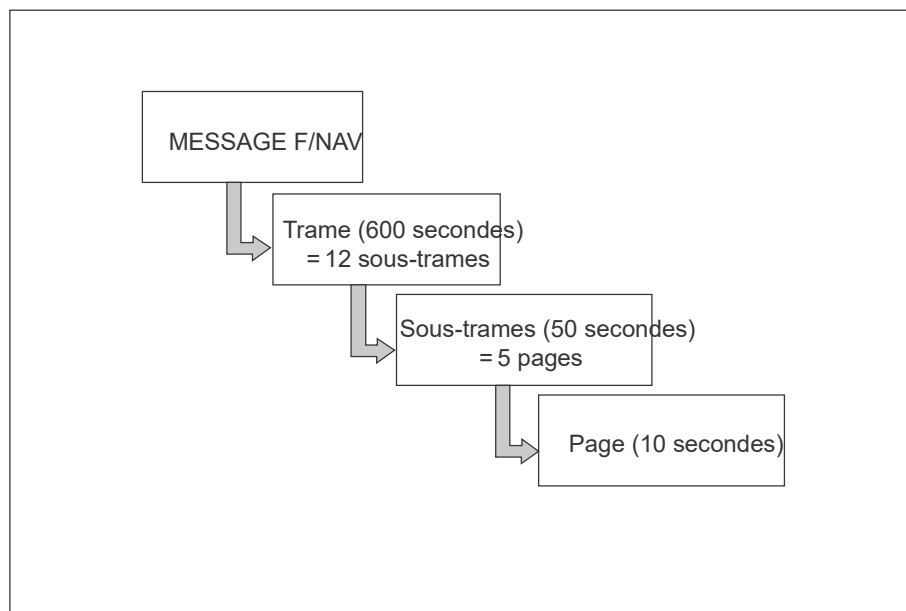
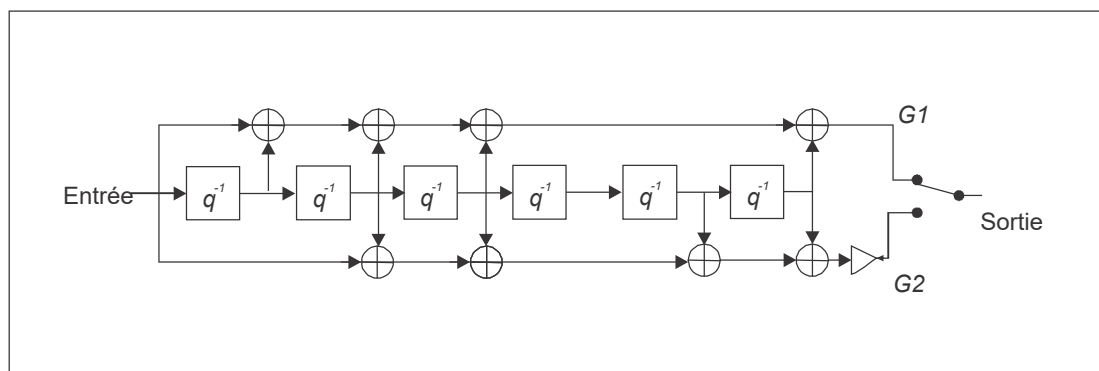


Figure 15. Structure du message F/NAV





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 382  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

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

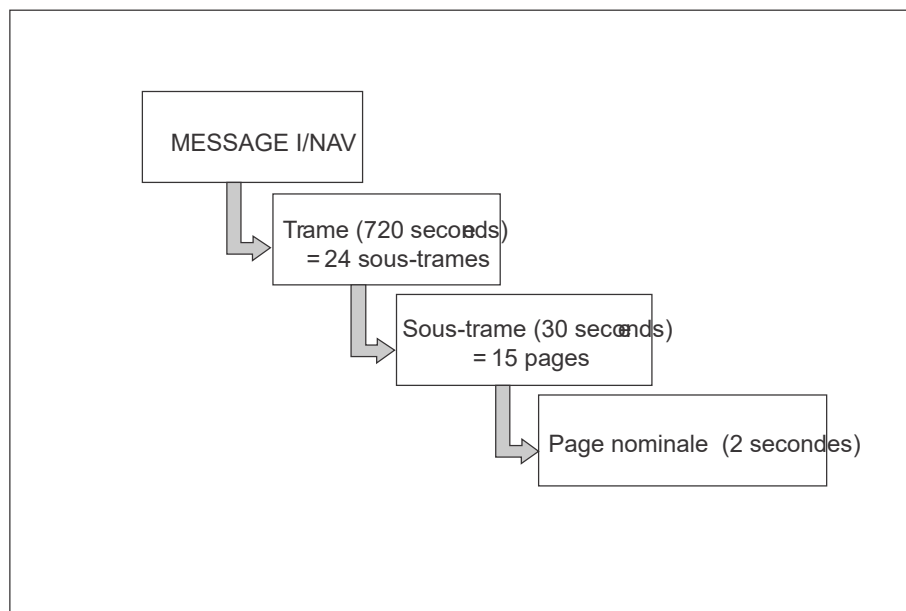
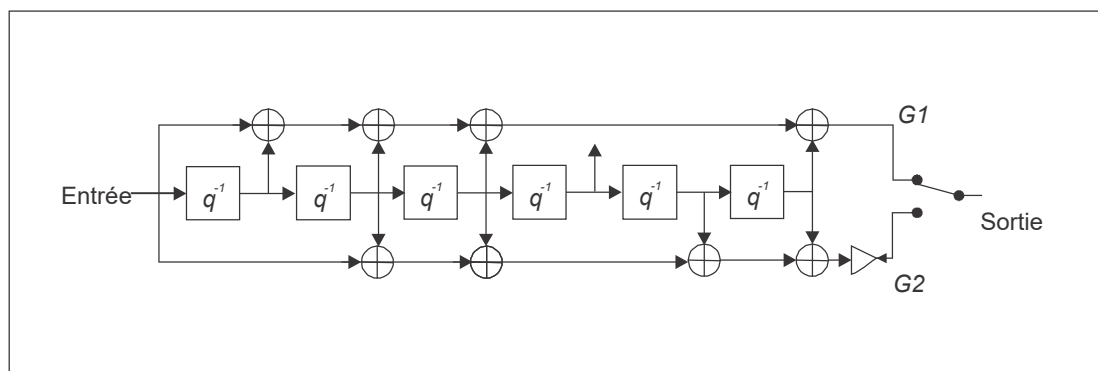


Figure 17. Structure du message I/NAV





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 383  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

Figure B-18. Schéma de code à convolution

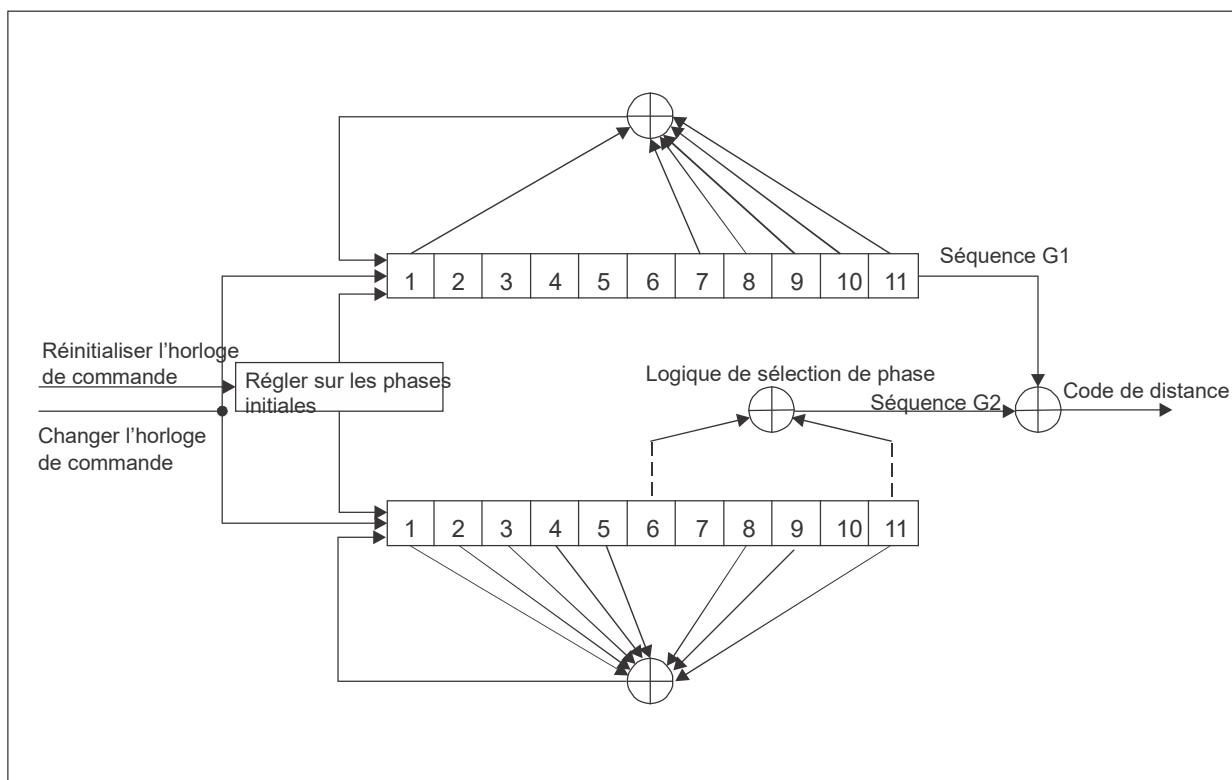


Figure B-19. Générateur du code de mesure de distance C<sub>B11</sub>





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 384  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

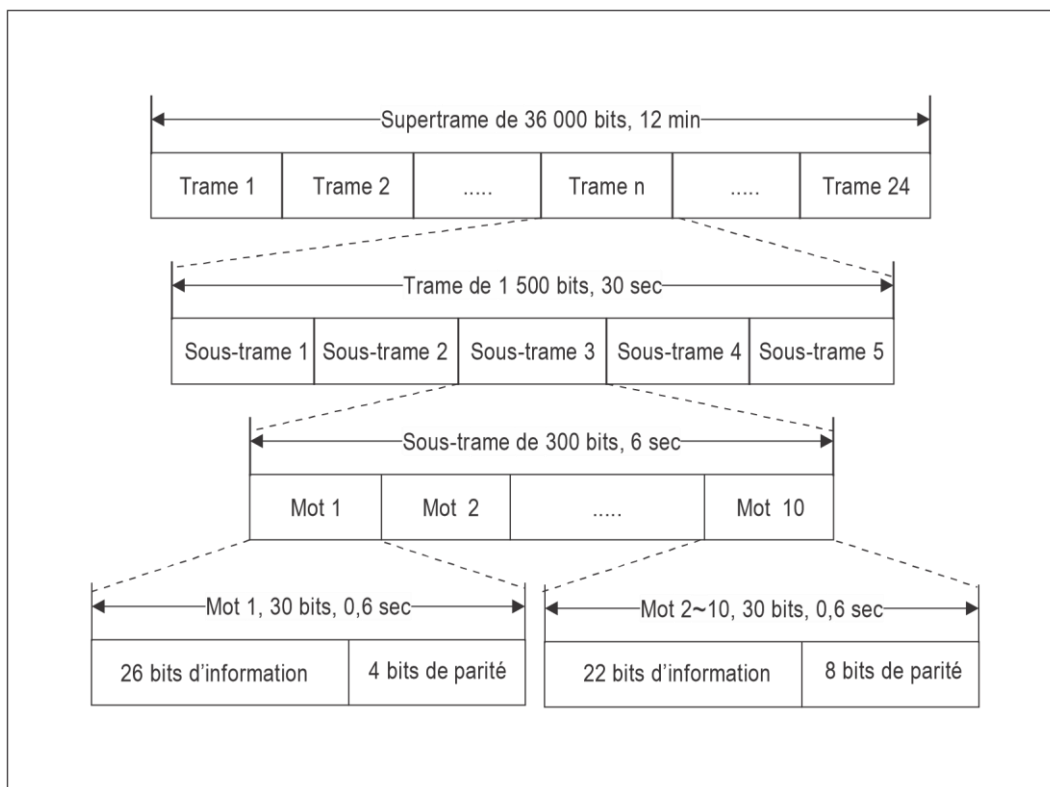


**Figure B-20. Structure de la trame du message de navigation D1**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 385  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

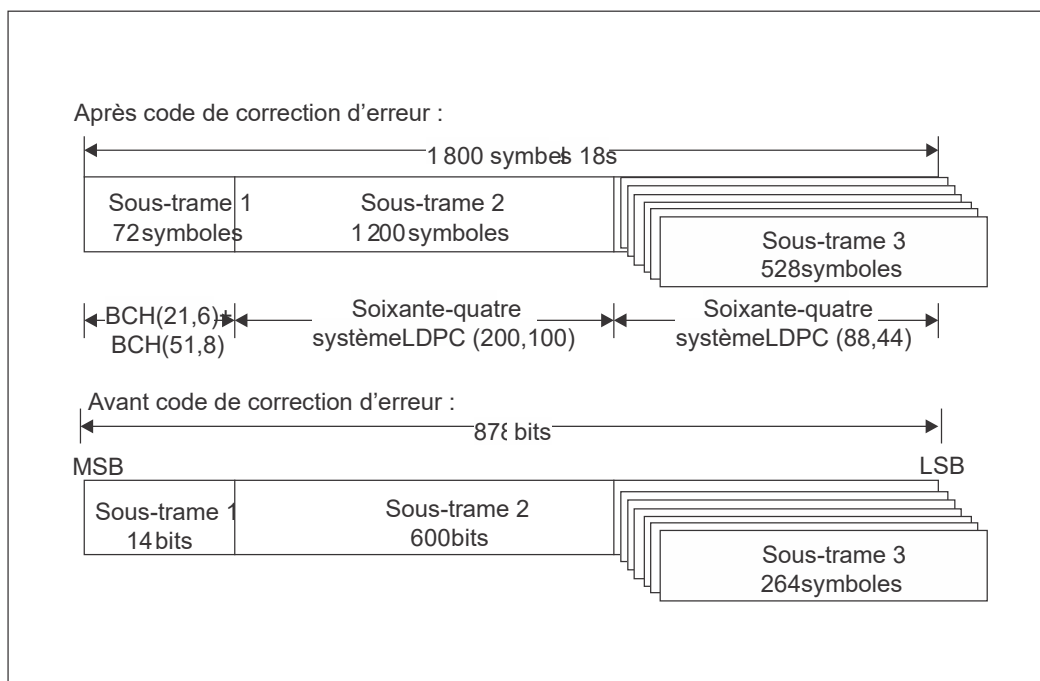


Figure B-21. Structure de base de la trame du message B-CNAV1

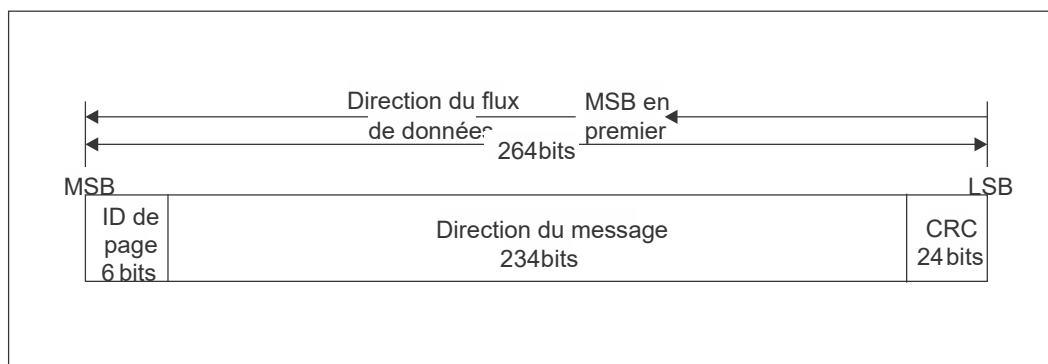


Figure B-22. Structure de la trame pour la sous-trame 3 du message B-CNAV1



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 386  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

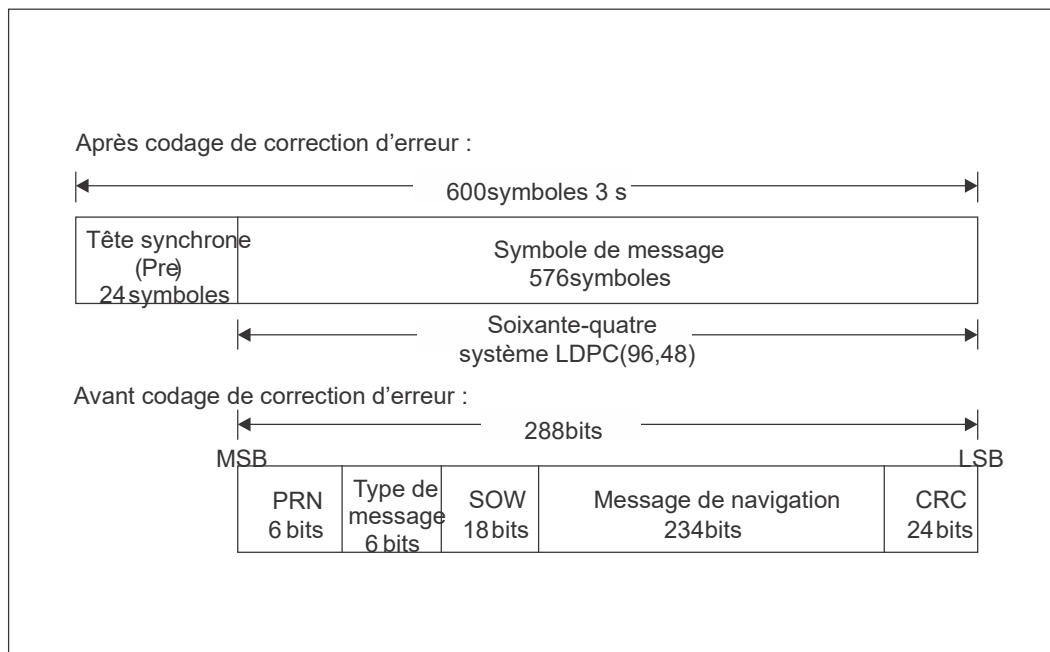
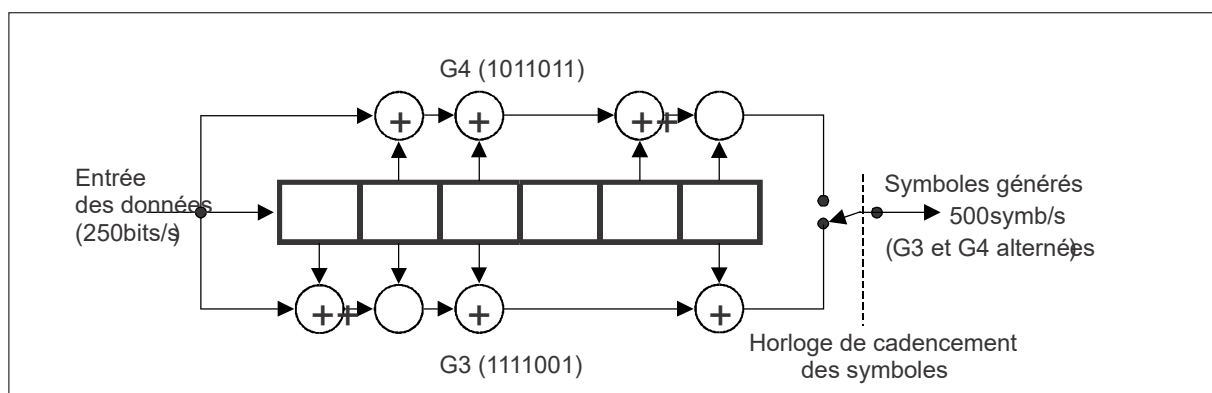


Figure B-23. Structure de base de la trame du message B-CNAV2



|                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                    |                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|  <p>Agence Nationale de<br/>l'Aviation Civile du Togo</p> | <p align="center"><b>APPENDICES</b><br/> <b>RANT 10 - PART 1</b><br/> <b>TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES</b><br/> <b>RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION</b><br/> <b>AÉRIENNE</b></p> | <p>APP : 387<br/> Révision : 04<br/> Date : 10/11/2025</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|

**Figure B-24. Codage à convolution**

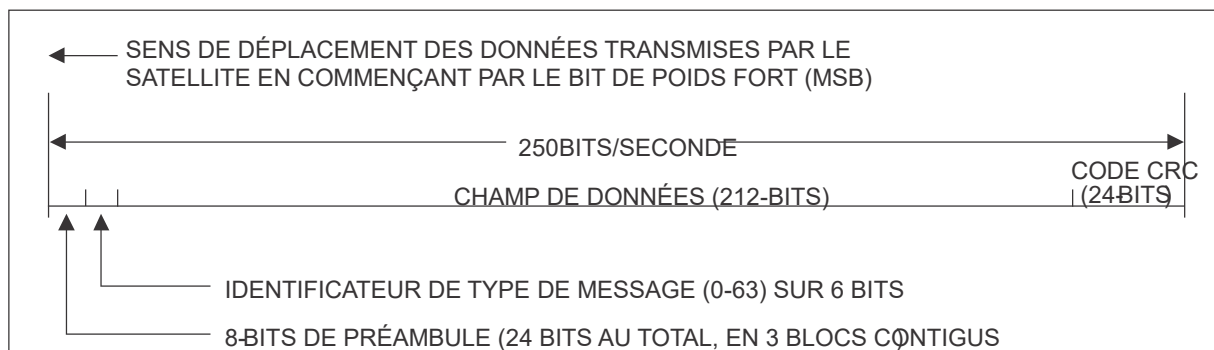


**Figure B-25. Format des blocs de données L1**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 388  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

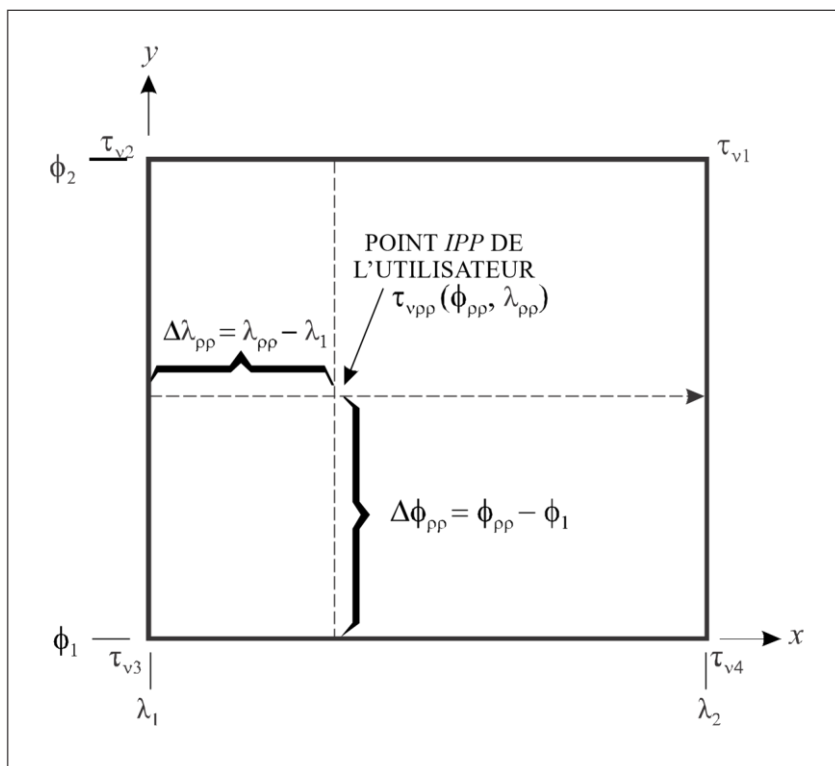


**Figure B-26. Interpolation du retard ionosphérique à partir de quatre points IGP**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# **APPENDICES** **RANT 10 - PART 1** **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES** **RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION** **AÉRIENNE**

APP : 389  
 Révision : 04  
 Date : 10/11/2025

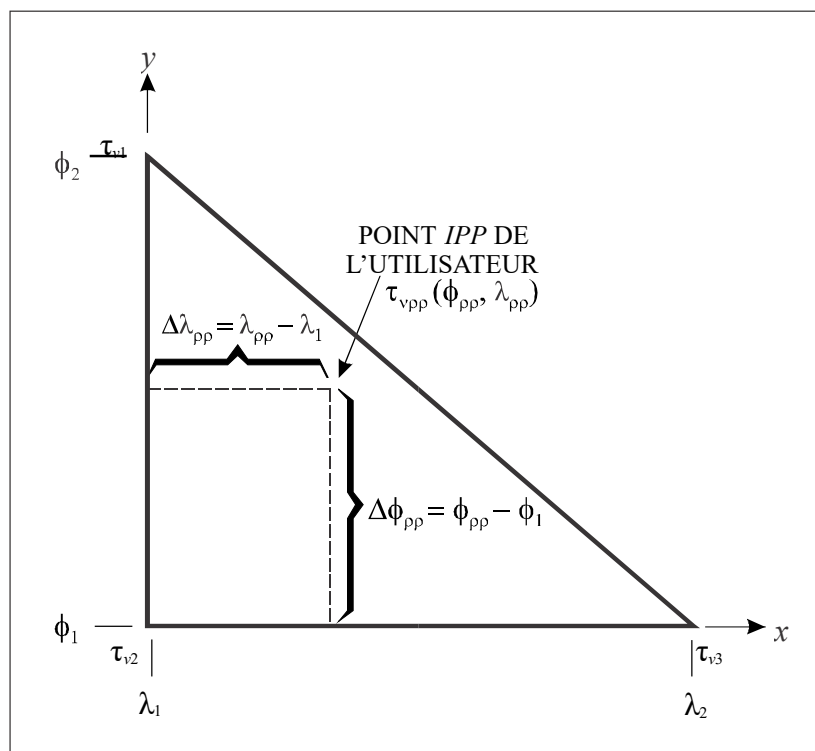


**Figure B-27. Convention de numérotation IGP (trois points IGP)**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 390  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

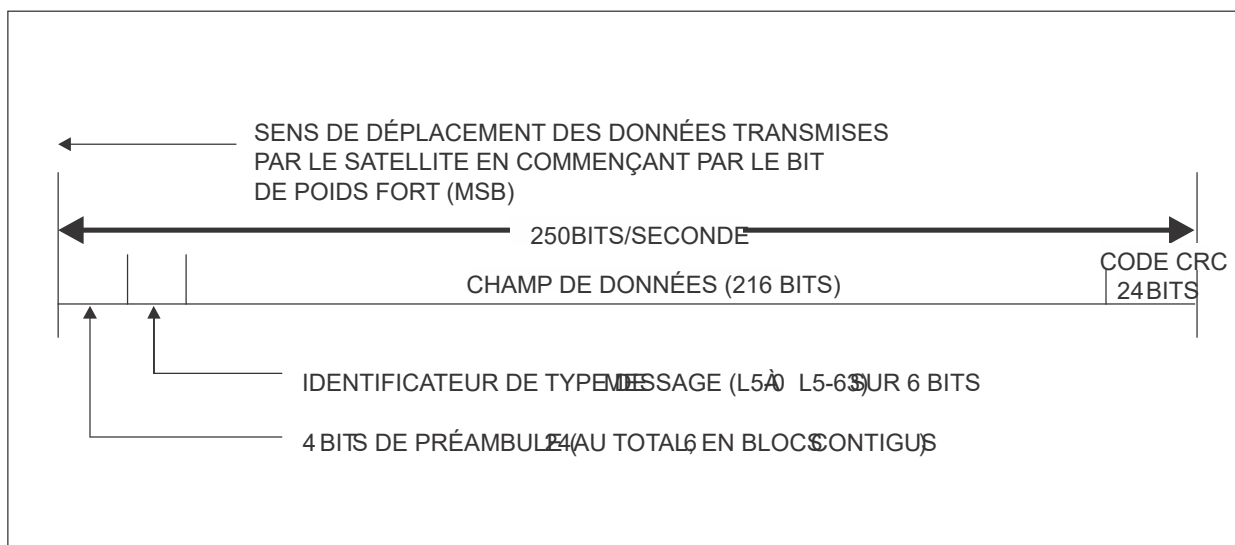


**Figure B-28. Format des blocs de données L5**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 391  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

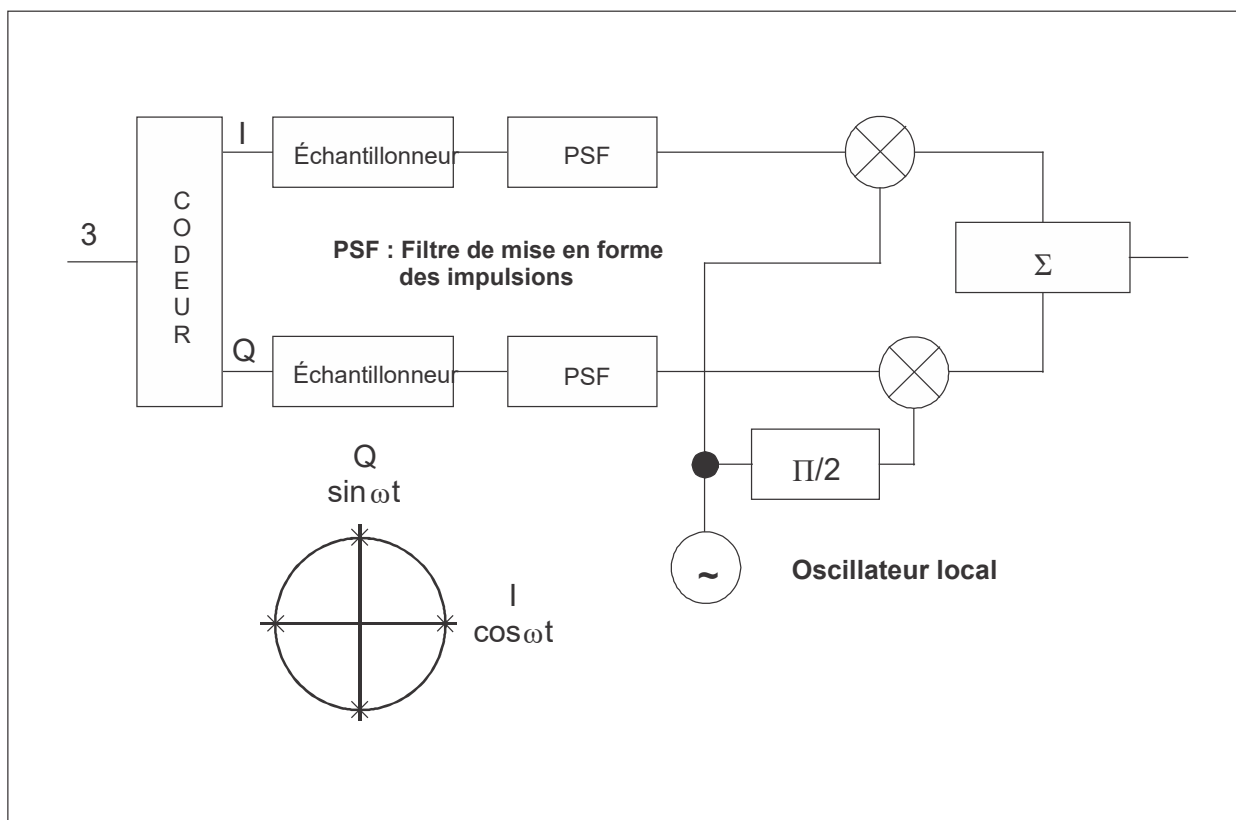


**Figure B-29. Exemple de modulation de données**





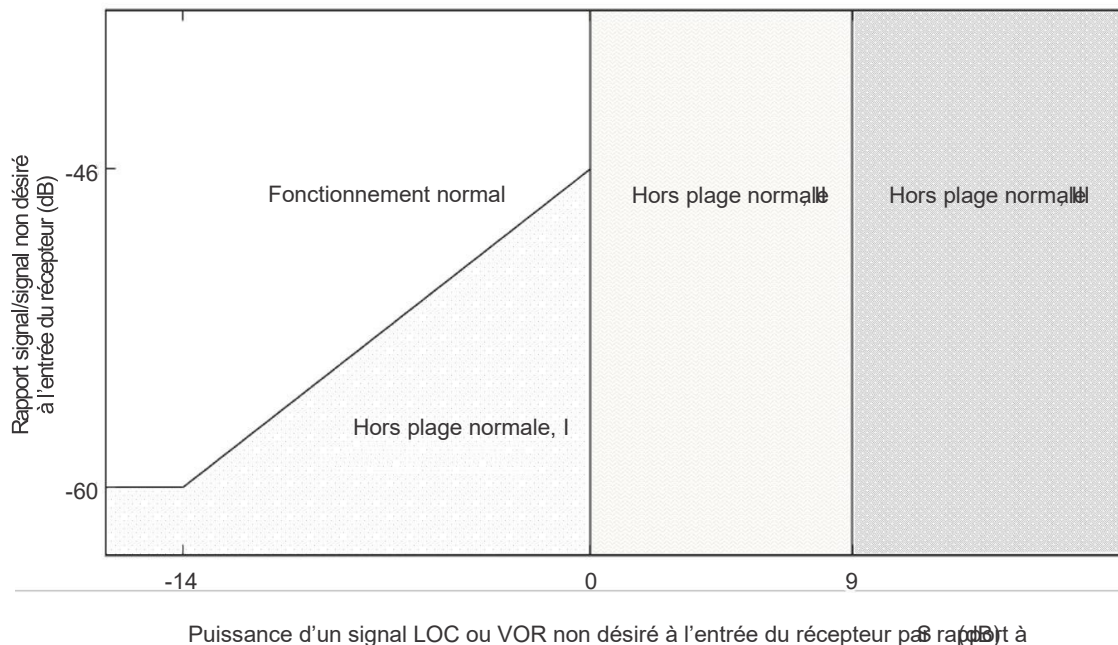
Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 392  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025



#### Notes :

1. Note.— La partie de la figure marquée « Fonctionnement normal » est celle dans laquelle le § 3.6.8.2.2.6.4 s'applique et, par conséquent, les exigences du § 3.6.8.2.2.3 sont respectées (MFR 0,001). La limite inférieure de cette partie correspond à la ligne qui représente le rapport minimal acceptable signal utile/signal non désiré spécifié au § 3.6.8.2.2.6.4 en fonction de la puissance non désirée, pour les valeurs de la puissance non désirée jusqu'à  $S_{max}$ .
2. Dans les trois autres parties de la figure, le § 3.6.8.2.2.6.4 ne s'applique pas. Par conséquent, les exigences énoncées au § 3.6.8.2.2.3 pourraient ne pas être respectées, et le MFR pourrait atteindre 1.
3. La partie marquée « Hors plage normale I » est la seule dans laquelle le rapport signal utile/signal non désiré est inférieur à la valeur minimale acceptable définie au § 3.6.8.2.2.6.4 et la puissance non désirée, inférieure ou égale à  $S_{max}$ .
4. La partie marquée « Hors plage normale II » est celle dans laquelle la puissance non désirée est supérieure à  $S_{max}$ , mais inférieure à  $S_{max} + 9$  dB. La prescription concernant le rétablissement du récepteur à la suite d'une puissance excessive de courte durée du signal non désiré énoncée au § 3.6.8.2.2.6.5 s'applique dans cette partie.
5. La partie marquée « Hors plage normale III » est celle dans laquelle la puissance non désirée est supérieure à  $S_{max} + 9$  dB. Étant donné que cette partie est hors de l'environnement opérationnel attendu, aucune prescription de performances du récepteur ne s'applique.

**Figure B-30. Régions de fonctionnement du récepteur VDB du GBAS en présence d'un signal non désiré dans les quarantièmes canaux de 25 kHz adjacents et dans les canaux adjacents suivants**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 393  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

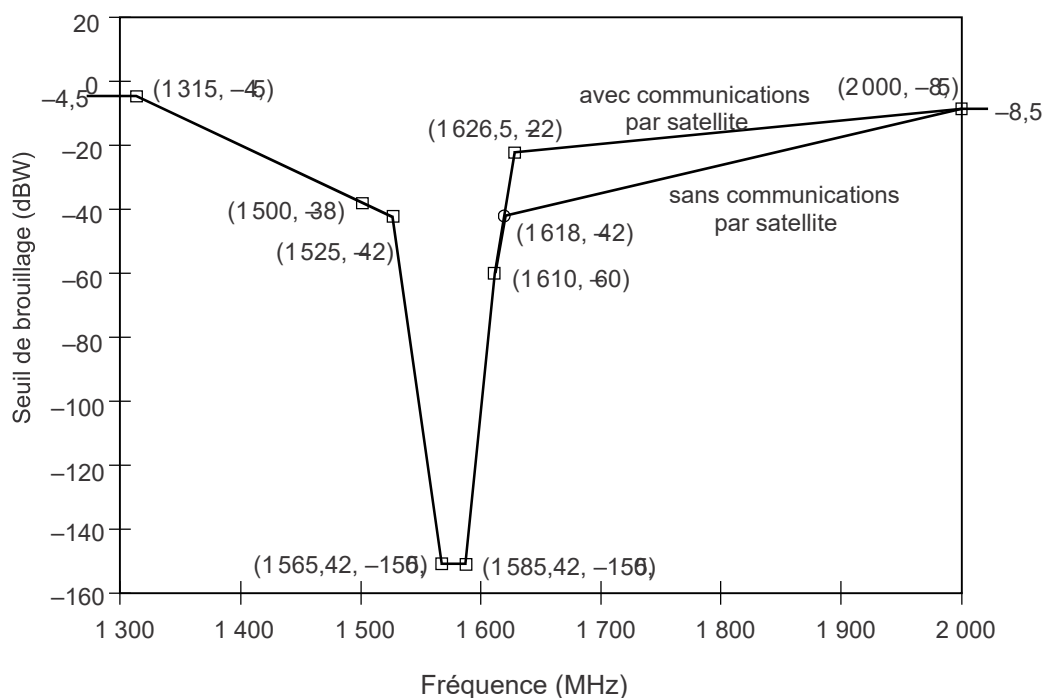


Figure B-31. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs GPS L1 et SBAS L1 en mode de navigation stabilisée



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 394  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

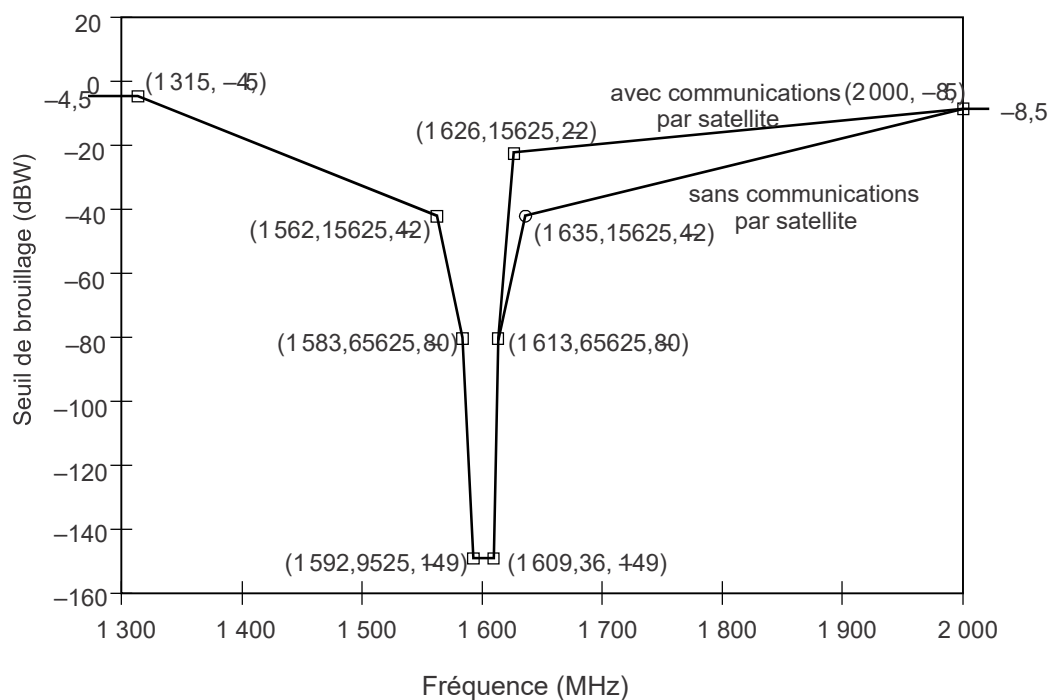


**Figure B-32. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 395  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

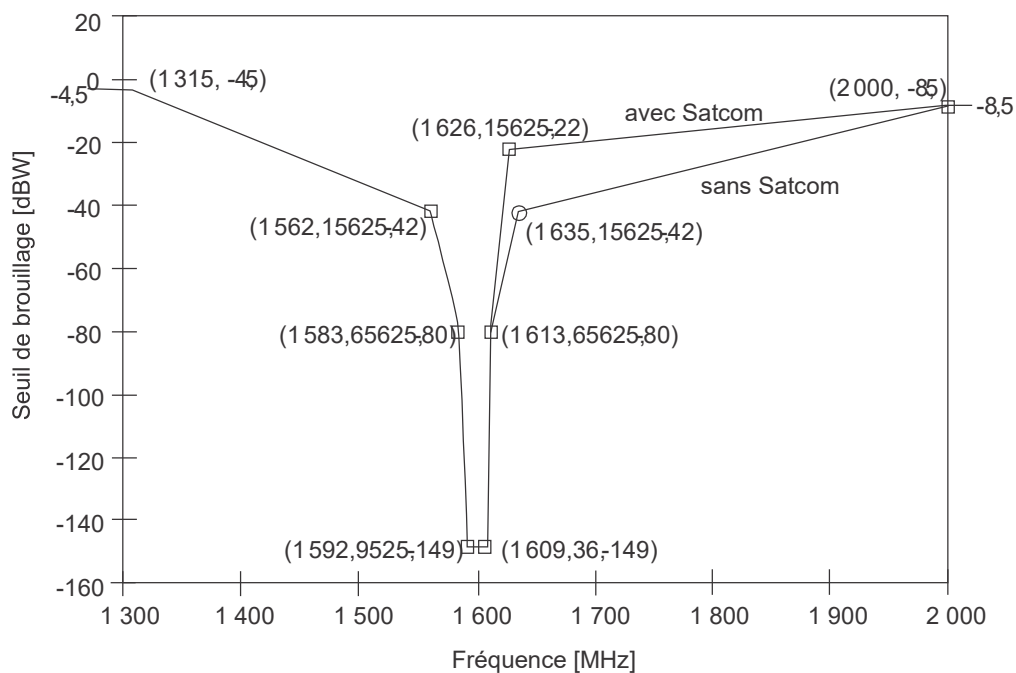


**Figure B-33. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L1 en mode de navigation stabilisée**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 396  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

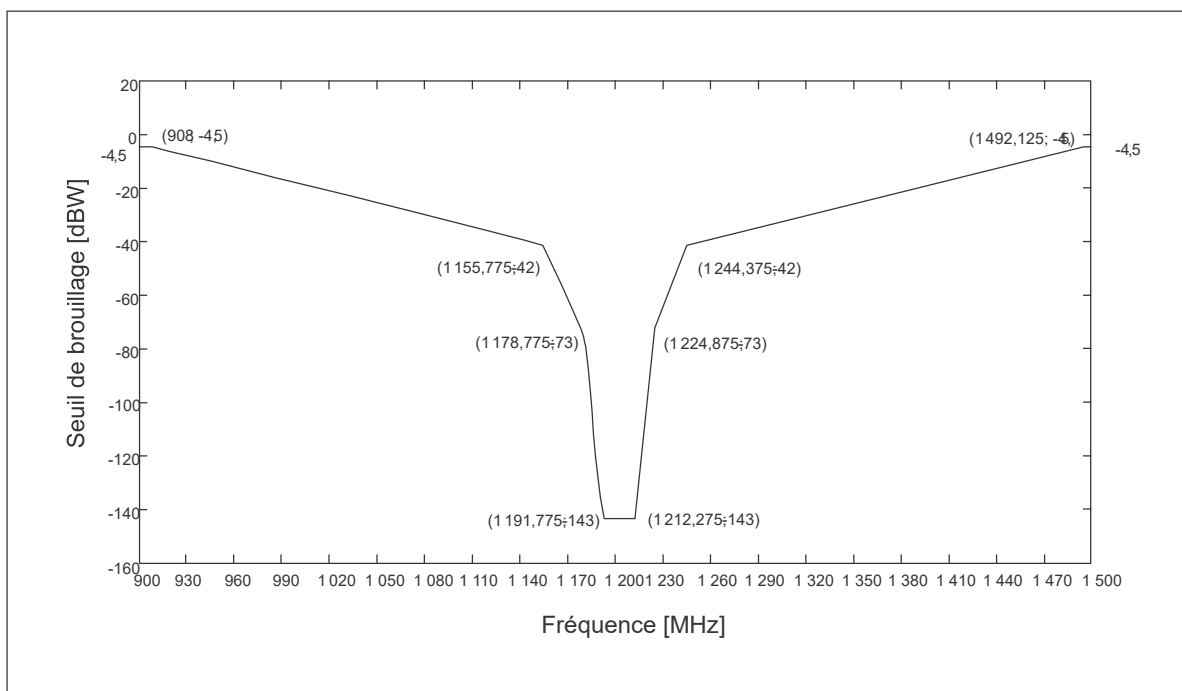


**Figure B-34. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L3 en mode de navigation stabilisée**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 397  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

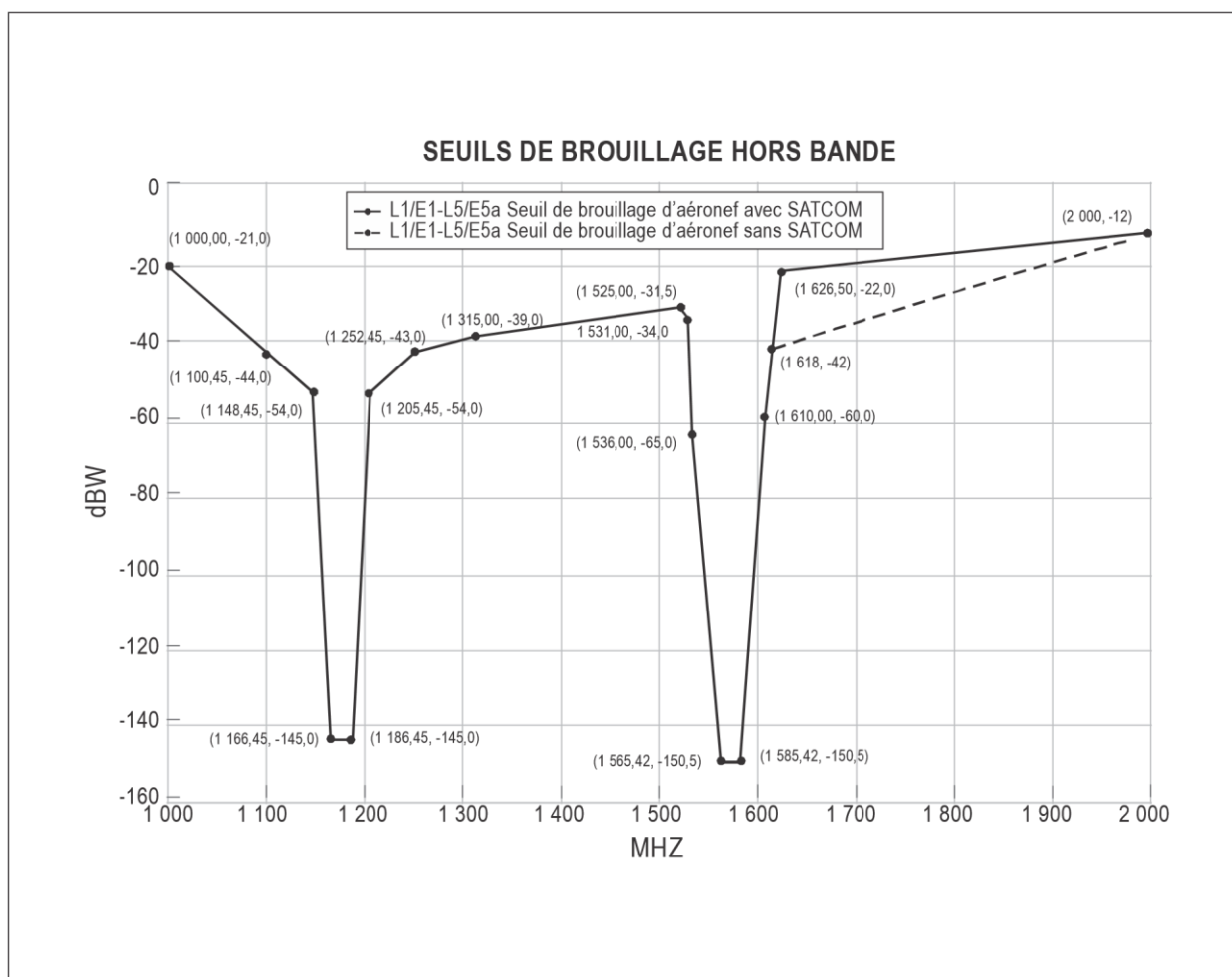


**Figure B-35. Brouillage par ondes entretenues : seuils de  
brouillage des récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5A et SBAS  
DFMC**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 398  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

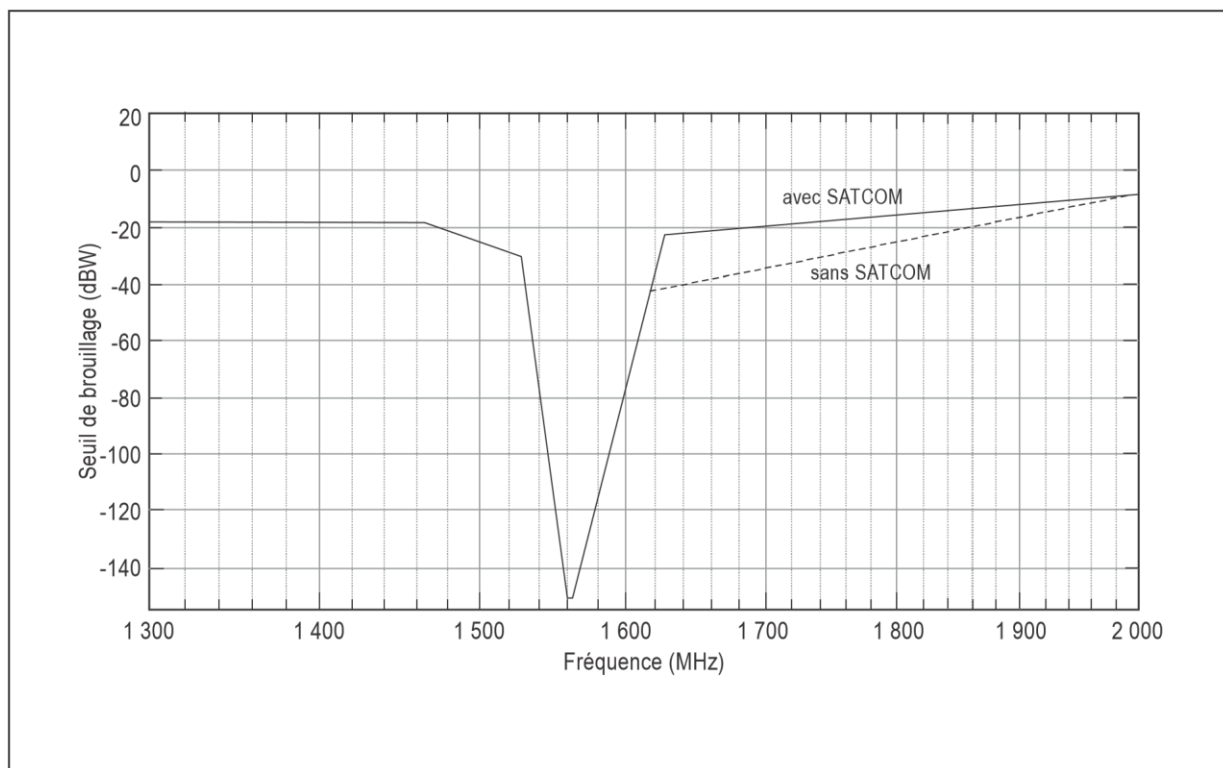


**Figure B-36A. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs BDS B1I en mode de navigation stabilisée**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 399  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

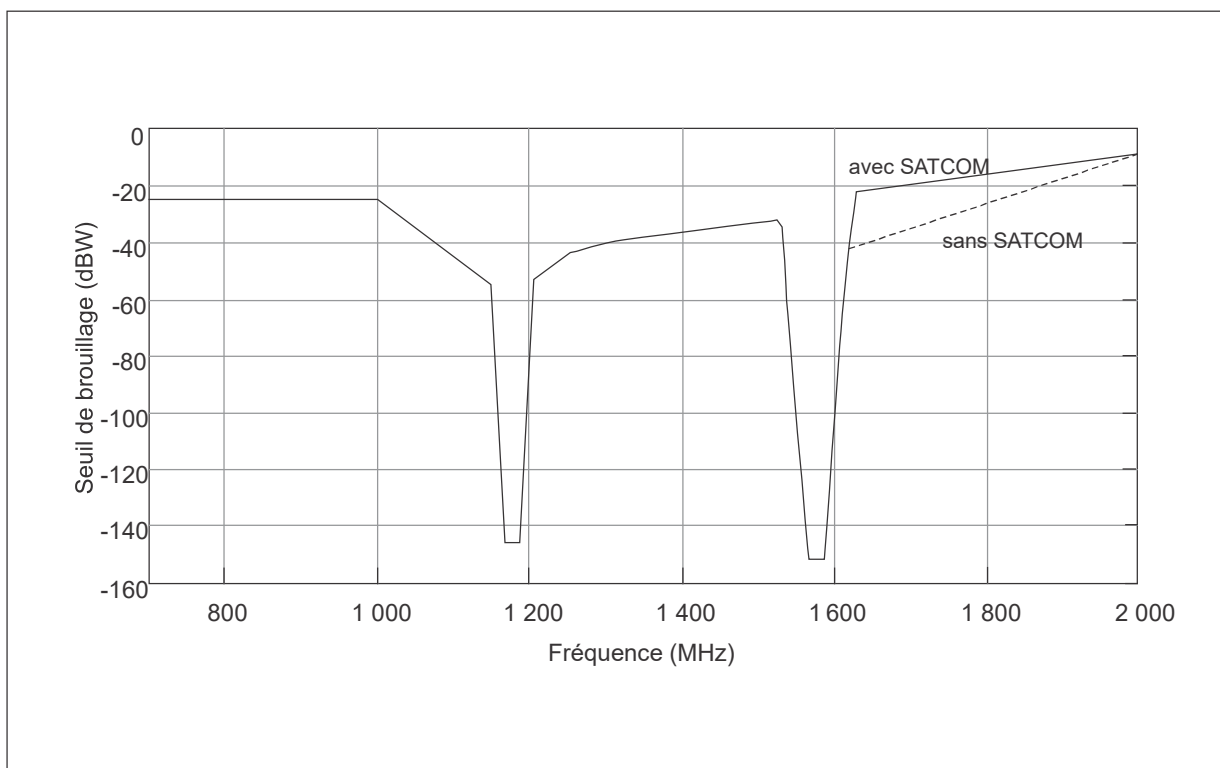


**Figure B-36B. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs BDS B1C/B2a en mode de navigation stabilisée**





Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 400  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

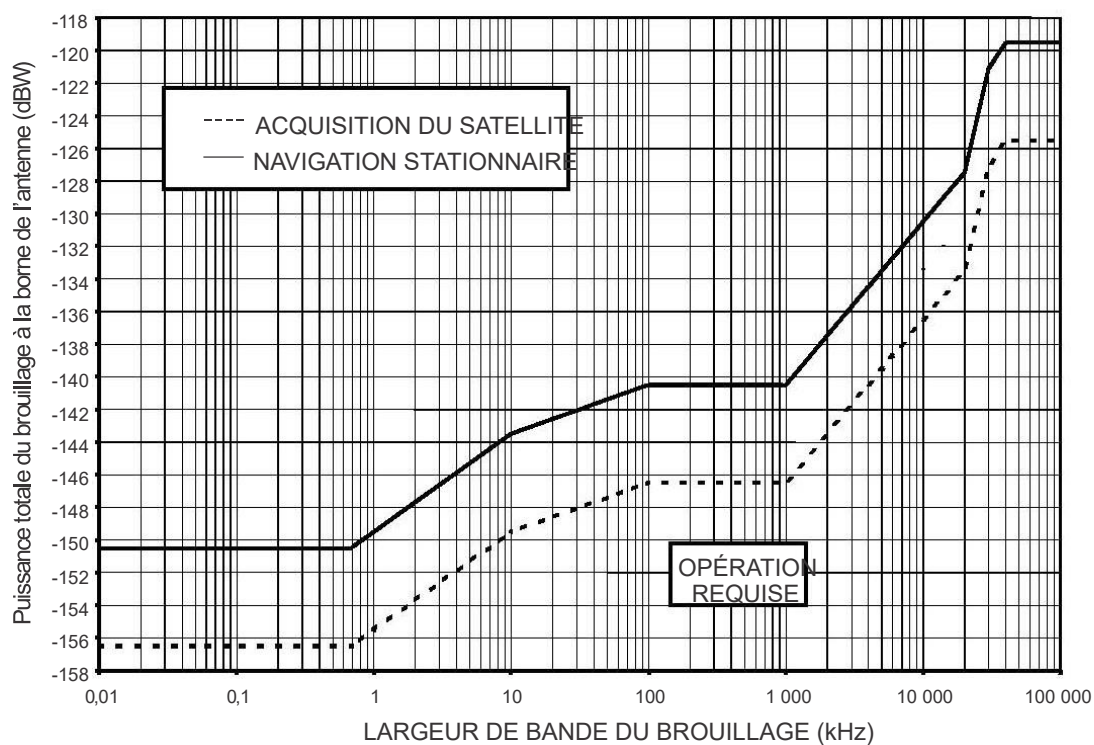


**Figure B-37. Seuil de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs GPS L1 et SBAS L1**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 401  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

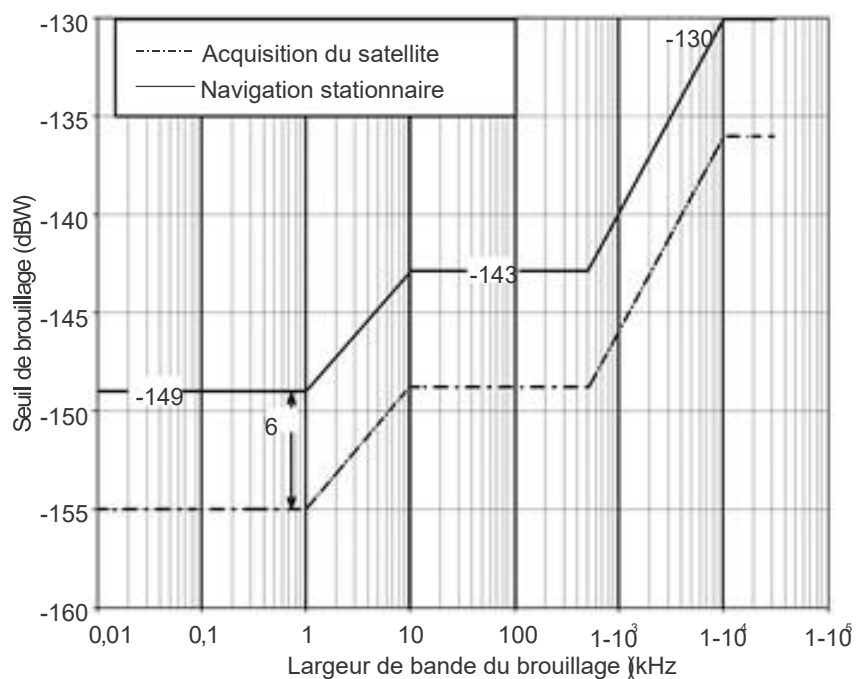


Figure B-38. Seuil de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRF dans la bande L1



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 402  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

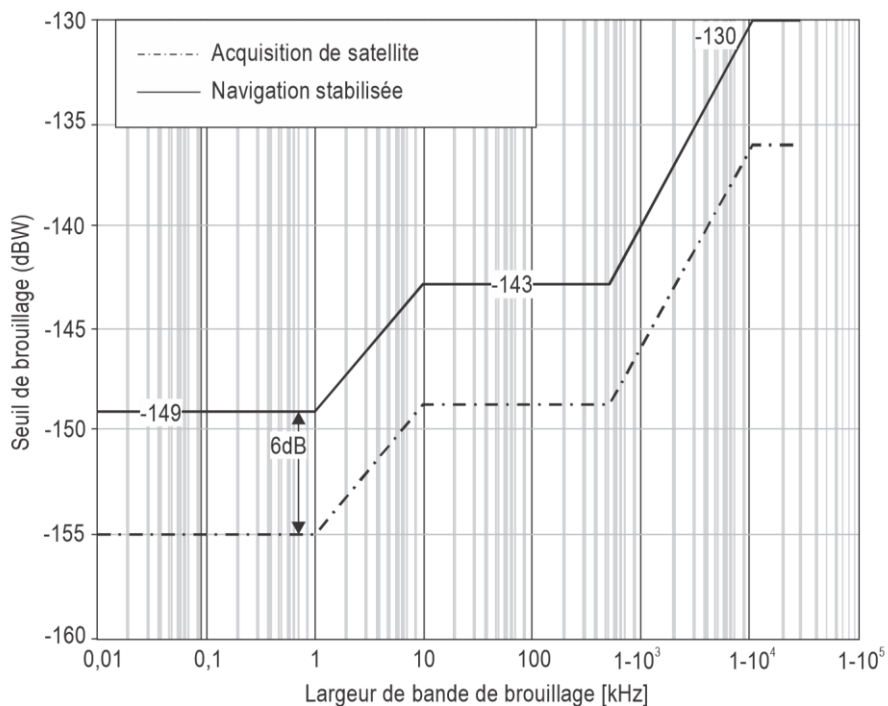


**Figure B-39. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L1**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 403  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

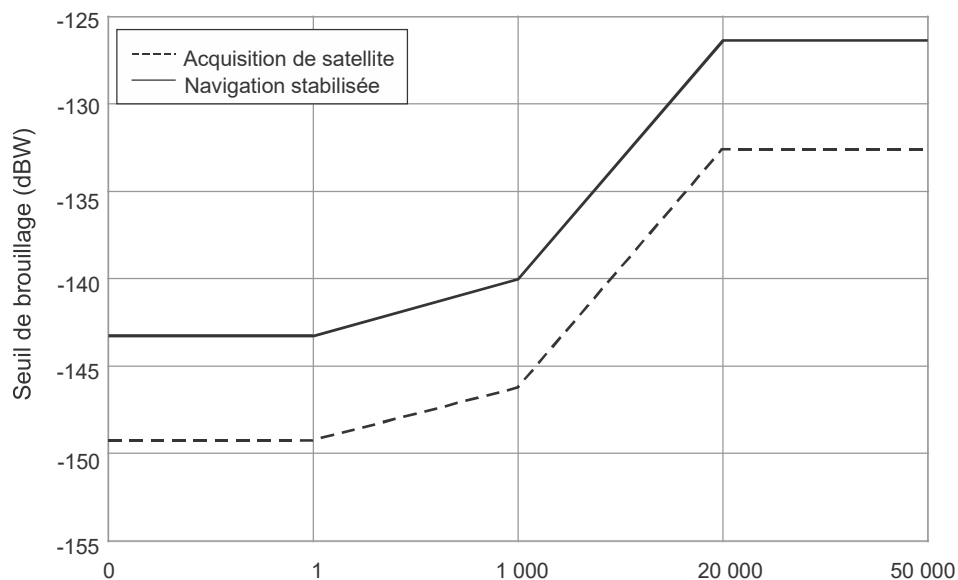


**Figure B-40. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs de signaux GLONASS à modulation AMRC dans la bande L3**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 404  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

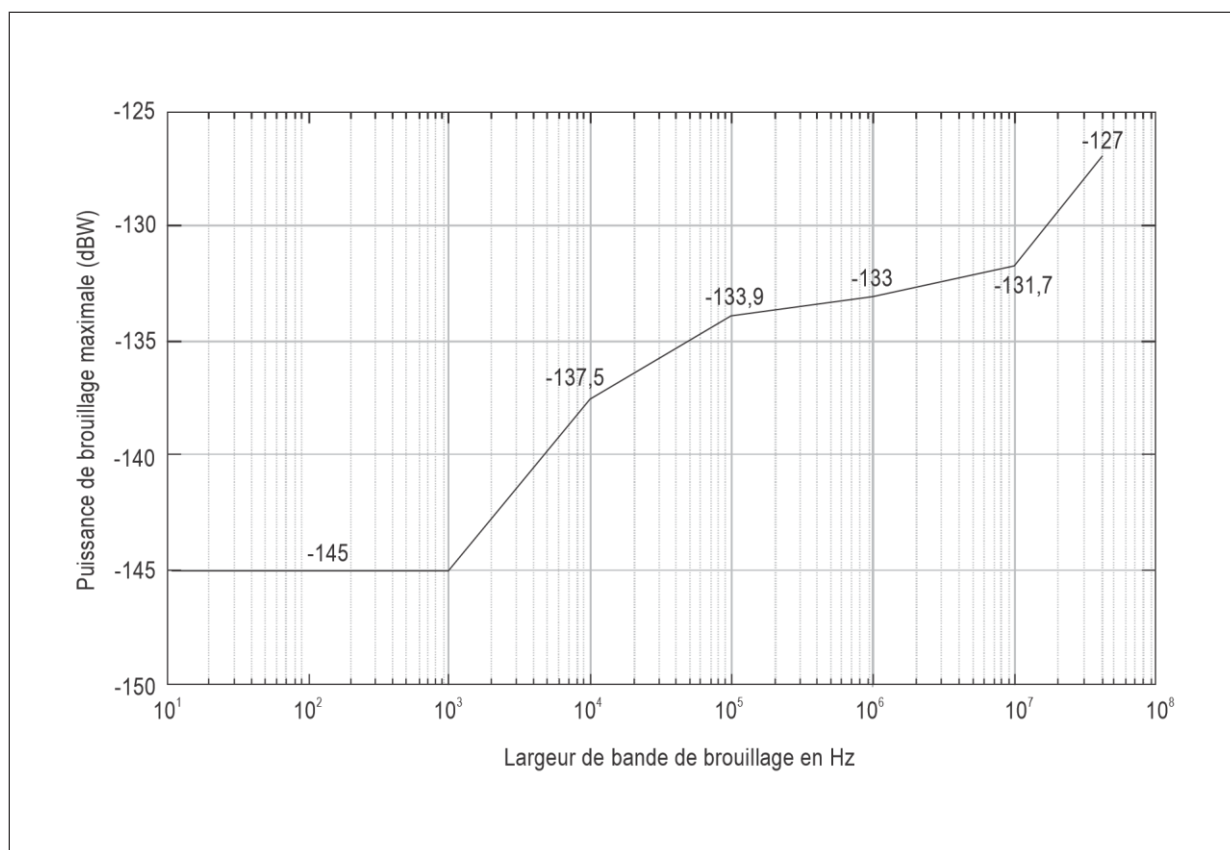


**Figure B-41. Seuils de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs GPS L1/L5, Galileo E1/E5A et SBAS DFMC**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 405  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

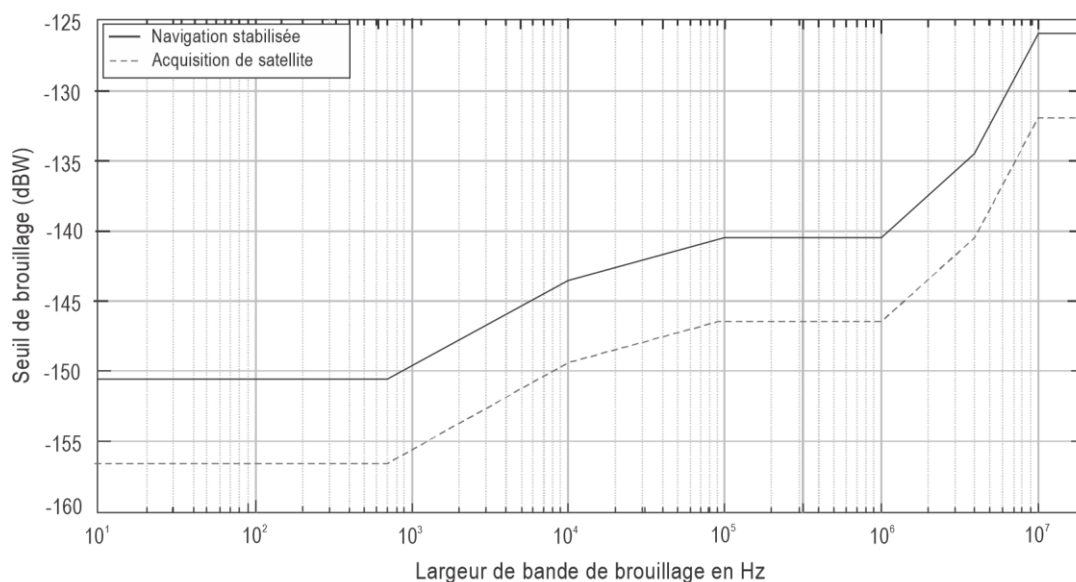


**Figure B-42A. Seuils de brouillage en fonction de la  
largeur de bande des récepteurs BDS B1I**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

**APPENDICES**  
**RANT 10 - PART 1**  
**TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES**  
**RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION**  
**AÉRIENNE**

APP : 406  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

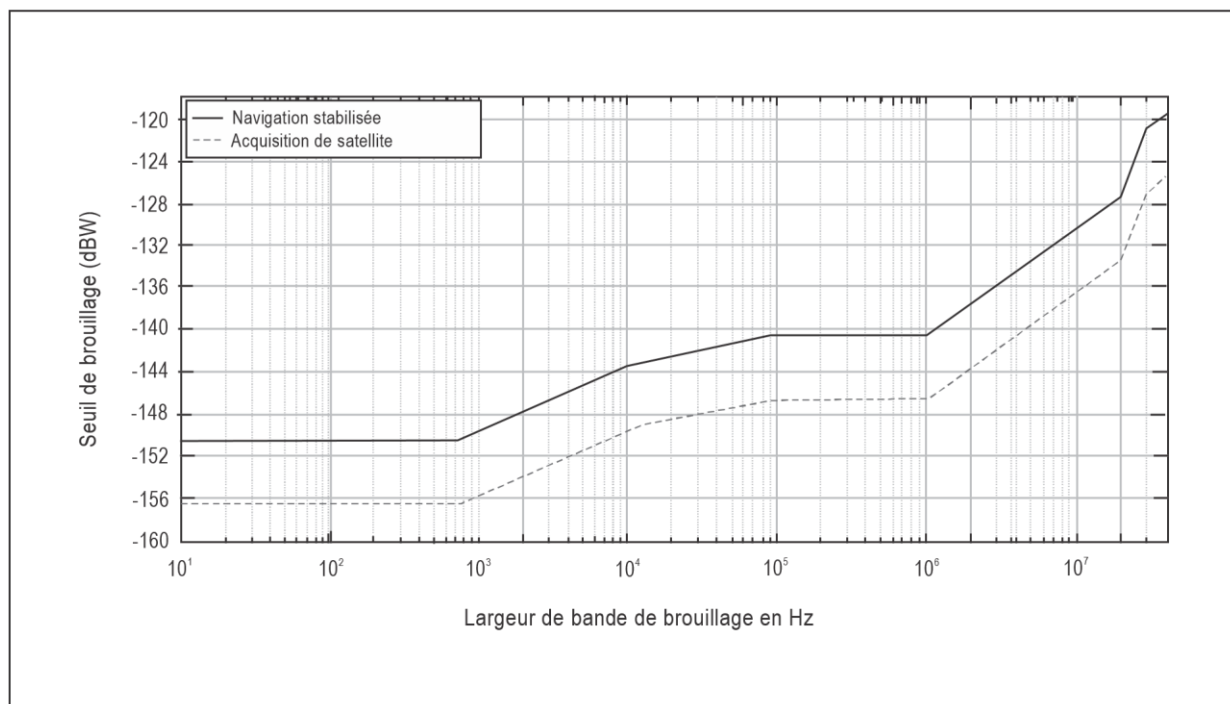


**Figure B-42B. Seuils de brouillage en fonction de la  
largeur de bande des récepteurs BDS B1C**



Agence Nationale de  
l'Aviation Civile du Togo

# APPENDICES

## RANT 10 - PART 1

### TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE NAVIGATION AÉRIENNE

APP : 407  
Révision : 04  
Date : 10/11/2025

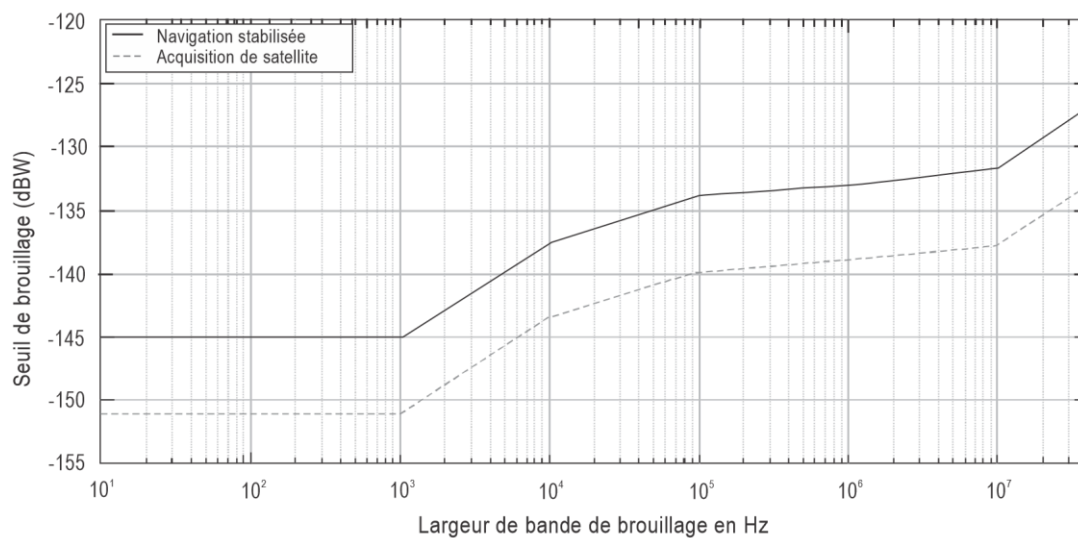


**Figure B-42C. Seuils de brouillage en fonction de la  
largeur de bande des récepteurs BDS B2a**