

# **RÉPUBLIQUE DU TOGO**

**Travail – Liberté – Patrie**

**Ministère chargé de l'Aviation Civile**



## **APPENDICES**

### **RANT 10 - PART 1**

## **TÉLÉCOMMUNICATIONS AÉRONAUTIQUES**

### **AIDES RADIO A LA NAVIGATION AÉRIENNE**

**APPROUVE PAR**

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

**ET AMENDÉ PAR**

**DÉCISION N° 34-4/19/ANAC/DG/CJ/DNAA du 11 juin 2019 portant amendement  
des dispositions techniques contenues dans le règlement aéronautique national  
togolais relatif aux télécommunications aéronautiques**



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

**RANT 10 – PART 1**  
**Télécommunications aéronautiques**  
**Aides radio à la navigation**  
**APPENDICES**

Page: APP 2 de 244  
Révision: 00  
Date: 01/07/2015

## **TABLE DES MATIÈRES**

|                                                                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| TABLE DES MATIÈRES.....                                                                                                    | 2   |
| APPENDICE A: CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME D'ATERRISSAGE<br>HYPERFRÉQUENCES (MLS) .....                                      | 3   |
| APPENDICE B: SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES DÉTAILLÉES RELATIVES<br>AU SYSTÈME MONDIAL DE NAVIGATION PAR SATELLITE (GNSS) ..... | 27  |
| 1. DÉFINITIONS.....                                                                                                        | 27  |
| 2. GÉNÉRALITÉS .....                                                                                                       | 27  |
| 3. ÉLÉMENTS DU GNSS .....                                                                                                  | 27  |
| 3.1 Service de localisation standard (SPS) du GPS (L1) .....                                                               | 27  |
| 3.2 Canal de précision standard (L1) du système mondial de satellite de<br>navigation (GLONASS) .....                      | 50  |
| 3.3 Utilisation combinée du GPS et du GLONASS .....                                                                        | 69  |
| 3.4 Système de renforcement embarqué (ABAS) .....                                                                          | 69  |
| 3.5 Système de renforcement satellitaire (SBAS) .....                                                                      | 69  |
| 3.6 Système de renforcement au sol (GBAS) et système régional de<br>renforcement au sol (GRAS) .....                       | 131 |
| 3.7 Protection contre le brouillage .....                                                                                  | 216 |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

**RANT 10 – PART 1**  
**Télécommunications aéronautiques**  
**Aides radio à la navigation**  
**APPENDICES**

Page: APP 3 de 244  
Révision: 00  
Date: 01/07/2015

**APPENDICE A: CARACTÉRISTIQUES DU SYSTÈME D'ATERRISSAGE  
HYPERFRÉQUENCES (MLS)**

**Tableau A-1. Séquencement du préambule\*** (voir § 3.11.4.3.4)

| Événement                                                   | Début de créneau                              |               |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------|
|                                                             | Impulsion d'horloge<br>15,625 kHz<br>(numéro) | Temps<br>(ms) |
| Acquisition de la porteuse<br>(Émission en onde entretenue) | 0                                             | 0             |
| Code de temps de référence<br>du récepteur                  |                                               |               |
| I <sub>1</sub> = 1                                          | 13                                            | 0,832         |
| I <sub>2</sub> = 1                                          | 14                                            | 0,896         |
| I <sub>3</sub> = 1                                          | 15                                            | 0,960         |
| I <sub>4</sub> = 0                                          | 16                                            | 1,024         |
| I <sub>5</sub> = 1                                          | 17                                            | 1,088**       |
| Identification de fonction                                  |                                               |               |
| I <sub>6</sub>                                              | 18                                            | 1,152         |
| I <sub>7</sub>                                              | 19                                            | 1,216         |
| I <sub>8</sub>                                              | 20                                            | 1,280         |
| I <sub>9</sub> (voir § 3.11.4.4.3.3)                        | 21                                            | 1,344         |
| I <sub>10</sub>                                             | 22                                            | 1,408         |
| I <sub>11</sub>                                             | 23                                            | 1,472         |
| I <sub>12</sub>                                             | 24                                            | 1,536         |
| Fin de préambule                                            | 25                                            | 1,600         |

\* S'applique à toutes les fonctions émises.

\*\* Temps de référence pour la synchronisation du récepteur et pour le séquencement de toutes les fonctions.



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

**RANT 10 – PART 1**  
**Télécommunications aéronautiques**  
**Aides radio à la navigation**  
**APPENDICES**

Page: APP 4 de 244  
Révision: 00  
Date: 01/07/2015

**Tableau A-2. Séquencement de fonction d'azimut d'approche**  
(voir § 3.11.4.3.4)

| Événement                                 | Début de créneau                              |               |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------|
|                                           | Impulsion d'horloge<br>15,625 kHz<br>(numéro) | Temps<br>(ms) |
| Préambule                                 | 0                                             | 0             |
| Code morse (voir § 3.11.4.6.2.1.2)        | 25                                            | 1,600         |
| Sélection d'antenne                       | 26                                            | 1,664         |
| OCI « arrière »                           | 32                                            | 2,048         |
| OCI « gauche »                            | 34                                            | 2,176         |
| OCI « droite »                            | 36                                            | 2,304         |
| Essai « aller »                           | 38                                            | 2,432         |
| Balayage « aller »*                       | 40                                            | 2,560         |
| Pause                                     |                                               | 8,760         |
| Point médian de balayage                  |                                               | 9,060         |
| Balayage « retour »*                      |                                               | 9,360         |
| Essai « retour »                          |                                               | 15,560        |
| Fin de fonction (bord)                    |                                               | 15,688        |
| Fin de temps mort ; fin de fonction (sol) |                                               | 15,900        |

\* Le début effectif et la fin effective des émissions de balayage ALLER et de balayage RETOUR dépendent du secteur de guidage proportionnel assuré. Les créneaux indiqués conviennent à un balayage maximal de  $\pm 62,0$  degrés. Le séquencement du balayage sera compatible avec les spécifications en matière de précision.

Ndt : OCI = indication hors limites



**Tableau A-3. Séquencement de fonction d'azimut d'approche à cadence élevée  
et de fonction d'azimut arrière**  
(voir § 3.11.4.3.4)

| Événement                                 | Début de créneau                              |               |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------|
|                                           | Impulsion d'horloge<br>15,625 kHz<br>(numéro) | Temps<br>(ms) |
| Préambule                                 | 0                                             | 0             |
| Code morse (voir § 3.11.4.6.2.1.2)        | 25                                            | 1,600         |
| Sélection d'antenne                       | 26                                            | 1,664         |
| OCI « arrière »                           | 32                                            | 2,048         |
| OCI « gauche »                            | 34                                            | 2,176         |
| OCI « droite »                            | 36                                            | 2,304         |
| Essai « aller »                           | 38                                            | 2,432         |
| Balayage « aller »*                       | 40                                            | 2,560         |
| Pause                                     |                                               | 6,760         |
| Point médian de balayage                  |                                               | 7,060         |
| Balayage « retour »*                      |                                               | 7,360         |
| Impulsion d'essai « retour »              |                                               | 11,560        |
| Fin de fonction (bord)                    |                                               | 11,688        |
| Fin de temps mort ; fin de fonction (sol) |                                               | 11,900        |

\* Le début effectif et la fin effective des émissions de balayage ALLER et de balayage RETOUR dépendent du secteur de guidage proportionnel assuré. Les créneaux indiqués conviennent à un balayage maximal de  $\pm 42,0$  degrés. Le séquencement du balayage sera compatible avec les spécifications en matière de précision.

Ndt : OCI = indication hors limites

**Tableau A-4. Séquencement de fonction de site d'approche**  
(voir § 3.11.4.3.4)

| Événement                                 | Début de créneau                              |               |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------|
|                                           | Impulsion d'horloge<br>15,625 kHz<br>(numéro) | Temps<br>(ms) |
| Préambule                                 | 0                                             | 0             |
| Pause de processeur                       | 25                                            | 1,600         |
| OCI                                       | 27                                            | 1,728         |
| Balayage « aller »*                       | 29                                            | 1,856         |
| Pause                                     |                                               | 3,406         |
| Point médian de balayage                  |                                               | 3,606         |
| Balayage « retour »*                      |                                               | 3,806         |
| Fin de fonction (bord)                    |                                               | 5,356         |
| Fin de temps mort ; fin de fonction (sol) |                                               | 5,600         |

\* Le début effectif et la fin effective des émissions de balayage ALLER et de balayage RETOUR dépendent du secteur de guidage proportionnel assuré. Les créneaux indiqués conviennent à un balayage maximal de  $-1,5$  degré à  $+29,5$  degrés. Le séquencement du balayage sera compatible avec les spécifications en matière de précision.

Ndt : OCI = indication hors limites



**Tableau A-5. Séquencement de fonction d'arrondi**  
(voir § 3.11.4.3.4)

| Événement                                 | Début de créneau                              |               |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------|
|                                           | Impulsion d'horloge<br>15,625 kHz<br>(numéro) | Temps<br>(ms) |
| Préambule                                 | 0                                             | 0             |
| Pause de processeur                       | 25                                            | 1,600         |
| Balayage « aller »*                       | 29                                            | 1,856         |
| Pause                                     |                                               | 3,056         |
| Point médian de balayage                  |                                               | 3,456         |
| Balayage « retour »*                      |                                               | 3,856         |
| Fin de fonction (bord)                    |                                               | 5,056         |
| Fin de temps mort ; fin de fonction (sol) |                                               | 5,300         |

\* Le début effectif et la fin effective des émissions de balayage ALLER et de balayage RETOUR dépendent du secteur de guidage proportionnel assuré. Les créneaux indiqués conviennent à un balayage maximal de  $-2,0$  degrés à  $+10,0$  degrés. Le séquencement du balayage sera compatible avec les spécifications en matière de précision.

Ndt : OCI = indication hors limites

**Tableau A-6. Séquencement de fonction de données de base**  
(voir § 3.11.4.3.4)

| Événement                                     | Début de créneau                              |               |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------|
|                                               | Impulsion d'horloge<br>15,625 kHz<br>(numéro) | Temps<br>(ms) |
| Préambule                                     | 0                                             | 0             |
| Émission de données (Bits $I_{13} - I_{30}$ ) | 25                                            | 1,600         |
| Émission de parité (Bits $I_{31} - I_{32}$ )  | 43                                            | 2,752         |
| Fin de fonction (bord)                        | 45                                            | 2,880         |
| Fin de temps mort ; fin de fonction (sol)     |                                               | 3,100         |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP 7 de 244  
Révision: 00  
Date: 01/07/2015

**Tableau A-7. Données de base**  
*(voir § 3.11.4.8.2.1)*

| Mot | Données                                                                     | Intervalle<br>max. entre<br>émissions<br>(secondes) | Bits<br>utilisés | Plage de<br>valeurs           | Bit de<br>poids<br>faible | Bits n°                           |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| 1   | PRÉAMBULE                                                                   | 1,0                                                 | 12               | (voir Note 10)                |                           | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|     | Distance antenne d'azimut<br>d'approche — seuil                             |                                                     | 6                | de 0 m à 6 300 m              | 100 m                     | I <sub>13</sub> – I <sub>18</sub> |
|     | Limite négative de secteur de guidage<br>proportionnel en azimut d'approche |                                                     | 5                | de 0° à 60°<br>(voir Note 11) | 2°                        | I <sub>19</sub> – I <sub>23</sub> |
|     | Limite positive de secteur de guidage<br>proportionnel en azimut d'approche |                                                     | 5                | de 0° à 60°<br>(voir Note 11) | 2°                        | I <sub>24</sub> – I <sub>28</sub> |
|     | Type de signal de guidage<br>complémentaire                                 |                                                     | 1                | (voir Note 9)                 |                           | I <sub>29</sub>                   |
|     | RÉSERVE                                                                     |                                                     | 1                | (voir Note 12)                |                           | I <sub>30</sub>                   |
|     | PARITÉ                                                                      |                                                     | 2                | (voir Note 1)                 |                           | I <sub>31</sub> – I <sub>32</sub> |
| 2   | PRÉAMBULE                                                                   | 0,16                                                | 12               | (voir Note 10)                |                           | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|     | Alignement de descente minimal                                              |                                                     | 7                | de 2° à 14,7°                 | 0,1°                      | I <sub>13</sub> – I <sub>19</sub> |
|     | État de l'azimut arrière                                                    |                                                     | 1                | (voir Note 2)                 |                           | I <sub>20</sub>                   |
|     | État du DME                                                                 |                                                     | 2                | (voir Note 7)                 |                           | I <sub>21</sub> – I <sub>22</sub> |
|     | État de l'azimut d'approche                                                 |                                                     | 1                | (voir Note 2)                 |                           | I <sub>23</sub>                   |
|     | État du site d'approche                                                     |                                                     | 1                | (voir Note 2)                 |                           | I <sub>24</sub>                   |
|     | RÉSERVE                                                                     |                                                     | 6                | (voir Notes 6 et 12)          |                           | I <sub>25</sub> – I <sub>30</sub> |
|     | PARITÉ                                                                      |                                                     | 2                | (voir Note 1)                 |                           | I <sub>31</sub> – I <sub>32</sub> |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP 8 de 244  
Révision: 00  
Date: 01/07/2015

| Mot | Données                                                                  | Intervalle<br>max. entre<br>émissions<br>(secondes) | Bits<br>utilisés | Plage de<br>valeurs             | Bit de<br>poids<br>faible | Bits n°                           |
|-----|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| 3   | PRÉAMBULE                                                                | 1,0                                                 | 12               | (voir Note 10)                  |                           | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|     | Largeur de faisceau d'azimut<br>d'approche                               |                                                     | 3                | de 0,5° à 4°<br>(voir Note 8)   | 0,5°                      | I <sub>13</sub> – I <sub>15</sub> |
|     | Largeur de faisceau de site<br>d'approche                                |                                                     | 3                | de 0,5° à 2,5°<br>(voir Note 8) | 0,5°                      | I <sub>16</sub> – I <sub>18</sub> |
|     | Distance DME                                                             |                                                     | 9                | de 0 m à 6 387,5 m              | 12,5 m                    | I <sub>19</sub> – I <sub>27</sub> |
|     | RÉSERVE                                                                  |                                                     | 3                | (voir Note 12)                  |                           | I <sub>28</sub> – I <sub>30</sub> |
|     | PARITÉ                                                                   |                                                     | 2                | (voir Note 1)                   |                           | I <sub>31</sub> – I <sub>32</sub> |
| 4   | PRÉAMBULE                                                                | 1,0                                                 | 12               | (voir Notes 4 et 10)            |                           | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|     | Azimut magnétique d'approche                                             |                                                     | 9                | de 0° à 359°                    | 1°                        | I <sub>13</sub> – I <sub>21</sub> |
|     | Azimut magnétique arrière                                                |                                                     | 9                | de 0° à 359°                    | 1°                        | I <sub>22</sub> – I <sub>30</sub> |
|     | PARITÉ                                                                   |                                                     | 2                | (voir Note 1)                   |                           | I <sub>31</sub> – I <sub>32</sub> |
| 5   | PRÉAMBULE                                                                | 1,0                                                 | 12               | (voir Notes 5 et 10)            |                           | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|     | Limite négative de secteur de guidage<br>proportionnel en azimut arrière |                                                     | 5                | de 0° à 40°<br>(voir Note 11)   | 2°                        | I <sub>13</sub> – I <sub>17</sub> |
|     | Limite positive de secteur de guidage<br>proportionnel en azimut arrière |                                                     | 5                | de 0° à 40°<br>(voir Note 11)   | 2°                        | I <sub>18</sub> – I <sub>22</sub> |
|     | Largeur de faisceau d'azimut arrière                                     |                                                     | 3                | de 0,5° à 4,0°<br>(voir Note 8) | 0,5°                      | I <sub>23</sub> – I <sub>25</sub> |
|     | État de l'azimut arrière                                                 |                                                     | 1                | (voir Note 2)                   |                           | I <sub>26</sub>                   |
|     | RÉSERVE                                                                  |                                                     | 4                | (voir Notes 3 et 12)            |                           | I <sub>27</sub> – I <sub>30</sub> |
|     | PARITÉ                                                                   |                                                     | 2                | (voir Note 1)                   |                           | I <sub>31</sub> – I <sub>32</sub> |
| 6   | PRÉAMBULE                                                                | 1,0                                                 | 12               | (voir Notes 4 et 10)            |                           | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|     | Identification de l'équipement sol MLS                                   |                                                     |                  | Lettres A à Z                   |                           |                                   |
|     | Caractère n° 2                                                           |                                                     | 6                |                                 |                           | I <sub>13</sub> – I <sub>18</sub> |
|     | Caractère n° 3                                                           |                                                     | 6                |                                 |                           | I <sub>19</sub> – I <sub>24</sub> |
|     | Caractère n° 4                                                           |                                                     | 6                |                                 |                           | I <sub>25</sub> – I <sub>30</sub> |
|     | PARITÉ                                                                   |                                                     | 2                | (voir Note 1)                   |                           | I <sub>31</sub> – I <sub>32</sub> |

NOTES.—

- Les bits de parité I<sub>31</sub> et I<sub>32</sub> sont choisis de façon à satisfaire aux équations suivantes :  

$$I_{13} + I_{14} \dots + I_{29} + I_{30} + I_{31} = \text{IMPAIR}$$

$$I_{14} + I_{16} + I_{18} \dots + I_{28} + I_{30} + I_{32} = \text{IMPAIR}.$$



2. Codage des bits d'état :
  - 0 = fonction non rayonnée, ou rayonnée en mode essai (non fiable pour la navigation)
  - 1 = fonction rayonnée en mode normal (dans le mot de données de base 2, l'état de l'azimut arrière indique aussi que l'émission d'azimut arrière suit).
3. Ces bits sont réservés pour des applications futures. Une application possible serait la définition du facteur d'échelle de déviation de l'azimut arrière.
4. Les mots de données de base 4 et 6 sont émis à la fois dans le secteur de couverture en azimut d'approche et dans le secteur de couverture en azimut arrière si le guidage en azimut arrière est assuré, l'intervalle maximum spécifié entre émissions continuant à être respecté dans chaque secteur.
5. Le mot de données de base 5 est émis à la fois dans le secteur de couverture en azimut d'approche et dans le secteur de couverture en azimut arrière si le guidage en azimut arrière est assuré, l'intervalle maximum spécifié entre émissions continuant à être respecté dans chaque secteur.
6. Ces bits sont réservés pour de futures applications nécessitant des valeurs élevées de la cadence d'émission.
7. Codage pour  $I_{21}$  et  $I_{22}$  :
 

|          |          |                                                        |
|----------|----------|--------------------------------------------------------|
| $I_{21}$ | $I_{22}$ |                                                        |
| 0        | 0        | Transpondeur DME hors service ou pas encore disponible |
| 1        | 0        | Seul le mode IA ou un DME/N est disponible             |
| 0        | 1        | Mode FA, norme 1, disponible                           |
| 1        | 1        | Mode FA, norme 2, disponible.                          |
8. La valeur codée est la largeur de faisceau réelle (telle qu'elle est définie au § 3.11.1) arrondie au plus proche multiple de  $0,5^\circ$ .
9. Code pour  $I_{29}$  :
  - 0 = signal de guidage complémentaire à impulsions
  - 1 = signal de guidage complémentaire de faisceau battant.
10. Les 12 bits de données du préambule sont précédés d'un intervalle de 0,832 milliseconde (13 impulsions d'horloge) en onde entretenue, destiné à l'acquisition de la porteuse (voir Tableau A-1).
11. Les limites de balayage seront supérieures aux limites du secteur de guidage proportionnel indiquées au § 3.11.4.5.1 et contenues dans les mots de données de base 1 et 5.
12. Tous les bits de réserve sont mis à ZÉRO.

**Tableau A-8. Séquencement de fonction de données auxiliaires**  
(voir § 3.11.4.3.4)

| Événement                                     | Début de créneau                              |               |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------|
|                                               | Impulsion d'horloge<br>15,625 kHz<br>(numéro) | Temps<br>(ms) |
| Préambule                                     | 0                                             | 0             |
| Émission d'adresse (Bits $I_{13} - I_{20}$ )  | 25                                            | 1,600         |
| Émission de données (Bits $I_{21} - I_{69}$ ) | 33                                            | 2,112         |
| Émission de parité (Bits $I_{70} - I_{76}$ )  | 82                                            | 5,248         |
| Fin de fonction (bord)                        | 89                                            | 5,696         |
| Fin de temps mort ; fin de fonction (sol)     |                                               | 5,900         |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP 10 de 244  
Révision: 00  
Date: 01/07/2015

**Tableau A-9. Codes d'adresse des mots de données auxiliaires**

| N° | I <sub>13</sub> | I <sub>14</sub> | I <sub>15</sub> | I <sub>16</sub> | I <sub>17</sub> | I <sub>18</sub> | I <sub>19</sub> | I <sub>20</sub> | N° | I <sub>13</sub> | I <sub>14</sub> | I <sub>15</sub> | I <sub>16</sub> | I <sub>17</sub> | I <sub>18</sub> | I <sub>19</sub> | I <sub>20</sub> |
|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1  | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1               | 1               | 1               | 33 | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1               | 0               | 1               |
| 2  | 0               | 0               | 0               | 0               | 1               | 0               | 1               | 0               | 34 | 1               | 0               | 0               | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               |
| 3  | 0               | 0               | 0               | 0               | 1               | 1               | 0               | 1               | 35 | 1               | 0               | 0               | 0               | 1               | 1               | 1               | 1               |
| 4  | 0               | 0               | 0               | 1               | 0               | 0               | 1               | 1               | 36 | 1               | 0               | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               | 1               |
| 5  | 0               | 0               | 0               | 1               | 0               | 1               | 0               | 0               | 37 | 1               | 0               | 0               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0               |
| 6  | 0               | 0               | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               | 1               | 38 | 1               | 0               | 0               | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               |
| 7  | 0               | 0               | 0               | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               | 39 | 1               | 0               | 0               | 1               | 1               | 1               | 0               | 0               |
| 8  | 0               | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               | 1               | 0               | 40 | 1               | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 9  | 0               | 0               | 1               | 0               | 0               | 1               | 0               | 1               | 41 | 1               | 0               | 1               | 0               | 0               | 1               | 1               | 1               |
| 10 | 0               | 0               | 1               | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               | 42 | 1               | 0               | 1               | 0               | 1               | 0               | 1               | 0               |
| 11 | 0               | 0               | 1               | 0               | 1               | 1               | 1               | 1               | 43 | 1               | 0               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0               | 1               |
| 12 | 0               | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               | 1               | 44 | 1               | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               | 1               | 1               |
| 13 | 0               | 0               | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0               | 45 | 1               | 0               | 1               | 1               | 0               | 1               | 0               | 0               |
| 14 | 0               | 0               | 1               | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 46 | 1               | 0               | 1               | 1               | 1               | 0               | 0               | 1               |
| 15 | 0               | 0               | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               | 0               | 47 | 1               | 0               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               |
| 16 | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1               | 1               | 48 | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1               |
| 17 | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               | 1               | 0               | 0               | 49 | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               | 1               | 1               | 0               |
| 18 | 0               | 1               | 0               | 0               | 1               | 0               | 0               | 1               | 50 | 1               | 1               | 0               | 0               | 1               | 0               | 1               | 1               |
| 19 | 0               | 1               | 0               | 0               | 1               | 1               | 1               | 0               | 51 | 1               | 1               | 0               | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               |
| 20 | 0               | 1               | 0               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 52 | 1               | 1               | 0               | 1               | 0               | 0               | 1               | 0               |
| 21 | 0               | 1               | 0               | 1               | 0               | 1               | 1               | 1               | 53 | 1               | 1               | 0               | 1               | 0               | 1               | 0               | 1               |
| 22 | 0               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0               | 1               | 0               | 54 | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               |
| 23 | 0               | 1               | 0               | 1               | 1               | 1               | 0               | 1               | 55 | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               |
| 24 | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1               | 56 | 1               | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               | 1               | 1               |
| 25 | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               | 1               | 1               | 0               | 57 | 1               | 1               | 1               | 0               | 0               | 1               | 0               | 0               |
| 26 | 0               | 1               | 1               | 0               | 1               | 0               | 1               | 1               | 58 | 1               | 1               | 1               | 0               | 1               | 0               | 0               | 1               |
| 27 | 0               | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0               | 0               | 59 | 1               | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 1               | 0               |
| 28 | 0               | 1               | 1               | 1               | 0               | 0               | 1               | 0               | 60 | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               |
| 29 | 0               | 1               | 1               | 1               | 0               | 1               | 0               | 1               | 61 | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 1               |
| 30 | 0               | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               | 0               | 0               | 62 | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               | 1               | 0               |
| 31 | 0               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 63 | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 0               | 1               |
| 32 | 1               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 1               | 0               | 64 | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               |

Note.— Les bits de parité I<sub>19</sub> et I<sub>20</sub> sont choisis de façon à satisfaire aux équations ci-après :

$$I_{13} + I_{14} + I_{15} + I_{16} + I_{17} + I_{18} + I_{19} = \text{PAIR}$$

$$I_{14} + I_{16} + I_{18} + I_{20} = \text{PAIR}$$



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1**

## **Télécommunications aéronautiques**

### **Aides radio à la navigation**

#### **APPENDICES**

Page: APP 11 de 244  
Révision: 00  
Date: 01/07/2015

**Tableau A-10. Données auxiliaires A**  
(voir § 3.11.4.8.3.1)

| Mot | Données                                                    | Type de données | Intervalle max. entre émissions (secondes) | Bits utilisés | Plage de valeurs                            | Bit de poids faible | Bits n°                           |
|-----|------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| A1  | PRÉAMBULE                                                  | numérique       | 1,0                                        | 12            | (voir Note 6)                               |                     | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|     | Adresse                                                    |                 |                                            | 8             |                                             |                     | I <sub>13</sub> – I <sub>20</sub> |
|     | Déport de l'antenne d'azimut d'approche                    |                 |                                            | 10            | de –511 m à +511 m<br>(voir Note 3)         | 1 m                 | I <sub>21</sub> – I <sub>30</sub> |
|     | Distance antenne d'azimut d'approche — point d'origine MLS |                 |                                            | 13            | de 0 m à 8 191 m                            | 1 m                 | I <sub>31</sub> – I <sub>43</sub> |
|     | Alignement de l'azimut d'approche sur l'axe de piste       |                 |                                            | 12            | de –20,47° à +20,47°<br>(voir Notes 3 et 7) | 0,01°               | I <sub>44</sub> – I <sub>55</sub> |
|     | Système de coordonnées de l'antenne d'azimut d'approche    |                 |                                            | 1             | (voir Note 2)                               |                     | I <sub>56</sub>                   |
|     | Hauteur de l'antenne d'azimut d'approche                   |                 |                                            | 7             | de –63 m à +63 m<br>(voir Note 3)           | 1 m                 | I <sub>57</sub> – I <sub>63</sub> |
|     | RÉSERVE                                                    |                 |                                            | 6             | (voir Note 8)                               |                     | I <sub>64</sub> – I <sub>69</sub> |
|     | PARITÉ                                                     |                 |                                            | 7             | (voir Note 1)                               |                     | I <sub>70</sub> – I <sub>76</sub> |
| A2  | PRÉAMBULE                                                  | numérique       | 1,0                                        | 12            | (voir Note 6)                               |                     | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|     | Adresse                                                    |                 |                                            | 8             |                                             |                     | I <sub>13</sub> – I <sub>20</sub> |
|     | Déport de l'antenne de site d'approche                     |                 |                                            | 10            | de –511 m à +511 m<br>(voir Note 3)         | 1 m                 | I <sub>21</sub> – I <sub>30</sub> |
|     | Distance point d'origine MLS — seuil                       |                 |                                            | 10            | de 0 m à 1 023 m                            | 1 m                 | I <sub>31</sub> – I <sub>40</sub> |
|     | Hauteur de l'antenne de site d'approche                    |                 |                                            | 7             | de –6,3 m à +6,3 m<br>(voir Note 3)         | 0,1 m               | I <sub>41</sub> – I <sub>47</sub> |
|     | Altitude du point d'origine MLS                            |                 |                                            | 13            | de –4 095 m à +4 095 m<br>(voir Note 3)     | 1 m                 | I <sub>48</sub> – I <sub>60</sub> |
|     | Hauteur du seuil de piste                                  |                 |                                            | 7             | de –6,3 m à +6,3 m<br>(voir Note 3)         | 0,1 m               | I <sub>61</sub> – I <sub>67</sub> |
|     | RÉSERVE                                                    |                 |                                            | 2             | (voir Note 8)                               |                     | I <sub>68</sub> – I <sub>69</sub> |
|     | PARITÉ                                                     |                 |                                            | 7             | (voir Note 1)                               |                     | I <sub>70</sub> – I <sub>76</sub> |
| A3  | PRÉAMBULE (voir Note 4)                                    | numérique       | 1,0                                        | 12            | (voir Note 6)                               |                     | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|     | Adresse                                                    |                 |                                            | 8             |                                             |                     | I <sub>13</sub> – I <sub>20</sub> |
|     | Déport DME                                                 |                 |                                            | 12            | de –2 047 m à +2 047 m<br>(voir Note 3)     | 1 m                 | I <sub>21</sub> – I <sub>32</sub> |
|     | Distance DME — point d'origine MLS                         |                 |                                            | 14            | de –8 191 m à +8 191 m<br>(voir Note 3)     | 1 m                 | I <sub>33</sub> – I <sub>46</sub> |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# RANT 10 – PART 1

## Télécommunications aéronautiques

### Aides radio à la navigation

### APPENDICES

Page: APP 12 de 244  
Révision: 00  
Date: 01/07/2015

| Mot | Données                                                    | Type de données | Intervalle max. entre émissions (secondes) | Bits utilisés | Plage de valeurs                            | Bit de poids faible | Bits n°                           |
|-----|------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
|     | Hauteur de l'antenne DME                                   |                 |                                            | 7             | de -63 m à +63 m<br>(voir Note 3)           | 1 m                 | I <sub>47</sub> – I <sub>53</sub> |
|     | Distance extrémité aval de piste —<br>point d'origine MLS  |                 |                                            | 14            | de 0 m à 16 383 m                           | 1 m                 | I <sub>54</sub> – I <sub>67</sub> |
|     | RÉSERVE                                                    |                 |                                            | 2             | (voir Note 8)                               |                     | I <sub>60</sub> – I <sub>69</sub> |
|     | PARITÉ                                                     |                 |                                            | 7             | (voir Note 1)                               |                     | I <sub>70</sub> – I <sub>76</sub> |
| A4  | PRÉAMBULE (voir Note 5)                                    | numérique       | 1,0                                        | 12            | (voir Note 6)                               |                     | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|     | Adresse                                                    |                 |                                            | 8             |                                             |                     | I <sub>13</sub> – I <sub>20</sub> |
|     | Déport de l'antenne d'azimut arrière                       |                 |                                            | 10            | de -511 m à +511 m<br>(voir Note 3)         | 1 m                 | I <sub>21</sub> – I <sub>30</sub> |
|     | Distance antenne d'azimut arrière —<br>point d'origine MLS |                 |                                            | 11            | de 0 m à 2 047 m                            | 1 m                 | I <sub>31</sub> – I <sub>41</sub> |
|     | Alignement de l'azimut arrière sur<br>l'axe de piste       |                 |                                            | 12            | de -20,47° à +20,47°<br>(voir Notes 3 et 7) | 0,01°               | I <sub>42</sub> – I <sub>53</sub> |
|     | Système de coordonnées de l'antenne<br>d'azimut arrière    |                 |                                            | 1             | (voir Note 2)                               |                     | I <sub>54</sub>                   |
|     | Hauteur de l'antenne d'azimut arrière                      |                 |                                            | 7             | de -63 m à +63 m<br>(voir Note 3)           | 1 m                 | I <sub>55</sub> – I <sub>61</sub> |
|     | SPARE                                                      |                 |                                            | 8             | See Note 8                                  |                     | I <sub>62</sub> – I <sub>69</sub> |
|     | PARITÉ                                                     |                 |                                            | 7             | (voir Note 1)                               |                     | I <sub>70</sub> – I <sub>76</sub> |

#### NOTES.—

- Les bits de parité I<sub>70</sub> à I<sub>76</sub> sont choisis de façon à satisfaire aux équations ci-après.

Pour le bit I<sub>70</sub>

$$(I_{13} + \dots + I_{18}) + I_{20} + I_{22} + I_{24} + I_{25} + I_{28} + I_{29} + I_{31} + I_{32} + I_{33} + I_{35} + I_{36} + I_{38} + I_{41} + I_{44} + I_{45} + I_{46} + I_{50} + (I_{52} + \dots + I_{55}) + I_{58} + I_{60} + I_{64} + I_{65} + I_{70} = \text{PAIR}$$

Pour le bit I<sub>71</sub>

$$(I_{14} + \dots + I_{19}) + I_{21} + I_{23} + I_{25} + I_{26} + I_{29} + I_{30} + I_{32} + I_{33} + I_{34} + I_{36} + I_{37} + I_{39} + I_{42} + I_{45} + I_{46} + I_{47} + I_{51} + (I_{53} + \dots + I_{56}) + I_{59} + I_{61} + I_{65} + I_{66} + I_{71} = \text{PAIR}$$

Pour le bit I<sub>72</sub>

$$(I_{15} + \dots + I_{20}) + I_{22} + I_{24} + I_{26} + I_{27} + I_{30} + I_{31} + I_{33} + I_{34} + I_{35} + I_{37} + I_{38} + I_{40} + I_{43} + I_{46} + I_{47} + I_{48} + I_{52} + (I_{54} + \dots + I_{57}) + I_{60} + I_{62} + I_{66} + I_{67} + I_{72} = \text{PAIR}$$

Pour le bit I<sub>73</sub>

$$(I_{16} + \dots + I_{21}) + I_{23} + I_{25} + I_{27} + I_{28} + I_{31} + I_{32} + I_{34} + I_{35} + I_{36} + I_{38} + I_{39} + I_{41} + I_{44} + I_{47} + I_{48} + I_{49} + I_{53} + (I_{55} + \dots + I_{58}) + I_{61} + I_{63} + I_{67} + I_{68} + I_{73} = \text{PAIR}$$

Pour le bit I<sub>74</sub>

$$(I_{17} + \dots + I_{22}) + I_{24} + I_{26} + I_{28} + I_{29} + I_{32} + I_{33} + I_{35} + I_{36} + I_{37} + I_{39} + I_{40} + I_{42} + I_{45} + I_{48} + I_{49} + I_{50} + I_{54} + (I_{56} + \dots + I_{59}) + I_{62} + I_{64} + I_{68} + I_{69} + I_{74} = \text{PAIR}$$

Pour le bit I<sub>75</sub>

$$(I_{13} + \dots + I_{17}) + I_{19} + I_{21} + I_{23} + I_{24} + I_{27} + I_{28} + I_{30} + I_{31} + I_{32} + I_{34} + I_{35} + I_{37} + I_{40} + I_{43} + I_{44} + I_{45} + I_{49} + (I_{51} + \dots + I_{54}) + I_{57} + I_{59} + I_{63} + I_{64} + I_{69} + I_{75} = \text{PAIR}$$

Pour le bit I<sub>76</sub>

$$I_{13} + I_{14} + \dots + I_{75} + I_{76} = \text{PAIR}$$



2. Code de coordonnées d'antenne : 0 = coniques.
3. La convention ci-dessous s'applique au codage des nombres négatifs :  
Le bit de poids fort est le bit de signe : 0 = positif  
1 = négatif  
Les autres bits représentent la valeur absolue.  
La convention ci-après s'applique en ce qui concerne l'emplacement de l'antenne :  
Pour un observateur se trouvant au point de repère d'approche MLS et tourné vers le point d'origine MLS, un nombre positif indique que l'antenne est située à droite de l'axe de piste (déport latéral) ou au-dessus de la piste (déport vertical), ou dans la direction de l'extrémité aval de la piste (distance longitudinale).  
La convention relative à l'alignement est la suivante :  
Pour un observateur regardant vers le bas, un nombre positif indique une rotation en sens d'horloge à partir de l'axe de piste jusqu'à l'azimut zéro degré correspondante.
4. Le mot de données A3 est émis dans le secteur de couverture en azimut d'approche comme dans le secteur de couverture en azimut arrière, si un guidage en azimut arrière est assuré, l'intervalle maximum spécifié entre émissions continuant à être respecté dans chaque secteur.
5. Le mot de données A4 est émis dans le secteur de couverture en azimut d'approche et dans le secteur de couverture en azimut arrière, si un guidage en azimut arrière est assuré, l'intervalle maximum spécifié entre émissions continuant à être respecté dans chaque secteur.
6. Les 12 bits de données du préambule sont précédés d'un intervalle de 0,832 millisecondes (13 impulsions d'horloge) en onde entretenue pour l'acquisition de la porteuse (voir le Tableau A-1).
7. Voir dans le Tableau A-12 les mots de données B42 et B43 définis pour des applications exigeant une rotation d'antenne d'azimut qui dépasse +20,47 degrés, valeur autorisée par les éléments de données du mot A1 dans le cas de l'azimut et du mot A4 dans celui de l'azimut arrière. Aux installations où la rotation en azimut d'approche dépasse +20,47 degrés, le mot B42 est émis à la place du mot A1. Aux installations où la rotation en azimut arrière dépasse +20,47 degrés, le mot B43 est émis à la place du mot A4.
8. Tous les bits de réserve sont mis à ZÉRO.

**Tableau A-11. Définitions d'éléments de données auxiliaires B**  
(voir § 3.11.4.8.3.2)

*Note.— Les définitions des éléments de données auxiliaires B nécessaires aux procédures MLS/RNAV se trouvent dans le Tableau A-13.*

- a) *Latitude du point d'origine MLS.* Latitude du point d'origine MLS, définie par l'ellipsoïde de référence, le système de coordonnées et le repère correspondant qui constituent le système WGS-84 (World Geodetic System).
- b) *Longitude du point d'origine MLS.* Longitude du point d'origine MLS, définie par l'ellipsoïde de référence, le système de coordonnées et le repère mentionnés à l'alinéa a) ci-dessus.
- c) *Coordonnée verticale du point d'origine MLS.* Coordonnée verticale du point d'origine MLS, définie par l'ellipsoïde de référence, le système de coordonnées et le repère mentionnés à l'alinéa a) ci-dessus.

*Note.— Bien que le WGS-84 ait été approuvé comme norme OACI pour les coordonnées géographiques indiquant la latitude et la longitude, l'introduction des coordonnées WGS-84 verticales est en instance. Jusqu'à ce qu'une décision soit prise à ce sujet, on pourra continuer à utiliser l'altitude topographique.*

- d) *Orientation de l'azimut d'approche par rapport au nord vrai.* Angle mesuré dans le plan horizontal en sens d'horloge du nord vrai jusqu'à la radiale zéro degré de guidage en azimut d'approche, l'antenne d'azimut d'approche étant l'origine. Le centre de phase de l'antenne d'azimut d'approche sera le sommet de l'angle mesuré.

e) *Portée visuelle de piste (RVR).* Mesure de la RVR aux instruments dans la zone de toucher des roues, au milieu de la piste et à son extrémité aval avec indication de tendance, fournie selon les dispositions du Chapitre 4 du RANT 03.

f) *Vent de surface.* Vitesse du vent et direction (magnétique) du vent, fournies selon les dispositions du Chapitre 4 du RANT 03.

g) *Déport de l'antenne d'azimut d'approche.* Distance minimum du centre de phase de l'antenne d'azimut d'approche au plan vertical passant par l'axe de piste.



- h) *Distance antenne d'azimut d'approche — point d'origine MLS.* Distance minimum du centre de phase de l'antenne d'azimut d'approche au plan vertical perpendiculaire à l'axe de piste qui passe par le point d'origine MLS.
  - i) *Coincidence de l'azimut d'approche et de l'axe de piste.* Angle minimum séparant la radiale zéro degré de guidage en azimut d'approche de l'axe de piste.
  - j) *Hauteur de l'antenne d'azimut d'approche.* Hauteur du centre de phase de l'antenne par rapport au point d'origine MLS.
  - k) *Déport de l'antenne d'azimut arrière.* Distance minimum du centre de phase de l'antenne d'azimut arrière au plan vertical passant par l'axe de piste.
  - l) *Distance antenne d'azimut arrière — point d'origine MLS.* Distance minimum de l'antenne d'azimut arrière au plan vertical perpendiculaire à l'axe de piste qui passe par le point d'origine MLS.
  - m) *Coincidence de l'azimut arrière et de l'axe de piste.* Angle minimum séparant l'azimut arrière zéro degré de l'axe de piste.
  - n) *Hauteur de l'antenne d'azimut arrière.* Hauteur du centre de phase de l'antenne par rapport au point d'origine MLS.
  - o) *Numéro de la piste principale.* Numéro de la piste principale défini dans le RANT 14 Part 1, Chapitre 5.
  - p) *Lettre de la piste principale.* Lettre de la piste principale définie dans RANT 14 Part 1, Chapitre 5, lorsqu'elle est utilisée pour différencier des pistes parallèles.
  - q) *Numéro de la piste secondaire.* Numéro de la piste secondaire défini dans RANT 14 Part 1, Chapitre 5.
  - r) *Lettre de la piste secondaire.* Lettre de la piste secondaire définie dans RANT 14 Part 1, Chapitre 5, lorsqu'elle est utilisée pour différencier des pistes parallèles.
  - s) *Guidage en site jusqu'à la piste secondaire.* Indique si le guidage en site peut être utilisé jusqu'à la piste secondaire et, dans l'affirmative, s'il peut être directement utilisé comme angle brut ou s'il exige un alignement de descente calculé.
  - t) *Alignement de descente minimal jusqu'à la piste secondaire.* Angle de descente le plus faible le long de l'axe de la piste secondaire.
  - u) *Alignement de l'azimut d'approche et de l'axe de la piste secondaire.* Angle minimal entre l'azimut d'approche zéro degré et l'axe de la piste secondaire.
  - v) *Coordonnée X du seuil de la piste secondaire.* Représente la distance minimale entre le seuil de la piste secondaire et le plan vertical perpendiculaire à l'axe de la piste principale, qui contient le point d'origine MLS.
  - w) *Coordonnée Y du seuil de la piste secondaire.* Représente la distance minimale entre le seuil de la piste secondaire et le plan vertical qui contient l'axe de la piste principale.
  - x) *Coordonnée Z du seuil de la piste secondaire.* Représente la hauteur du seuil de la piste secondaire au-dessus du point d'origine MLS.
  - y) *Hauteur de franchissement du seuil de la piste secondaire.* Hauteur au-dessus du seuil de la piste secondaire à laquelle l'alignement de descente calculé franchit le seuil.
  - z) *Distance de l'azimut virtuel au seuil de la piste secondaire.* Distance entre le seuil de la piste secondaire et le point à considérer comme l'origine pour le guidage latéral applicable à cette piste.
- Note. — Le récepteur MLS peut utiliser cette distance de la même façon que la distance de l'antenne d'azimut d'approche au seuil, pour établir le facteur d'échelle de déviation latérale.*



**Tableau A-12. Données auxiliaires B**  
(voir § 3.11.4.8.3)

| Mot                                                                                                                            | Données                                                               | Type de données | Intervalle max. entre émissions (secondes) | Bits utilisés | Plage de valeurs                                                          | Bit de poids faible | Bits n°                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Mots B1 à B39 : Mots de données invariables dans le temps (fixes) servant aux procédures avancées MLS/RNAV (voir Tableau A-15) |                                                                       |                 |                                            |               |                                                                           |                     |                                   |
| Mots B40 à B54 : Autres éléments de données fixes                                                                              |                                                                       |                 |                                            |               |                                                                           |                     |                                   |
| B40                                                                                                                            | PRÉAMBULE                                                             | numérique       | 2,0                                        | 12            | (voir Note 6)                                                             |                     | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|                                                                                                                                | Adresse                                                               |                 |                                            | 8             |                                                                           |                     | I <sub>13</sub> – I <sub>20</sub> |
|                                                                                                                                | Latitude du point d'origine MLS                                       |                 |                                            | 23            | de -324 000,0 secondes d'arc à +324 000,0 secondes d'arc<br>(voir Note 2) | 0,1 seconde d'arc   | I <sub>21</sub> – I <sub>43</sub> |
|                                                                                                                                | Longitude du point d'origine MLS                                      |                 |                                            | 24            | de -648 000,0 secondes d'arc à +648 000,0 secondes d'arc<br>(voir Note 2) | 0,1 seconde d'arc   | I <sub>44</sub> – I <sub>67</sub> |
|                                                                                                                                | RÉSERVE                                                               |                 |                                            | 2             | (voir Note 9)                                                             |                     | I <sub>68</sub> – I <sub>69</sub> |
|                                                                                                                                | PARITÉ                                                                |                 |                                            | 7             | (voir Note 1)                                                             |                     | I <sub>70</sub> – I <sub>76</sub> |
| B41                                                                                                                            | PRÉAMBULE                                                             | numérique       | 2,0                                        | 12            | (voir Note 6)                                                             |                     | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|                                                                                                                                | Adresse                                                               |                 |                                            | 8             |                                                                           |                     | I <sub>13</sub> – I <sub>20</sub> |
|                                                                                                                                | Coordonnée verticale du point d'origine MLS                           |                 |                                            | 13            | de -4 095 m à +4095 m<br>(voir Note 2)                                    | 1 m                 | I <sub>21</sub> – I <sub>33</sub> |
|                                                                                                                                | Orientation de l'azimut d'approche par rapport au nord vrai           |                 |                                            | 16            | de 0° à 359,99°                                                           | 0,01°               | I <sub>34</sub> – I <sub>45</sub> |
|                                                                                                                                | RÉSERVE                                                               |                 |                                            | 20            |                                                                           |                     | I <sub>50</sub> – I <sub>69</sub> |
|                                                                                                                                | PARITÉ                                                                |                 |                                            | 7             | (voir Note 1)                                                             |                     | I <sub>70</sub> – I <sub>76</sub> |
| B42                                                                                                                            | PRÉAMBULE (voir Note 5)                                               | numérique       | 1,0                                        | 12            | (voir Note 6)                                                             |                     | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|                                                                                                                                | Adresse                                                               |                 |                                            | 8             |                                                                           |                     | I <sub>13</sub> – I <sub>20</sub> |
|                                                                                                                                | Déport de l'antenne d'azimut d'approche                               |                 |                                            | 10            | de -511 m à +511 m<br>(voir Note 2)                                       | 1 m                 | I <sub>21</sub> – I <sub>30</sub> |
|                                                                                                                                | Distance antenne d'azimut d'approche — point d'approche d'origine MLS |                 |                                            | 13            | de 0 m à 8 191 m                                                          | 1 m                 | I <sub>31</sub> – I <sub>43</sub> |
|                                                                                                                                | Coincidence de l'azimut d'approche et de l'axe de piste               |                 |                                            | 14            | de -81,91° à +81,91°<br>(voir Note 2)                                     | 0,01°               | I <sub>44</sub> – I <sub>67</sub> |
|                                                                                                                                | Hauteur de l'antenne d'azimut d'approche                              |                 |                                            | 7             | de -63 m à +63 m<br>(voir Note 2)                                         | 1 m                 | I <sub>58</sub> – I <sub>64</sub> |
|                                                                                                                                | RÉSERVE                                                               |                 |                                            | 5             | (voir Note 9)                                                             |                     | I <sub>65</sub> – I <sub>69</sub> |
|                                                                                                                                | PARITÉ                                                                |                 |                                            | 7             | (voir Note 1)                                                             |                     | I <sub>70</sub> – I <sub>76</sub> |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP 16 de 244  
Révision: 00  
Date: 01/07/2015

| Mot | Données                                                              | Type de données | Intervalle max. entre émissions (secondes) | Bits utilisés | Plage de valeurs                      | Bit de poids faible | Bits n°                           |
|-----|----------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| B43 | PRÉAMBULE (voir Notes 4 et 5)                                        | numérique       | 1,0                                        | 12            | (voir Note 6)                         |                     | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|     | Adresse                                                              |                 |                                            | 8             |                                       |                     | I <sub>13</sub> – I <sub>20</sub> |
|     | Déport de l'antenne d'azimut arrière                                 |                 |                                            | 10            | de -511 m à +511 m<br>(voir Note 2)   | 1 m                 | I <sub>21</sub> – I <sub>30</sub> |
|     | Distance antenne d'azimut arrière — point d'origine MLS              |                 |                                            | 11            | de 0 m à 2 047 m                      | 1 m                 | I <sub>31</sub> – I <sub>41</sub> |
|     | Coincidence de l'azimut arrière et de l'axe de piste                 |                 |                                            | 14            | de -81,91° à +81,91°<br>(voir Note 2) | 0,01°               | I <sub>42</sub> – I <sub>55</sub> |
|     | Hauteur de l'antenne d'azimut arrière                                |                 |                                            | 7             | de -63 m à +63 m<br>(voir Note 2)     | 1 m                 | I <sub>56</sub> – I <sub>62</sub> |
|     | RÉSERVE                                                              |                 |                                            | 7             | (voir Note 9)                         |                     | I <sub>63</sub> – I <sub>69</sub> |
|     | PARITÉ                                                               |                 |                                            | 7             | (voir Note 1)                         |                     | I <sub>70</sub> – I <sub>76</sub> |
| B44 | PRÉAMBULE                                                            | numérique       | 2,0                                        | 12            | (voir Note 6)                         |                     | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|     | Adresse                                                              |                 |                                            | 8             |                                       |                     | I <sub>13</sub> – I <sub>20</sub> |
|     | Numéro de la piste principale                                        |                 |                                            | 6             | de 0 à 36<br>(voir Note 10)           |                     | I <sub>21</sub> – I <sub>26</sub> |
|     | Lettre de la piste principale                                        |                 |                                            | 2             | (voir Note 7)                         |                     | I <sub>27</sub> – I <sub>28</sub> |
|     | Numéro de la piste secondaire                                        |                 |                                            | 6             | de 0 à 36<br>(voir Note 10)           |                     | I <sub>29</sub> – I <sub>34</sub> |
|     | Lettre de la piste secondaire                                        |                 |                                            | 2             | (voir Note 7)                         |                     | I <sub>35</sub> – I <sub>36</sub> |
|     | Guidage en site jusqu'à la piste secondaire                          |                 |                                            | 2             | (voir Note 8)                         |                     | I <sub>37</sub> – I <sub>38</sub> |
|     | Alignement de descente minimal jusqu'à la piste secondaire           |                 |                                            | 7             | de 2° à 14,7°                         | 0,1°                | I <sub>39</sub> – I <sub>45</sub> |
|     | Alignement de l'azimut d'approche et de l'axe de la piste secondaire |                 |                                            | 16            | ±180,00°                              | 0,01°               | I <sub>46</sub> – I <sub>61</sub> |
|     | RÉSERVE                                                              |                 |                                            | 8             | (voir Note 9)                         |                     | I <sub>62</sub> – I <sub>69</sub> |
|     | PARITÉ                                                               |                 |                                            | 7             | (voir Note 1)                         |                     | I <sub>70</sub> – I <sub>76</sub> |
| B45 | PRÉAMBULE                                                            | numérique       | 2,0                                        | 12            | (voir Note 6)                         |                     | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|     | Adresse                                                              |                 |                                            | 8             |                                       |                     | I <sub>13</sub> – I <sub>20</sub> |
|     | Coordonnée X du seuil de la piste secondaire                         |                 |                                            | 15            | ±16 384 m                             | 1 m                 | I <sub>21</sub> – I <sub>35</sub> |
|     | Coordonnée Y du seuil de la piste secondaire                         |                 |                                            | 15            | ±16 384 m                             | 1 m                 | I <sub>36</sub> – I <sub>50</sub> |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

## RANT 10 – PART 1

### Télécommunications aéronautiques

### Aides radio à la navigation

### APPENDICES

Page: APP 17 de 244  
Révision: 00  
Date: 01/07/2015

| Mot | Données                                                      | Type de données | Intervalle max. entre émissions (secondes) | Bits utilisés | Plage de valeurs | Bit de poids faible | Bits n°                           |
|-----|--------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------|---------------|------------------|---------------------|-----------------------------------|
|     | Coordonnée Z du seuil de la piste secondaire                 |                 |                                            | 8             | ±127 m           | 1 m                 | I <sub>51</sub> – I <sub>58</sub> |
|     | Hauteur de franchissement du seuil de la piste secondaire    |                 |                                            | 5             | de 0 à 31 m      | 1 m                 | I <sub>59</sub> – I <sub>63</sub> |
|     | Distance de l'azimut virtuel au seuil de la piste secondaire |                 |                                            | 6             | de 0 à 6 300 m   | 100 m               | I <sub>64</sub> – I <sub>69</sub> |
|     | PARITÉ                                                       |                 |                                            | 7             | (voir Note 1)    |                     | I <sub>70</sub> – I <sub>76</sub> |

Mots B55 à B64 : Éléments de données variables dans le temps. (Note. Seul le mot B55 est défini ci-après.)

|     |                                           |           |      |    |                                 |      |                                   |
|-----|-------------------------------------------|-----------|------|----|---------------------------------|------|-----------------------------------|
| B55 | PRÉAMBULE                                 | numérique | 10,0 | 12 | (voir Note 6)                   |      | I <sub>1</sub> – I <sub>12</sub>  |
|     | Adresse                                   |           |      | 8  |                                 |      | I <sub>13</sub> – I <sub>20</sub> |
|     | RVR (zone de toucher des roues)           |           |      | 11 | de 0 à 2 555 m<br>(voir Note 3) | 5 m  | I <sub>21</sub> – I <sub>31</sub> |
|     | RVR (milieu de la piste)                  |           |      | 11 | de 0 à 2 555 m<br>(voir Note 3) | 5 m  | I <sub>32</sub> – I <sub>42</sub> |
|     | RVR (extrémité aval de piste)             |           |      | 11 | de 0 à 2 555 m<br>(voir Note 3) | 5 m  | I <sub>43</sub> – I <sub>53</sub> |
|     | Vitesse du vent de surface                |           |      | 7  | de 0 à 127 kt                   | 1 kt | I <sub>54</sub> – I <sub>60</sub> |
|     | Direction (magnétique) du vent de surface |           |      | 9  | de 0° à 359°                    | 1°   | I <sub>61</sub> – I <sub>69</sub> |
|     | PARITÉ                                    |           |      | 7  | (voir Note 1)                   |      | I <sub>70</sub> – I <sub>76</sub> |

#### NOTES.—

- Les bits de parité I<sub>70</sub> à I<sub>76</sub> sont choisis de façon à satisfaire aux équations ci-après :

Pour le bit I<sub>70</sub>

$$(I_{13} + \dots + I_{18}) + I_{20} + I_{22} + I_{24} + I_{25} + I_{28} + I_{29} + I_{31} + I_{32} + I_{33} + I_{35} + I_{36} + I_{38} + I_{41} + I_{44} + I_{45} + I_{46} + I_{50} + (I_{52} + \dots + I_{55}) + I_{58} + I_{60} + I_{64} + I_{65} + I_{70} = \text{PAIR}$$

Pour le bit I<sub>71</sub>

$$(I_{14} + \dots + I_{19}) + I_{21} + I_{23} + I_{25} + I_{26} + I_{29} + I_{30} + I_{32} + I_{33} + I_{34} + I_{36} + I_{37} + I_{39} + I_{42} + I_{45} + I_{46} + I_{47} + I_{51} + (I_{53} + \dots + I_{56}) + I_{59} + I_{61} + I_{65} + I_{66} + I_{71} = \text{PAIR}$$

Pour le bit I<sub>72</sub>

$$(I_{15} + \dots + I_{20}) + I_{22} + I_{24} + I_{26} + I_{27} + I_{30} + I_{31} + I_{33} + I_{34} + I_{35} + I_{37} + I_{38} + I_{40} + I_{43} + I_{46} + I_{47} + I_{48} + I_{52} + (I_{54} + \dots + I_{57}) + I_{60} + I_{62} + I_{66} + I_{67} + I_{72} = \text{PAIR}$$

Pour le bit I<sub>73</sub>

$$(I_{16} + \dots + I_{21}) + I_{23} + I_{25} + I_{27} + I_{28} + I_{31} + I_{32} + I_{34} + I_{35} + I_{36} + I_{38} + I_{39} + I_{41} + I_{44} + I_{47} + I_{48} + I_{49} + I_{53} + (I_{55} + \dots + I_{58}) + I_{61} + I_{63} + I_{67} + I_{68} + I_{73} = \text{PAIR}$$

Pour le bit I<sub>74</sub>

$$(I_{17} + \dots + I_{22}) + I_{24} + I_{26} + I_{28} + I_{29} + I_{32} + I_{33} + I_{35} + I_{36} + I_{37} + I_{39} + I_{40} + I_{42} + I_{45} + I_{48} + I_{49} + I_{50} + I_{54} + (I_{56} + \dots + I_{59}) + I_{62} + I_{64} + I_{68} + I_{69} + I_{74} = \text{PAIR}$$

Pour le bit I<sub>75</sub>

$$(I_{13} + \dots + I_{17}) + I_{19} + I_{21} + I_{23} + I_{24} + I_{27} + I_{28} + I_{30} + I_{31} + I_{32} + I_{34} + I_{35} + I_{37} + I_{40} + I_{43} + I_{44} + I_{45} + I_{49} + (I_{51} + \dots + I_{54}) + I_{57} + I_{59} + I_{63} + I_{64} + I_{69} + I_{75} = \text{PAIR}$$

Pour le bit I<sub>76</sub>

$$I_{13} + I_{14} + \dots + I_{75} + I_{76} = \text{PAIR.}$$



2. La convention ci-dessous s'applique au codage des nombres négatifs :  
Le bit de poids fort est le bit de signe : 0 = positif  
1 = négatif  
Les autres bits représentent la valeur absolue.  
La convention ci-après s'applique en ce qui concerne l'emplacement de l'antenne :  
Pour un observateur se trouvant au point de repère d'approche MLS et tourné vers le point d'origine MLS, un nombre positif indique que l'antenne est située à droite de l'axe de piste (déport latéral) ou au-dessus de la piste (déport vertical), ou dans la direction de l'extrémité aval de la piste (distance longitudinale).  
La convention relative à l'alignement est la suivante :  
Pour un observateur regardant vers le bas, un nombre positif indique une rotation en sens d'horloge à partir de l'axe de piste jusqu'à la radiale de guidage zéro degré correspondante.  
La convention relative aux coordonnées géodésiques est la suivante :  
Un nombre positif représente une latitude nord ou une longitude est.  
Un nombre négatif représente une latitude sud ou une longitude ouest.
3. Les dixième et onzième bits de chaque valeur de la RVR indiquent la tendance. Les conventions de codage sont les suivantes :
- |                       | <i>Dixième bit</i> | <i>Onzième bit</i> |
|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Tendance non indiquée | 0                  | 0                  |
| Décroissance          | 1                  | 0                  |
| Égalité               | 0                  | 1                  |
| Croissance            | 1                  | 1                  |
4. Lorsqu'il est utilisé, le mot de données B43 sera émis à la fois dans le secteur de couverture en azimut d'approche et dans le secteur de couverture en azimut arrière si le guidage en azimut arrière est assuré, l'intervalle maximum spécifié entre émissions continuant à être respecté dans chaque secteur.
5. Les mots de données B42 et B43 sont définis pour des applications exigeant une rotation d'antenne d'azimut qui dépasse 20,47 degrés, valeur autorisée par les éléments de données du mot A1 dans le cas de l'azimut et du mot A4 dans celui de l'azimut arrière. Aux installations où la rotation en azimut d'approche dépasse 20,47 degrés, le mot B42 est émis à la place du mot A1. Aux installations où la rotation en azimut arrière dépasse 20,47 degrés, le mot B43 est émis à la place du mot A4.
6. Les 12 bits de données du préambule sont précédés d'un intervalle de 0,832 milliseconde (13 impulsions d'horloge) d'onde entretenue, destiné à l'acquisition de la porteuse (voir Tableau A-1).
7. La convention de codage est la suivante :  
0 = pas de lettre  
1 = R (droit)  
2 = C (centre)  
3 = L (gauche).
8. La convention de codage est la suivante :  
0 = non assuré  
1 = guidage en site brut  
2 = alignement de descente calculé  
3 = code non autorisé.
9. Tous les bits de réserve sont mis à ZÉRO.
10. La désignation de numéro de piste 0 concerne les opérations d'hélistation.



**Tableau A-13. Définitions des éléments de données auxiliaires B**  
**relatives à la base de données des procédures MLS/RNAV**  
(voir § 3.11.4.8.3.2)

- a) *Nombre d'indicateurs de procédure d'azimut d'approche.* Nombre total de procédures d'approche et de départ nommées auxquelles correspondent des mots indicateurs de procédure émis dans le secteur de couverture en azimut d'approche.
- Note.— Les approches interrompues ne sont pas comptées étant donné qu'elles ne correspondent pas à des mots indicateurs de procédure. Les procédures d'approche axiale calculée jusqu'à la piste principale sont comptées si un indicateur de procédure est émis, même si des données associées de point de cheminement ne sont pas émises dans les mots de données auxiliaires B1 à B39.*
- b) *Nombre d'indicateurs de procédure d'azimut arrière.* Nombre total de procédures d'approche et de départ nommées auxquelles correspondent des mots indicateurs de procédure émis dans le secteur de couverture en azimut arrière.
- Note.— Les approches interrompues ne sont pas comptées étant donné qu'elles ne correspondent pas à des mots indicateurs de procédure.*
- c) *Dernier mot de la base de données d'azimut d'approche.* Représente le code d'adresse, défini par les bits  $I_{13}$  à  $I_{18}$ , du dernier mot de données auxiliaires de la plage B1 à B39 qui est émis dans le secteur de couverture en azimut d'approche.
- d) *Premier mot de la base de données d'azimut arrière.* Représente le code d'adresse, défini par les bits  $I_{13}$  à  $I_{18}$ , du premier mot de données auxiliaires de la plage B1 à B39 qui est émis dans le secteur de couverture en azimut arrière.
- e) *Code CRC d'azimut d'approche.* Représente les coefficients du code de contrôle de redondance cyclique de la base de données des procédures d'azimut d'approche.
- f) *Code CRC d'azimut arrière.* Représente les coefficients du code de contrôle de redondance cyclique de la base de données des procédures d'azimut arrière.
- g) *Mot B42 émis.* Indique si le mot de données auxiliaires B42 est émis au lieu du mot A1.
- h) *Mot A4 émis.* Indique si le mot de données auxiliaires A4 est émis.
- i) *Mot B43 émis.* Indique si le mot de données auxiliaires B43 est émis.
- j) *Indicateur de correspondance/CRC d'azimut arrière.* Indique si le mot de données auxiliaires B39 est utilisé comme mot de correspondance/CRC d'azimut arrière ou comme mot de données relatives à un point de cheminement d'azimut d'approche.
- k) *Indicateur de base.* Représente le nom du premier point de cheminement d'une procédure d'approche ou du dernier point de cheminement d'une procédure de départ. Le nom sera composé de cinq lettres et rédigé dans l'Alphabet international n° 5 à l'aide des bits  $b_1$  à  $b_5$ .
- l) *Indicateur de validité.* Chiffre de 1 à 9 représentant le niveau de révision de la procédure d'approche ou de départ.
- m) *Indicateur d'itinéraire.* Représente l'itinéraire à destination ou en provenance du point de cheminement désigné par l'indicateur de base. L'indicateur d'itinéraire sera composé d'une seule lettre rédigée dans l'Alphabet international n° 5 à l'aide des bits  $b_1$  à  $b_5$ . Les lettres « I » et « O » ne seront pas utilisées. Chacun des 24 indicateurs d'itinéraire disponibles ne sera pas affecté plus d'une fois dans le jeu combiné de mots indicateurs de procédures d'azimut d'approche et d'azimut arrière.
- Note.— La restriction découlant de l'attribution d'indicateurs d'itinéraire uniques aux procédures MLS/RNAV constitue un écart par rapport à la pratique normale mais elle est nécessaire pour renforcer l'intégrité de la sélection de la procédure et réduire la charge de travail du pilote.*
- n) *Numéro de piste.* Numéro de la piste défini dans le RANT 14 Part 1, Chapitre 5.
- o) *Lettre de piste.* Lettre de la piste définie dans le RANT 14 Part 1, Chapitre 5, utilisée le cas échéant pour différencier des pistes parallèles.



- p) *Type de procédure.* Indique s'il s'agit d'une procédure d'approche ou d'une procédure de départ.
- q) *Indice du premier point de cheminement.* Représente la position séquentielle, dans la base de données d'azimut d'approche ou la base de données d'azimut arrière, des données définissant le premier point de cheminement codé de la procédure.
- r) *Coordonnée X.* Coordonnée X d'un point de cheminement donné dans le système de coordonnées défini.
- s) *Coordonnée Y suit.* Indique si la coordonnée Y est émise pour un point de cheminement donné. Si la coordonnée Y n'est pas transmise, on lui donnera la valeur zéro.
- t) *Coordonnée Y.* Coordonnée Y d'un point de cheminement donné dans le système de coordonnées défini.
- u) *Coordonnée Z suit.* Indique si la coordonnée Z est émise pour un point de cheminement donné.
- v) *Coordonnée Z.* Coordonnée Z d'un point de cheminement donné dans le système de coordonnées défini.
- w) *Identificateur de segment/champ suivant.* Indique si le segment suivant d'une procédure donnée est droit ou courbe et quels champs de données suivent les coordonnées de point de cheminement.
- x) *Hauteur du point de cheminement de seuil.* Hauteur du point de cheminement situé au-dessus du seuil de la piste principale.
- y) *Distance de l'azimut virtuel au point de cheminement.* Distance entre le point de cheminement et le point à considérer comme étant l'origine pour le guidage latéral dans le cas des procédures d'approche ne conduisant pas au seuil de la piste principale.
- Note.— Le récepteur MLS peut utiliser cette distance de la même façon que la distance de l'antenne d'azimut d'approche au seuil, pour établir le facteur d'échelle de déviation latérale de la procédure.*
- z) *Indice du point de cheminement suivant.* Représente la position séquentielle, dans la base de données d'azimut d'approche ou la base de données d'azimut arrière, des données définissant le point de cheminement suivant de la procédure.
- Note.— L'indice du point de cheminement suivant peut être utilisé pour permettre le partage d'un ou de plusieurs points de cheminement qui sont expressément définis dans une autre procédure. Les points de cheminement partagés sont les derniers dans le cas des approches et les premiers dans celui des approches interrompues et des départs.*
- aa) *Indice d'approche interrompue.* Représente la position séquentielle, dans la base de données d'azimut d'approche ou la base de données d'azimut arrière, des données définissant le premier point de cheminement codé (le dernier survolé) de la procédure d'approche interrompue associée.



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP 21 de 244  
Révision: 00  
Date: 01/07/2015

**Tableau A-14. Structure des bases de données relatives aux procédures MLS/RNAV**  
*(voir § 3.11.4.8.3.2)*

| Base de données                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Mot             | Données                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------|
| Azimut<br>d'approche                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | B1              | Mot de correspondance/CRC d'azimut d'approche      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | B2              | Mot indicateur de la procédure 1                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ...             | ...                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ...             | ...                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | B(M+1)          | Mot indicateur de la procédure « M » (voir Note 1) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | B(M+2) à B(a)   | Mots de données de point de cheminement            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | B(a+1) à B(b-1) | Non utilisé                                        |
| Azimut<br>arrière<br>(voir Note 2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | B(b)            | Mot indicateur de la procédure 1                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ...             | ...                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ...             | ...                                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | B(b+N-1)        | Mot indicateur de la procédure « N » (voir Note 1) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | B(b+N) à B(38)  | Mots de données de point de cheminement            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | B39             | Mot de correspondance/CRC d'azimut arrière         |
| <p><b>NOTES.—</b></p> <p>1. Le paramètre « M » représente le nombre de procédures d'approche et de départ nommées qui commencent à l'intérieur du secteur de couverture en azimut d'approche. Le paramètre « N » représente le nombre de procédures d'approche et de départ nommées qui commencent à l'intérieur du secteur de couverture en azimut arrière.</p> <p>2. Une installation sans base de données d'azimut arrière peut aussi utiliser tous les mots jusqu'à B39 pour la base de données d'azimut d'approche.</p> |                 |                                                    |



**Tableau A-15. Mots de données auxiliaires B1 à B39**  
(voir § 3.11.4.8.3.2)

| Mot                                                                      | Données                                               | Type de données | Intervalle max. (secondes) | Bits utilisés | Plage de valeurs                 | Bits n°                           |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------|---------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Mot de correspondance/CRC d'azimut d'approche</b>                     |                                                       |                 |                            |               |                                  |                                   |
| B1                                                                       | PRÉAMBULE                                             | numérique       | 2,5                        | 12            |                                  | I <sub>1</sub> à I <sub>12</sub>  |
|                                                                          | Adresse                                               |                 |                            | 8             |                                  | I <sub>13</sub> à I <sub>20</sub> |
|                                                                          | Nombre d'indicateurs de procédure d'azimut d'approche |                 |                            | 4             | de 0 à 15                        | I <sub>21</sub> à I <sub>24</sub> |
|                                                                          | Dernier mot de la base de données d'azimut d'approche |                 |                            | 6             | (voir Note 2)                    | I <sub>25</sub> à I <sub>30</sub> |
|                                                                          | Code CRC d'azimut d'approche                          |                 |                            | 32            | (voir Note 3)                    | I <sub>31</sub> à I <sub>62</sub> |
|                                                                          | Mot B42 émis                                          |                 |                            | 1             | (voir Note 4)                    | I <sub>63</sub>                   |
|                                                                          | Mot A4 émis                                           |                 |                            | 1             | (voir Note 4)                    | I <sub>64</sub>                   |
|                                                                          | Mot B43 émis                                          |                 |                            | 1             | (voir Note 4)                    | I <sub>65</sub>                   |
|                                                                          | Réserve                                               |                 |                            | 4             | (voir Note 12)                   | I <sub>66</sub> à I <sub>69</sub> |
|                                                                          | PARITÉ                                                |                 |                            | 7             | (voir Note 13)                   | I <sub>70</sub> à I <sub>76</sub> |
| <b>Mots indicateurs de procédure</b>                                     |                                                       |                 |                            |               |                                  |                                   |
| B2 à B(M+1) (base de données d'azimut d'approche) (voir Note 1)          |                                                       |                 |                            |               |                                  |                                   |
| B(b) à B(b+N-1) (base de données d'azimut arrière)                       |                                                       |                 |                            |               |                                  |                                   |
|                                                                          | PRÉAMBULE                                             | numérique       | 2,5                        | 12            |                                  | I <sub>1</sub> à I <sub>12</sub>  |
|                                                                          | Adresse                                               |                 |                            | 8             |                                  | I <sub>13</sub> à I <sub>20</sub> |
|                                                                          | Indicateur de base                                    |                 |                            | 25            | (voir Note 5)                    | I <sub>21</sub> à I <sub>45</sub> |
|                                                                          | Indicateur de validité                                |                 |                            | 4             | 1 à 9<br>(voir Note 14)          | I <sub>46</sub> à I <sub>49</sub> |
|                                                                          | Indicateur de route                                   |                 |                            | 5             | (voir Note 5)                    | I <sub>50</sub> à I <sub>54</sub> |
|                                                                          | Numéro de piste                                       |                 |                            | 6             | de 0 à 36<br>(voir Note 15)      | I <sub>55</sub> à I <sub>60</sub> |
|                                                                          | Lettre de piste                                       |                 |                            | 2             | (voir Note 6)                    | I <sub>61</sub> à I <sub>62</sub> |
|                                                                          | Type de procédure                                     |                 |                            | 1             | (voir Note 7)                    | I <sub>63</sub>                   |
|                                                                          | Indice du premier point de cheminement                |                 |                            | 6             | de 0 à 63<br>(voir Notes 8 et 9) | I <sub>64</sub> à I <sub>69</sub> |
|                                                                          | PARITÉ                                                |                 |                            | 7             | (voir Note 13)                   | I <sub>70</sub> à I <sub>76</sub> |
| <b>Mots de données de point de cheminement (voir Tableau A-16)</b>       |                                                       |                 |                            |               |                                  |                                   |
| B(M+2) à B(a) (base de données d'azimut d'approche) (voir Notes 1 et 11) |                                                       |                 |                            |               |                                  |                                   |
| B(b+N-1) à B(38) (base de données d'azimut arrière)                      |                                                       |                 |                            |               |                                  |                                   |
|                                                                          | PRÉAMBULE                                             | numérique       | 2,5                        | 12            |                                  | I <sub>1</sub> à I <sub>12</sub>  |
|                                                                          | Adresse                                               |                 |                            | 8             |                                  | I <sub>13</sub> à I <sub>20</sub> |



| Mot                                                                    | Données                                                     | Type de données | Intervalle max. (secondes) | Bits utilisés | Plage de valeurs      | Bits n°                           |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------|---------------|-----------------------|-----------------------------------|
|                                                                        | Éléments de données de définition des points de cheminement |                 |                            | 49            | (voir Notes 10 et 11) | I <sub>21</sub> à I <sub>69</sub> |
|                                                                        | PARITÉ                                                      |                 |                            | 7             | (voir Note 13)        | I <sub>70</sub> à I <sub>76</sub> |
| <b>Mot de correspondance/CRC d'azimut arrière (voir Notes 1 et 11)</b> |                                                             |                 |                            |               |                       |                                   |
| B39                                                                    | PRÉAMBULE                                                   | numérique       | 2,5                        | 12            |                       | I <sub>1</sub> à I <sub>12</sub>  |
|                                                                        | Adresse                                                     |                 |                            | 8             |                       | I <sub>13</sub> à I <sub>20</sub> |
|                                                                        | Nombre d'indicateurs de procédure d'azimut arrière          |                 |                            | 4             | de 0 à 15             | I <sub>21</sub> à I <sub>24</sub> |
|                                                                        | Premier mot de la base de données d'azimut arrière          |                 |                            | 6             | (voir Note 2)         | I <sub>25</sub> à I <sub>30</sub> |
|                                                                        | Code CRC d'azimut arrière                                   |                 |                            | 32            | (voir Note 3)         | I <sub>31</sub> à I <sub>62</sub> |
|                                                                        | Mot B43 émis                                                |                 |                            | 1             | (voir Note 4)         | I <sub>63</sub>                   |
|                                                                        | Réserve                                                     |                 |                            | 5             | (voir Note 12)        | I <sub>64</sub> à I <sub>68</sub> |
|                                                                        | Indicateur de correspondance/CRC d'azimut arrière           |                 |                            | 1             | (voir Note 11)        | I <sub>69</sub>                   |
|                                                                        | PARITÉ                                                      |                 |                            | 7             | (voir Note 13)        | I <sub>70</sub> à I <sub>76</sub> |

**NOTES.—**

1. Les variables utilisées dans les numéros de mot correspondent aux variables qui sont utilisées dans le Tableau A-14.
2. Ce champ est codé conformément aux indications du Tableau A-9, à l'aide des bits I<sub>13</sub> à I<sub>18</sub>. Dans ce tableau, l'émission débute par le bit I<sub>12</sub>, qui contient les renseignements du bit I<sub>13</sub> du Tableau A-9.
3. Le code CRC contient le reste, R(x), de la division modulo 2 de deux polynômes :

$$\left[ \frac{x^{32}M(x)}{G(x)} \right]_{\text{mod } 2} = Q(x) + \frac{R(x)}{G(x)}$$

M(x) est le champ de l'information, qui est constitué de la base de données d'azimut d'approche ou d'azimut arrière définie ci-dessous, à l'exclusion des préambules, adresses, bits de parité et bits de code CRC. Dans le cas des mots de données auxiliaires, ce sont les bits I<sub>31</sub> à I<sub>69</sub> ; dans celui des mots de données de base, les bits I<sub>13</sub> à I<sub>30</sub>. La base de données est composée des mots de données suivants, dans l'ordre indiqué :

*Base de données d'azimut d'approche :*

B1 (bits I<sub>21</sub> à I<sub>30</sub>, I<sub>63</sub> à I<sub>69</sub>)  
B2 à B(a)  
B40, B41  
A1 ou B42, A2, A3  
A4 ou B43 (si ce mot est émis)  
Mot de données de base 6

*Base de données d'azimut arrière :*

B(b) à B38  
B39 (bits I<sub>21</sub> à I<sub>30</sub>, I<sub>63</sub> à I<sub>69</sub>)  
B40, B41, A3  
A4 ou B43 (si ce mot est émis)  
Mot de données de base 6

M(x) est multiplié par x<sup>32</sup>, ce qui ajoute 32 bits zéro à la fin du dividende.

G(x) est le polynôme générateur, qui est défini comme suit :

$$G(x) = x^{32} + x^{31} + x^{14} + x^{13} + x^9 + x^8 + x^4 + x^3 + x + 1$$

Q(x) est le quotient.

Le code CRC, R(x), est émis avec le coefficient d'x<sup>31</sup> comme bit I<sub>31</sub> et le coefficient d'x<sup>0</sup> comme bit I<sub>62</sub>.

4. La convention de codage est la suivante :

0 = non  
1 = oui.



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

## RANT 10 – PART 1

### Télécommunications aéronautiques

### Aides radio à la navigation

### APPENDICES

Page: APP 24 de 244  
Révision: 00  
Date: 01/07/2015

5. En ce qui concerne les mots de données B1 à B39, les caractères alphabétiques sont codés conformément aux indications du § 3.11.4.8.3.
6. La convention de codage est la suivante :
  - 0 = pas de lettre
  - 1 = R (droite)
  - 2 = C (centre)
  - 3 = L (gauche).
7. La convention de codage est la suivante :
  - 0 = procédure d'approche
  - 1 = procédure de départ.
8. Les indices de point de cheminement résultent de la numérotation séquentielle de tous les points de cheminement de la base de données d'azimut d'approche ou de la base de données d'azimut arrière. Si le code du point de cheminement de seuil de la piste principale ne comprend que la hauteur de franchissement du seuil, ce point est omis de la séquence de numérotation des points de cheminement.
9. Un zéro dans ce champ indique qu'il s'agit d'une procédure d'approche axiale calculée fondée sur les renseignements contenus dans les mots de données auxiliaires A1 (ou B42), A2, A3 et A4 (ou B43).
10. Les définitions de point de cheminement sont de longueur variable et sont codées dans l'ordre sans qu'il soit tenu compte des limites de mot. Il ne doit pas y avoir de bits de réserve entre les définitions de point de cheminement. Tous les bits de réserve se trouvant à la fin du dernier mot de données de point de cheminement sont mis à zéro. Les définitions des points de cheminement d'une procédure d'approche sont codées dans l'ordre dans lequel l'aéronef suit la procédure. Dans le cas des procédures d'approche interrompue ou de départ, les définitions des points de cheminement sont codées dans l'ordre inverse. Les points de cheminement d'une procédure d'approche interrompue ou de départ qui ne sont pas partagés avec une procédure d'approche sont codés après le dernier point de cheminement d'approche dans la base de données.
11. Une installation sans base de données d'azimut arrière peut utiliser le mot auxiliaire B39 comme mot de données de point de cheminement dans la base de données d'azimut d'approche. Le bit  $I_{49}$  du mot B39 sert à indiquer l'utilisation de ce mot. La convention de codage est la suivante :
  - 0 = le mot B39 est un mot de données de point de cheminement
  - 1 = le mot B39 est le mot de correspondance/CRC d'azimut arrière.
12. Tous les bits de réserve sont mis à ZÉRO.
13. Les bits de parité  $I_{70}$  à  $I_{78}$  sont choisis de façon à satisfaire aux équations figurant dans la Note 1 du Tableau A-12.
14. La valeur codée 0000 est interdite.
15. La désignation de numéro de piste 0 concerne les opérations d'hélistation.



**Tableau A-16. Éléments de données des définitions de point de cheminement**  
(voir § 3.11.4.8.3.2)

| Données                                              | Bits<br>utilisés | Plage de valeurs                          | Bit de<br>poids faible |
|------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------|------------------------|
| Coordonnée X                                         | 15               | ±41 940 m<br>(voir Notes 1 et 2)          | 2,56 m                 |
| Coordonnée Y suit                                    | 1                | (voir Note 3)                             |                        |
| Coordonnée Y                                         | 15               | ±41 940 m<br>(voir Notes 1 et 2)          | 2,56 m                 |
| Coordonnée Z suit                                    | 1                | (voir Note 3)                             |                        |
| Coordonnée Z                                         | 13               | de -100 à +8 091 m<br>(voir Notes 1 et 4) | 1 m                    |
| Identificateur de segment/champ suivant              | 3                | (voir Note 5)                             |                        |
| Hauteur du point de cheminement de seuil             | 6                | de 0 à 31,5 m<br>(voir Note 5)            | 0,5 m                  |
| Distance de l'azimut virtuel au point de cheminement | 6                | de 0 à 6 300 m<br>(voir Note 5)           | 100 m                  |
| Indice du point de cheminement suivant               | 6                | (voir Notes 5 et 6)                       |                        |
| Indice d'approche interrompue                        | 6                | (voir Notes 5 et 6)                       |                        |

**NOTES.—**

1. L'origine du système de coordonnées est le point d'origine MLS. L'axe X est horizontal et se trouve dans le plan vertical qui comprend l'axe de la piste ; un chiffre positif représente un emplacement en direction du repère d'approche. L'axe Y est horizontal et perpendiculaire à l'axe X ; un chiffre positif représente un emplacement à gauche de cet axe, vu à partir du point d'origine MLS et en direction du repère d'approche. L'axe Z est vertical ; un chiffre positif représente un emplacement au-dessus du point d'origine MLS. La courbure de la Terre n'est pas prise en compte pour déterminer les valeurs des coordonnées de point de cheminement.
2. La convention de codage est la suivante :  
Le bit de poids fort représente le signe :  
0 = positif  
1 = négatif.  
Les autres bits représentent la valeur absolue.
3. La convention de codage est la suivante :  
0 = non  
1 = oui.  
Le bit « coordonnée Y suit » est mis à ZÉRO (non) pour indiquer que la coordonnée Y du point de cheminement est de zéro. Dans ce cas, le champ de la coordonnée Y n'est pas utilisé. Le bit « coordonnée Z suit » est mis à ZÉRO (non) pour signaler que le point de cheminement est indiqué en deux dimensions ou qu'il se trouve sur une pente constante entre deux points de cheminement pour lesquels la coordonnée Z est émise. Dans les deux cas, le champ de la coordonnée Z n'est pas utilisé.
4. Pour coder ce champ, on utilise une valeur sans signe avec un décalage de -100 m. Une valeur égale à zéro dans ce champ représenterait donc une coordonnée Z de -100 m.
5. Les champs de données qui suivent l'identificateur de segment/champ suivant ne sont émis que dans certains cas. Le codage de l'identification de segment/champ suivant et l'utilisation des champs de données suivants sont définis au Tableau A-17.
6. Les indices de point de cheminement résultent de la numérotation séquentielle de tous les points de cheminement de la base de données d'azimut d'approche ou de la base de données d'azimut arrière. Si le code du point de cheminement de seuil de la piste principale ne comprend que la hauteur de franchissement du seuil, ce point est omis de la séquence de numérotation des points de cheminement. Le champ d'indice de point de cheminement suivant se rapporte toujours à un indice inférieur à celui du point de cheminement actuel. Le champ d'indice d'approche interrompue se rapporte toujours à un indice supérieur à celui du point de cheminement actuel.



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# RANT 10 – PART 1

## Télécommunications aéronautiques

### Aides radio à la navigation

#### APPENDICES

Page: APP 26 de 244  
Révision: 00  
Date: 01/07/2015

**Tableau A-17. Identificateurs de segment/champ suivant**  
(voir § 3.11.4.8.3.2)

| Application                                          |                                                           |                                      |                                                                                           | Identifi-<br>cateur de<br>segment/<br>champ<br>suivant | Champ(s) de données<br>qui doit (doivent) suivre l'identificateur                                                                                                                |                                                                             |                        |  |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------|--|
| Emplacement<br>du point de<br>cheminement<br>suivant | Point de<br>cheminement<br>suivant<br>partagé<br>(Note 1) | Lié à une<br>approche<br>interrompue | Type de<br>segment                                                                        |                                                        | Procédure<br>d'approche                                                                                                                                                          | Procédure<br>d'approche<br>interrompue                                      | Procédure<br>de départ |  |
| N'importe<br>lequel                                  | Non                                                       | Non                                  | Rectiligne                                                                                | 0                                                      | Coordonnée X du point de cheminement suivant                                                                                                                                     |                                                                             |                        |  |
|                                                      |                                                           |                                      | Courbe                                                                                    | 1                                                      |                                                                                                                                                                                  |                                                                             |                        |  |
|                                                      | Oui                                                       |                                      | Rectiligne                                                                                | 2                                                      | 1. Indice du point de cheminement suivant<br>2. Coordonnée X de premier point de cheminement de la<br>procédure suivante                                                         |                                                                             |                        |  |
|                                                      |                                                           |                                      | Courbe                                                                                    | 3                                                      |                                                                                                                                                                                  |                                                                             |                        |  |
| Seuil<br>de la piste<br>principale                   | Non                                                       | Non                                  | Rectiligne                                                                                | 4                                                      | 1. Hauteur du point de<br>cheminement de seuil<br>2. Coordonnée X du premier point<br>de cheminement de la procédure<br>suivante                                                 | Coordonnée X du premier<br>point de cheminement de<br>la procédure suivante |                        |  |
|                                                      |                                                           | Oui                                  |                                                                                           | 5                                                      | 1. Hauteur du point de<br>cheminement de seuil<br>2. Indice d'approche interrompue<br>3. Coordonnée X du premier point<br>de cheminement de la procédure<br>suivante             | Non autorisé<br>(voir Note 3)                                               |                        |  |
| Aucun                                                |                                                           | Non                                  | Aucun<br>(voir Note 2)                                                                    | 6                                                      | 1. Distance de l'azimut virtuel au<br>point de cheminement<br>2. Coordonnée X du premier point<br>de cheminement de la procédure<br>suivante                                     | Coordonnée X du premier<br>point de cheminement de<br>la procédure suivante |                        |  |
|                                                      |                                                           | Oui                                  | Rectiligne<br>jusqu'au<br>premier<br>point de<br>cheminement<br>d'approche<br>interrompue | 7                                                      | 1. Distance de l'azimut virtuel au<br>point de cheminement<br>2. Indice d'approche interrompue<br>3. Coordonnée X du premier point<br>de cheminement de la procédure<br>suivante | Non autorisé<br>(voir Note 3)                                               |                        |  |

NOTES.—

1.

Un point de cheminement partagé est un point de cheminement qui, dans la procédure en cours, n'est indiqué que par un indice de point de cheminement. Les coordonnées du point de cheminement sont indiquées explicitement dans une autre procédure.

2.

Au-delà de ce point de cheminement, les renseignements de guidage sont fournis par rapport à la ligne droite qui, partant du point de cheminement actuel, est tangente à la trajectoire conduisant au point de cheminement. Dans le cas d'une procédure d'approche interrompue, cette ligne passe par le dernier point de cheminement d'approche.

3.

Les valeurs 5 et 7, dans le champ de l'identificateur de segment/champ suivant, sont réservées aux procédures d'approche. Les procédures d'approche interrompue et de départ peuvent partager des points de cheminement d'approche qui utilisent ces valeurs, sans tenir compte des champs de données relatifs à la hauteur du point de cheminement de seuil, à la distance de l'azimut virtuel au seuil et à l'indice d'approche interrompue.



## **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.

### **2. GÉNÉRALITÉS**

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

### **3. ÉLÉMENTS DU GNSS**

#### **3.1 Service de localisation standard (SPS) du GPS (L1)**

##### **3.1.1 ÉLÉMENTS NON EMBARQUÉS**

###### **3.1.1.1 CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES**

**3.1.1.1.1 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 de bruit de 10 Hz pourra suivre la porteuse avec une précision de 0,1 radian (1 sigma).

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

**3.1.1.1.3 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.*



3.1.1.1.4 *Génération et synchronisation du code d'acquisition grossière (C/A)*. Chaque séquence de code C/A  $G_i(t)$  sera 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  $G_1$  d'un nombre entier de chips afin de générer l'une des 36 séquences  $G_i(t)$  uniques indiquées au Tableau B-1. 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 :

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

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

Le vecteur d'initialisation des séquences  $G_1$  et  $G_2$  sera « 1111111111 ». L'attribution des phases de code se fera conformément au Tableau B-1. Les registres  $G_1$  et  $G_2$  seront cadencés à 1,023 MHz. La synchronisation du code C/A se fera conformément à la Figure B-1. Toutes les figures se trouvent à la fin du présent appendice.

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

3.1.1.2.1 *Structure des sous-trames*. Chaque sous-trame ou page de sous-trame débutera par un mot de télémessure (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.

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

a) la pagination cyclique des sous-trames 1 à 5 recommencera systématiquement par la sous-trame 1, quelle que soit la sous-trame transmise en dernier avant le changement de semaine

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

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

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



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

**RANT 10 – PART 1**  
**Télécommunications aéronautiques**  
**Aides radio à la navigation**  
**APPENDICES**

Page: APP 29 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

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

3.1.1.2.5 *Mot de transfert (HOW)*. Le mot HOW aura une longueur de 30 bits et sera émis en deuxième position dans chaque sous-trame ou page, immédiatement après le mot TLM. Il sera émis toutes les 6 secondes dans la trame de données.



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP 30 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

**Tableau B-1. Attributions des phases de code**

| Numéro<br>du satellite | Numéro<br>du signal PRN | Retard imposé à G2<br>(en chips) | 10 premiers chips<br>en octal* |
|------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 1                      | 1                       | 5                                | 1440                           |
| 2                      | 2                       | 6                                | 1620                           |
| 3                      | 3                       | 7                                | 1710                           |
| 4                      | 4                       | 8                                | 1744                           |
| 5                      | 5                       | 17                               | 1133                           |
| 6                      | 6                       | 18                               | 1455                           |
| 7                      | 7                       | 139                              | 1131                           |
| 8                      | 8                       | 140                              | 1454                           |
| 9                      | 9                       | 141                              | 1626                           |
| 10                     | 10                      | 251                              | 1504                           |
| 11                     | 11                      | 252                              | 1642                           |
| 12                     | 12                      | 254                              | 1750                           |
| 13                     | 13                      | 255                              | 1764                           |
| 14                     | 14                      | 256                              | 1772                           |
| 15                     | 15                      | 257                              | 1775                           |
| 16                     | 16                      | 258                              | 1776                           |
| 17                     | 17                      | 469                              | 1156                           |
| 18                     | 18                      | 470                              | 1467                           |
| 19                     | 19                      | 471                              | 1633                           |
| 20                     | 20                      | 472                              | 1715                           |
| 21                     | 21                      | 473                              | 1746                           |
| 22                     | 22                      | 474                              | 1763                           |
| 23                     | 23                      | 509                              | 1063                           |
| 24                     | 24                      | 512                              | 1706                           |
| 25                     | 25                      | 513                              | 1743                           |
| 26                     | 26                      | 514                              | 1761                           |
| 27                     | 27                      | 515                              | 1770                           |
| 28                     | 28                      | 516                              | 1774                           |
| 29                     | 29                      | 859                              | 1127                           |
| 30                     | 30                      | 860                              | 1453                           |
| 31                     | 31                      | 861                              | 1625                           |
| 32                     | 32                      | 862                              | 1712                           |
| ***                    | 33                      | 863                              | 1745                           |
| ***                    | 34**                    | 950                              | 1713                           |
| ***                    | 35                      | 947                              | 1134                           |
| ***                    | 36                      | 948                              | 1456                           |
| ***                    | 37**                    | 950                              | 1713                           |

\* Dans cette colonne, les 10 premiers chips du code C/A sont représentés comme suit : le premier chiffre représente le premier élément et correspond à « 1 », les trois chiffres suivants constituent la représentation octale des neuf autres (ex. : ramenée en binaire, la représentation des 10 premiers éléments du code C/A correspondant au signal de bruit pseudo-aléatoire (PRN) est « 1100100000 »).

\*\* Les codes C/A 34 et 37 sont identiques.

\*\*\* Les séquences PRN 33 à 37 sont réservées à d'autres utilisations (ex. : émetteurs sol).



Son format et son contenu seront conformes à la Figure B-4. Le mot débutera par les 17 bits de poids fort du compte TOW. Ce dernier se composera des 19 bits de poids faible du compte Z de 29 bits (§ 3.1.1.2.6). Les 17 bits en question correspondront au compte TOW généré à l'impulsion de 1,5 s qui se produit au début (front avant) de la sous-trame suivante.

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

3.1.1.2.5.2 *Bit 19.* Le bit 19 sera réservé.

3.1.1.2.5.3 *Bits 20, 21 et 22.* Les bits 20, 21 et 22 du mot HOW constitueront l'identificateur de la sous-trame dans laquelle ce mot HOW est le deuxième mot. Cet identificateur pourra prendre les valeurs suivantes :

| ID | Code |
|----|------|
| 1  | 001  |
| 2  | 010  |
| 3  | 011  |
| 4  | 100  |
| 5  | 101  |

3.1.1.2.6 *Compteur Z du satellite.* Chaque satellite générera de manière interne une horloge à une cadence de 1,5 s qui contiendra une unité commode permettant de compter et de communiquer le temps de manière précise. Le temps ainsi défini s'appellera le compte Z. Ce compte sera fourni à l'utilisateur sous forme d'un nombre binaire de 29 bits composé de deux parties décrites dans les paragraphes suivants.

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

*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.*



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

### 3.1.1.3 DESCRIPTION DES DONNÉES

3.1.1.3.1 *Sous-trame 1. Données d'horloge et d'état de fonctionnement du satellite.* Les mots 3 à 10 de la sous-trame 1 contiendront les paramètres d'horloge et autres données spécifiés au Tableau B-2. Les paramètres de chaque ensemble de données seront valides durant l'intervalle de temps pendant lequel ils sont transmis, et le resteront pendant un certain temps après le début de la transmission de l'ensemble de données suivant.

3.1.1.3.1.1 *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.

**Tableau B-2. Paramètres de la sous-trame 1**

| Paramètre                           | Nombre de bits** | Échelle (LSB) | Plage effective*** | Unités           |
|-------------------------------------|------------------|---------------|--------------------|------------------|
| N° de semaine                       | 10               | 1             |                    | semaines         |
| Précision du satellite              | 4                |               |                    |                  |
| État de fonctionnement du satellite | 6                | 1             |                    | discrètes        |
| $T_{GD}$                            | 8*               | $2^{-31}$     |                    | secondes         |
| IODC                                | 10               |               |                    |                  |
| $t_{oc}$                            | 16               | $2^4$         | 604 784            | secondes         |
| $a_2$                               | 8*               | $2^{-55}$     |                    | s/s <sup>2</sup> |
| $a_1$                               | 16*              | $2^{-43}$     |                    | s/s              |
| $a_0$                               | 22*              | $2^{-31}$     |                    | secondes         |

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

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

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

3.1.1.3.1.2 *Erreur de distance pour l'utilisateur (URA).* Les bits 13 à 16 du mot 3 représenteront l'URA prévue du satellite, conformément au Tableau B-3.

*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 (exactitudes apparentes de l'horloge et des prévisions des éphémérides) qu'il est possible d'attendre d'un satellite donné d'après les données historiques.*

**3.1.1.3.1.3 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 ;
- b) 1 = certaines données de navigation ne sont pas valides.

Les 5 bits de poids faible préciseront l'état des composantes du signal conformément au § 3.1.1.3.3.4. Les indications d'état de fonctionnement du satellite seront fournies suivant les capacités du satellite indiquées par le code de configuration spécifié au § 3.1.1.3.3.5. Tout satellite qui ne possède pas une capacité donnée sera désigné comme fonctionnel si l'absence de cette capacité est inhérente à sa conception ou que le satellite a été configuré dans un mode qui convient au récepteur et qui ne nécessite pas la capacité en question. D'autres données d'état seront intégrées aux sous-trames 4 et 5.

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

**3.1.1.3.1.4 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 sous-trame 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 7 jours précédents.

*Note.— La relation entre les termes IODC et IODE (identification des éphémérides) est précisée au § 3.1.1.3.2.2.*

**3.1.1.3.1.5 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 du groupe différentiel du satellite.

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

**3.1.1.3.1.6 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 ( $t_{oc}$ ,  $a_{f2}$ ,  $a_{f1}$ ,  $a_{f0}$ ).



3.1.1.3.1.7 *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.

3.1.1.3.2 *Sous-trames 2 et 3 — éphémérides satellitaires.* Les sous-trames 2 et 3 contiendront les éphémérides du satellite émetteur.

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

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

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

*Note 2.— Au cours d'une heure donnée, le premier ensemble de données peut changer (§ 3.1.1.2.2) à n'importe quel moment ; il peut donc être transmis par le satellite pendant moins d'une heure.*

3.1.1.3.2.3 *Champs de données réservés.* Les bits 17 à 22 du mot 10 de la sous-trame 2 seront réservés. Tous ces champs contiendront des séquences de bits respectant la parité de chaque mot.

3.1.1.3.3 *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. Pour les pages de la sous-trame 4, six formats différents seront utilisés, et deux pour celles de la sous-trame 5 (Figure B-6).

Les pages de la sous-trame 4 contiendront les éléments suivants :



a) pages 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 et 10 : données d'almanach pour les satellites 25 à 32 respectivement.  
Si les 6 bits du mot d'état de la page 25 sont tous à 1 (§ 3.1.1.3.3.4), la valeur de l'identificateur de satellite de la page ne sera pas comprise dans la plage 25 à 32 ;

*Note.— Ces pages peuvent être destinées à d'autres fonctions. Le format et le contenu de chacune d'elles dépendent de l'identificateur de satellite.*

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

| URA | Précision       |
|-----|-----------------|
| 0   | 2 m             |
| 1   | 2,8 m           |
| 2   | 4 m             |
| 3   | 5,7 m           |
| 4   | 8 m             |
| 5   | 11,3 m          |
| 6   | 16 m            |
| 7   | 32 m            |
| 8   | 64 m            |
| 9   | 128 m           |
| 10  | 256 m           |
| 11  | 512 m           |
| 12  | 1 024 m         |
| 13  | 2 048 m         |
| 14  | 4 096 m         |
| 15  | Ne pas utiliser |

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

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



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

|                   |                                                                                      |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| $M_0$             | Anomalie moyenne au temps de référence                                               |
| $\Delta n$        | Différence entre le déplacement moyen et la valeur calculée                          |
| $e$               | Excentricité                                                                         |
| $\sqrt{A}$        | Racine carrée du demi-grand axe                                                      |
| $\text{OMEGA}_0$  | Longitude du nœud ascendant du plan orbital (sur impulsion de changement de semaine) |
| $i_0$             | Inclinaison au temps de référence                                                    |
| $\omega$          | Périgée                                                                              |
| $\text{OMEGADOT}$ | Taux de variation de l'ascension droite                                              |
| $i\text{DOT}$     | 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             |
| $C_{is}$          | Amplitude de la composante sinusoidale de la correction en inclinaison               |
| $t_{oe}$          | Temps de référence des éphémérides                                                   |
| IODE              | Identification des éphémérides                                                       |

**Tableau B-6. Paramètres d'éphémérides**

| Paramètre         | Nombre de bits** | Échelle (LSB) | Plage effective*** | Unités                |
|-------------------|------------------|---------------|--------------------|-----------------------|
| IODE              | 8                |               |                    |                       |
| $C_{rs}$          | 16*              | $2^{-5}$      |                    | mètres                |
| $\Delta n$        | 16*              | $2^{-43}$     |                    | demi-cercles/s        |
| $M_0$             | 32*              | $2^{-31}$     |                    | demi-cercles          |
| $C_{uc}$          | 16*              | $2^{-29}$     |                    | radians               |
| $e$               | 32               | $2^{-33}$     | 0,03               | (sans dimension)      |
| $C_{us}$          | 16*              | $2^{-29}$     |                    | radians               |
| $\sqrt{A}$        | 32               | $2^{-19}$     |                    | mètres <sup>1/2</sup> |
| $t_{oe}$          | 16               | $2^4$         | 604 784            | secondes              |
| $C_{ic}$          | 16*              | $2^{-29}$     |                    | radians               |
| $\text{OMEGA}_0$  | 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          |
| $\text{OMEGADOT}$ | 24*              | $2^{-43}$     |                    | demi-cercles/s        |
| $i\text{DOT}$     | 14*              | $2^{-43}$     |                    | demi-cercles/s        |

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

- b) page 17 : messages spéciaux ;
- c) page 18 : données ionosphériques et données UTC ;
- d) page 25 : configurations des 32 satellites ;
- e) pages 1, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23 et 24 : réservées.

|                                                                                                                                            |                                                                                                                                            |                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br/>du Togo</p> | <p><b>RANT 10 – PART 1</b><br/> <b>Télécommunications aéronautiques</b><br/> <b>Aides radio à la navigation</b><br/> <b>APPENDICES</b></p> | <p>Page: APP <b>37</b> de 244<br/> Révision: 01<br/> Date: 28/02/2019</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|

Les pages de la sous-trame 5 contiendront les éléments suivants :

- a) pages 1 à 24 : données d'almanach pour les satellites 1 à 24 ;
  - b) page 25 : données d'état de fonctionnement pour les satellites 1 à 24, temps de référence de l'almanach et numéro de semaine de référence de l'almanach.
- 3.1.1.3.3.1 *Identificateur de données*. Les deux bits de poids fort du mot 3 de chaque page constitueront l'identificateur de la structure utilisée pour les données de navigation GPS considérées. L'identificateur de données sera conforme au Tableau B-7 et aux règles suivantes :
- a) pour les pages destinées à contenir les données d'almanach d'un satellite particulier, l'identificateur indiquera la structure de données utilisée par ce satellite ;
  - b) pour toutes les autres pages, l'identificateur indiquera la structure de données utilisée par le satellite émetteur ;
  - c) l'identificateur « 1 » (désigné par l'état binaire 00) ne sera pas utilisé.



**Tableau B-7. Identificateurs de données et identificateurs  
de satellite des sous-trames 4 et 5**

| Page   | Sous-trame 4 |               | Sous-trame 5 |               |
|--------|--------------|---------------|--------------|---------------|
|        | ID données   | ID satellite* | ID données   | ID satellite* |
| 1      | ***          | 57            | **           | 1             |
| 2****  | **           | 25            | **           | 2             |
| 3****  | **           | 26            | **           | 3             |
| 4****  | **           | 27            | **           | 4             |
| 5****  | **           | 28            | **           | 5             |
| 6      | ***          | 57            | **           | 6             |
| 7****  | **           | 29            | **           | 7             |
| 8****  | **           | 30            | **           | 8             |
| 9****  | **           | 31            | **           | 9             |
| 10**** | **           | 32            | **           | 10            |
| 11     | ***          | 57            | **           | 11            |
| 12     | ***          | 62            | **           | 12            |
| 13     | ***          | 52            | **           | 13            |
| 14     | ***          | 53            | **           | 14            |
| 15     | ***          | 54            | **           | 15            |
| 16     | ***          | 57            | **           | 16            |
| 17     | ***          | 55            | **           | 17            |
| 18     | ***          | 56            | **           | 18            |
| 19     | ***          | 58*****       | **           | 19            |
| 20     | ***          | 59*****       | **           | 20            |
| 21     | ***          | 57            | **           | 21            |
| 22     | ***          | 60*****       | **           | 22            |
| 23     | ***          | 61*****       | **           | 23            |
| 24     | ***          | 62            | **           | 24            |
| 25     | ***          | 63            | ***          | 51            |

\* La valeur 0 désigne un satellite fictif. Dans ce cas, c'est l'identificateur de données du satellite émetteur qui est utilisé.

\*\* Identificateur de données du satellite dont l'identificateur figure dans la page considérée.

\*\*\* Identificateur de données du satellite émetteur.

\*\*\*\* Les pages 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 et 10 de la sous-trame 4 peuvent contenir les données d'almanach des satellites 25 à 32 (respectivement) ou des données correspondant à d'autres fonctions désignées par un identificateur de satellite particulier.

\*\*\*\*\* L'identificateur de satellite peut varier.

3.1.1.3.3.2 *Identificateur de satellite.* L'identificateur de satellite sera formé des bits 3 à 8 du mot 3 de chaque page. Les identificateurs de satellite seront utilisés de deux façons :

a) pour les pages qui contiennent les données d'almanach d'un satellite particulier, l'identificateur aura la même valeur que celle du code PRN de ce satellite, conformément au Tableau B-1 ;

b) pour toutes les autres pages, l'identificateur attribué conformément au Tableau B-7 servira d'identificateur de page. Les identificateurs 1 à 32 seront attribués aux pages qui contiennent les données d'almanach des différents satellites (pages 1 à 24 de la sous-trame 5, et pages 2 à 5 et 7 à 10 de la sous-trame 4). L'identificateur « 0 » (tous les bits à 0) permettra de définir un satellite fictif, et les identificateurs 51 à 63 seront utilisés pour les pages contenant d'autres informations que les données d'almanach du satellite considéré (Notes 1 et 2).



*Note 1.— Des identificateurs particuliers sont réservés pour les pages des sous-trames 4 et 5 ; par contre, l'identificateur de satellite des pages 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 et 10 de la sous-trame 4 peut changer d'une page à l'autre en fonction de leurs contenus respectifs.*

*Note 2.— Les autres identificateurs (33 à 50) ne sont pas attribués.*

**3.1.1.3.3.3 Almanach.** Les pages 1 à 24 de la sous-trame 5, ainsi que les pages 2 à 5 et 7 à 10 de la sous-trame 4 contiendront les données d'almanach et un mot d'état de fonctionnement du satellite (§ 3.1.1.3.3.4) pour au plus 32 satellites. Les données d'almanach seront un sous-ensemble à précision réduite des paramètres d'horloge et d'éphémérides. Les données seront représentées par tous les bits des mots 3 à 10 de chaque page, à l'exception des 8 bits de poids fort du mot 3 (qui forment l'identificateur de données et l'identificateur de satellite), des bits 17 à 24 du mot 5 (état de fonctionnement du satellite) et des 50 bits de parité. Le nombre de bits, l'échelle correspondant au bit de poids faible, la plage de valeurs et les unités dans lesquelles s'expriment les données d'almanach seront conformes au Tableau B-8. Les données d'almanach des éventuels satellites fictifs seront des séquences de 1 et de 0 alternés présentant la parité voulue.

**3.1.1.3.3.3.1 Temps de référence de l'almanach.** Le temps de référence de l'almanach,  $t_{0a}$ , sera un multiple de  $2^{12}$  secondes se produisant environ 70 heures après la première heure de transmission valide de l'ensemble de données d'almanach considéré. L'almanach sera mis à jour à une fréquence suffisante pour que la différence entre le temps GPS,  $t$ , et  $t_{0a}$  soit inférieure à 3,5 jours pendant la période de transmission. En conditions de fonctionnement normales, les paramètres d'almanach seront mis à jour au minimum tous les 6 jours.

**3.1.1.3.3.3.2 Paramètres de temps de l'almanach.** Les paramètres de temps de l'almanach consisteront en un terme constant de 11 bits ( $a_{r0}$ ) et d'un terme du premier ordre, également de 11 bits ( $a_{r1}$ ).

**3.1.1.3.3.3.3 Semaine de référence de l'almanach.** Les bits 17 à 24 du mot 3 de la page 25 de la sous-trame 5 représenteront le numéro de la semaine ( $WN_a$ ) à laquelle se rapporte le temps de référence de l'almanach ( $t_{0a}$ ). Le terme  $WN_a$  se composera des 8 bits de poids faible du numéro complet de la semaine. Les bits 9 à 16 du mot 3 de la page 25 de la sous-trame 5 représenteront la valeur de  $t_{0a}$  qui se rapporte à ce  $WN_a$ .

**3.1.1.3.3.4 Données d'état.** Les sous-trames 4 et 5 contiendront deux types de données d'état de fonctionnement du satellite :

a) chacune des 32 pages contenant les données d'horloge et d'éphémérides de l'almanach comportera un mot d'état de fonctionnement de 8 bits se rapportant au satellite dont la page transmet l'almanach ;



b) la 25<sup>e</sup> page de la sous-trame 4 et la 25<sup>e</sup> page de la sous-trame 5 contiendront à elles deux des mots d'état de 6 bits pour au plus 32 satellites.

3.1.1.3.3.4.1 Les mots d'état de 8 bits occuperont les bits 17 à 24 du mot 5 des 32 pages contenant les données d'almanach des différents satellites. Les mots d'état de 6 bits occuperont les 24 bits de poids fort des mots 4 à 9 de la page 25 de la sous-trame 5, les bits 19 à 24 du mot 8, les 24 bits de poids fort du mot 9 et les 18 bits de poids fort du mot 10 de la page 25 de la sous-trame 4.

3.1.1.3.3.4.2 Les 3 bits de poids fort des mots d'état de 8 bits indiqueront l'état des données de navigation, conformément au Tableau B-9. Les mots de 6 bits résumeront sur un bit (celui de poids fort) l'état des données de navigation, conformément au § 3.1.1.3.1.3. Enfin, les 5 bits de poids faible des mots d'état de 8 et de 6 bits traduiront l'état des composantes du signal des satellites, conformément au Tableau B-10.

3.1.1.3.3.4.3 Une signification particulière sera attachée à la combinaison des 6 bits à 1 des mots d'état de la 25<sup>e</sup> page des sous-frames 4 et 5 ; cette combinaison indiquera que le satellite ainsi identifié n'est pas disponible et qu'il n'y a sans doute aucune donnée le concernant dans la page de la sous-trame 4 ou 5 qui contient normalement les données d'almanach de ce satellite.

*Note.— Cette signification particulière ne s'applique qu'à la 25<sup>e</sup> page des sous-frames 4 et 5. Les pages en question peuvent contenir des données d'almanach concernant un autre satellite (§ 3.1.1.3.3.3).*

**Tableau B-8. Paramètres d'almanach**

| Paramètre          | Nombre de bits** | Échelle (LSB) | Plage effective*** | Unités                |
|--------------------|------------------|---------------|--------------------|-----------------------|
| e                  | 16               | $2^{-21}$     | 602 112            | (sans dimension)      |
| $t_{0a}$           | 8                | $2^{12}$      |                    | secondes (s)          |
| $\delta_i$ ****    | 16*              | $2^{-19}$     |                    | demi-cercles          |
| OMEGADOT           | 16*              | $2^{-38}$     |                    | demi-cercles/s        |
| $\sqrt{A}$         | 24*              | $2^{-11}$     |                    | mètres <sup>1/2</sup> |
| OMEGA <sub>0</sub> | 24*              | $2^{-23}$     |                    | demi-cercles          |
| $\omega$           | 24*              | $2^{-23}$     |                    | demi-cercles          |
| $M_0$              | 24*              | $2^{-23}$     |                    | demi-cercles          |
| $a_{20}$           | 11*              | $2^{-20}$     |                    | s                     |
| $a_{21}$           | 11*              | $2^{-38}$     |                    | s/s                   |

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

\*\*\*\* Relativement à  $i_0 = 0,30$  demi-cercle.



**Tableau B-9. Indicateurs de l'état des données de navigation**

| Position des bits<br>dans la page |     |     | Signification                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------|-----|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 137                               | 138 | 139 |                                                                                                                                                                                                        |
| 0                                 | 0   | 0   | TOUTES LES DONNÉES SONT CORRECTES                                                                                                                                                                      |
| 0                                 | 0   | 1   | ERREUR DE PARITÉ — L'ensemble ou une partie des contrôles de parité sont négatifs.                                                                                                                     |
| 0                                 | 1   | 0   | PROBLÈME DE FORMATAGE DU MOT TLM OU HOW — Toute anomalie de formatage (ex. : préambule en mauvaise position ou incorrect), à l'exception du compteur Z, par rapport au format indiqué dans le mot HOW. |
| 0                                 | 1   | 1   | COMPTEUR Z INCORRECT DANS LE MOT HOW — Tout problème dû au fait que la valeur du compteur Z ne correspond pas à la phase de code réelle.                                                               |
| 1                                 | 0   | 0   | SOUS-TRAMES 1, 2 et 3 — Un ou plusieurs éléments des mots 3 à 10 d'une ou de plusieurs sous-trames sont erronés.                                                                                       |
| 1                                 | 0   | 1   | SOUS-TRAMES 4 et 5 — Un ou plusieurs éléments des mots 3 à 10 d'une ou des deux sous-trames sont erronés.                                                                                              |
| 1                                 | 1   | 0   | ERREUR GÉNÉRALE SUR DONNÉES TÉLÉCHARGÉES — Un ou plusieurs éléments des mots 3 à 10 d'au moins une sous-trame sont erronés.                                                                            |
| 1                                 | 1   | 1   | TOUTES LES DONNÉES SONT ERRONÉES — Le mot TLM ou HOW est erroné, ainsi qu'un ou plusieurs éléments d'au moins une sous-trame.                                                                          |

**Tableau B-10. Codes traduisant l'état des composantes du signal émis par un satellite**

| MSB                            |   | LSB |   | Signification                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------|---|-----|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                |   |     |   |                                                                                                                                                                                          |
| 0                              | 0 | 0   | 0 | TOUS LES SIGNAUX SONT CORRECTS                                                                                                                                                           |
| 1                              | 1 | 1   | 0 | LE SATELLITE EST TEMPORAIREMENT HORS SERVICE — Ne pas utiliser ce satellite durant ce passage ____                                                                                       |
| 1                              | 1 | 1   | 0 | LE SATELLITE VA ÊTRE TEMPORAIREMENT HORS SERVICE — Utiliser les données avec circonspection ____                                                                                         |
| 1                              | 1 | 1   | 1 | DE RÉSERVE                                                                                                                                                                               |
| 1                              | 1 | 1   | 1 | LA DESCRIPTION DES ANOMALIES (EXCEPTÉ CELLES QUE SIGNALE LE SYMBOLE ____ ) PEUT NÉCESSITER PLUS D'UNE COMBINAISON DE BITS                                                                |
| Toutes les autres combinaisons |   |     |   | LE SATELLITE A DU MAL À MODULER CONVENABLEMENT LE CODE OU À TRANSMETTRE LES SIGNAUX À LA PUISSANCE VOULUE — L'utilisateur peut avoir du mal à poursuivre le satellite après acquisition. |

3.1.1.3.3.4.4 Les indications d'état seront fournies suivant les capacités du satellite spécifiées par le code de configuration (§ 3.1.1.3.3.5). En conséquence, tout satellite qui ne possède pas une capacité donnée sera désigné comme étant en état de fonctionnement 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. Les données d'état calculées seront mises à jour au moment du téléchargement.

*Note 1.— Les données d'état transmises peuvent ne pas traduire l'état de fonctionnement réel du satellite émetteur ou des autres satellites de la constellation.*



*Note 2.— Les données comprises dans les sous-trames 1, 4 et 5 des autres satellites peuvent différer de celles des sous-trames 4 et 5, puisque celles-ci ne sont pas forcément mises à jour au même moment*

**3.1.1.3.3.5 État sommaire de la configuration du satellite.** La page 25 de la sous-trame 4 contiendra un terme de 4 bits pour chacun des satellites (32 au maximum) pour indiquer le code de configuration de chaque satellite. Ces codes occuperont les bits 9 à 24 du mot 3, les 24 bits de poids fort des mots 4 à 7, et les 16 bits de poids fort du mot 8 (tous ces mots se trouvent dans la page 25 de la sous-trame 4) Le bit de poids fort de chaque terme de 4 bits indiquera si l'antileurage est activé (MSB = 1) ou désactivé (MSB = 0). Le premier bit de poids fort de chaque code sera réservé. Les trois bits de poids faible préciseront la configuration du satellite comme suit :

| Code | Configuration du satellite |
|------|----------------------------|
| 001  | Satellite Bloc II/IIA/IIR  |
| 010  | Satellite Bloc IIR-M       |
| 011  | Satellite Bloc IIF         |

**3.1.1.3.3.6 Paramètres UTC.** La page 18 de la sous-trame 4 comprendra les éléments suivants :

- a) paramètres de mise en relation du temps GPS avec le temps UTC ;
- b) avis destiné aux usagers relativement à la valeur programmée future ou passée (relativement à la date de téléchargement du message de navigation) du délai correspondant aux secondes intercalaires ( $t_{LSF}$ ), numéro de la semaine ( $WN_{LSF}$ ) et du jour (DN) à la fin desquels la seconde intercalaire est applicable. Le jour n° 1 sera le premier qui suit le changement de semaine, et la donnée  $WN_{LSF}$  se composera des 8 bits de poids faible du numéro de semaine complet (WN). La valeur absolue de la différence entre ce dernier WN et  $WN_{LSF}$  ne dépassera pas 127.

*Note.— L'utilisateur est censé tenir compte de la troncature de ce paramètre ainsi que de celle de WN,  $WN_i$  et  $W_{LSF}$  liée à la remise à zéro du numéro de semaine complet (§ 3.1.1.2.6.2).*

**3.1.1.3.3.6.1** Les 24 bits de poids fort des mots 6 à 9 et les 8 bits de poids fort du mot 10 de la page 18 de la sous-trame 4 contiendront les paramètres permettant de faire correspondre le temps UTC et le temps GPS. La longueur en bits, l'échelle, les plages de valeurs et les unités dans lesquelles s'expriment les grandeurs seront conformes au Tableau B-11.

**3.1.1.3.3.7 Paramètres ionosphériques.** Les paramètres permettant à l'utilisateur du service de localisation standard du GPS d'appliquer le modèle de calcul du retard ionosphérique seront contenus dans la page 18 de la sous-trame 4, conformément au Tableau B-12.

**3.1.1.3.3.8 Message spécial.** La page 17 de la sous-trame 4 sera réservée aux messages spéciaux.



3.1.1.3.3.9 *Champs de données réservés.* Tous les bits des mots 3 à 10, sauf les 58 bits utilisés pour l'identificateur de données, l'identificateur de satellite, les bits de parité (les 6 bits de poids faible de chaque mot) et le contrôle de parité (bits 23 et 24 du mot 10) des pages 1, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 22, 23 et 24 de la sous-trame 4, ainsi que des pages de données d'almanach ayant 0 pour identificateur de satellite, seront désignés comme réservés. Les autres bits réservés dans les sous-trames 4 et 5 seront conformes au Tableau B-13. Les positions binaires réservées de chaque mot seront telles que la parité du mot sera valide.

### 3.1.2 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.

3.1.2.1 *Algorithme de parité.* Les algorithmes GPS de contrôle de parité sont définis au Tableau B-14.

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

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

où :

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

$t_{sv}$  = temps du satellite à la transmission du message ;

$(\Delta t_{sv})_{L1}$  = déphasage du code PRN du satellite ;

$$(\Delta t_{sv})_{L1} = a_{f0} + a_{f1}(t - t_{oc}) + a_{f2}(t - t_{oc})^2 + \Delta t_r - T_{GD}$$

où :

$a_{f0}$ ,  $a_{f1}$ ,  $a_{f2}$  et  $t_{oc}$ , sont contenus dans la sous-trame 1

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

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

où :

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

$E_k$  est défini au Tableau B-15



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

où :

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

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

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

**3.1.2.3 Position du satellite.** La position courante du satellite ( $X_k$ ,  $Y_k$ ,  $Z_k$ ) est définie dans le Tableau B-15.

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

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

Où

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

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

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

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



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

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

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

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

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

**Tableau B-11. Paramètres UTC**

| Paramètre        | Nombre<br>de bits** | Échelle<br>(LSB) | Plage<br>effective*** | Unités       |
|------------------|---------------------|------------------|-----------------------|--------------|
| $A_0$            | 32*                 | $2^{-30}$        |                       | secondes (s) |
| $A_1$            | 24*                 | $2^{-50}$        |                       | s/s          |
| $\Delta t_{LS}$  | 8*                  | 1                |                       | s            |
| $t_{ot}$         | 8                   | $2^{12}$         | 602 112               | s            |
| $WN_t$           | 8                   | 1                |                       | semaines     |
| $WN_{LSF}$       | 8                   | 1                |                       | semaines     |
| DN               | 8****               | 1                | 7                     | jours        |
| $\Delta t_{LSF}$ | 8*                  | 1                |                       | s            |

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

\*\*\*\* Alignés à droite.



**Tableau B-12. Paramètres ionosphériques**

| Paramètre  | Nombre<br>de bits** | Échelle<br>(LSB) | Plage<br>effective*** | Unités                     |
|------------|---------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|
| $\alpha_0$ | 8*                  | $2^{-30}$        |                       | secondes (s)               |
| $\alpha_1$ | 8*                  | $2^{-27}$        |                       | s/demi-cercle              |
| $\alpha_2$ | 8*                  | $2^{-24}$        |                       | s/demi-cercle <sup>2</sup> |
| $\alpha_3$ | 8*                  | $2^{-24}$        |                       | s/demi-cercle <sup>3</sup> |
| $\beta_0$  | 8*                  | $2^{11}$         |                       | s                          |
| $\beta_1$  | 8*                  | $2^{14}$         |                       | s/demi-cercle              |
| $\beta_2$  | 8*                  | $2^{16}$         |                       | s/demi-cercle <sup>2</sup> |
| $\beta_3$  | 8*                  | $2^{16}$         |                       | s/demi-cercle <sup>3</sup> |

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

**Tableau B-13. Bits réservés des sous-frames 4 et 5**

| Sous-trame | Pages | Mots | Position des bits réservés<br>dans le mot |
|------------|-------|------|-------------------------------------------|
| 4          | 17    | 10   | 17 – 22                                   |
| 4          | 18    | 10   | 9 – 22                                    |
| 4          | 25    | 8    | 17 – 18                                   |
| 4          | 25    | 10   | 19 – 22                                   |
| 5          | 25    | 10   | 4 – 22                                    |



**Tableau B-14. Algorithmes de génération des codes de parité**

|          |                                                                                                                                                                                                              |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $D_1$    | $= d_1 \oplus D_{30}^*$                                                                                                                                                                                      |
| $D_2$    | $= d_2 \oplus D_{30}^*$                                                                                                                                                                                      |
| $D_3$    | $= d_3 \oplus D_{30}^*$                                                                                                                                                                                      |
| .        | .                                                                                                                                                                                                            |
| .        | .                                                                                                                                                                                                            |
| .        | .                                                                                                                                                                                                            |
| .        | .                                                                                                                                                                                                            |
| $D_{24}$ | $= d_{24} \oplus D_{30}^*$                                                                                                                                                                                   |
| $D_{25}$ | $= D_{29}^* \oplus d_1 \oplus d_2 \oplus d_3 \oplus d_4 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_{10} \oplus d_{11} \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{17} \oplus d_{18} \oplus d_{20} \oplus d_{23}$ |
| $D_{26}$ | $= D_{30}^* \oplus d_2 \oplus d_3 \oplus d_4 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_7 \oplus d_{11} \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{18} \oplus d_{19} \oplus d_{21} \oplus d_{24}$ |
| $D_{27}$ | $= D_{29}^* \oplus d_1 \oplus d_3 \oplus d_4 \oplus d_5 \oplus d_7 \oplus d_8 \oplus d_{12} \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{19} \oplus d_{20} \oplus d_{22}$               |
| $D_{28}$ | $= D_{30}^* \oplus d_2 \oplus d_4 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_8 \oplus d_9 \oplus d_{13} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{17} \oplus d_{20} \oplus d_{21} \oplus d_{23}$               |
| $D_{29}$ | $= D_{30}^* \oplus d_1 \oplus d_3 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_7 \oplus d_9 \oplus d_{10} \oplus d_{14} \oplus d_{15} \oplus d_{16} \oplus d_{17} \oplus d_{18} \oplus d_{21} \oplus d_{22} \oplus d_{24}$ |
| $D_{30}$ | $= D_{29}^* \oplus d_3 \oplus d_5 \oplus d_6 \oplus d_8 \oplus d_9 \oplus d_{10} \oplus d_{11} \oplus d_{13} \oplus d_{15} \oplus d_{19} \oplus d_{22} \oplus d_{23} \oplus d_{24}$                          |

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.

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

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

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

3.1.2.4.1 Voici les termes permettant de calculer le retard ionosphérique :

a) Termes transmis par le satellite

$\alpha_n$  = coefficients de l'équation du troisième degré donnant la composante verticale du retard

(4 coefficients = 8 bits chacun)

$\beta_n$  = coefficients de l'équation du troisième degré donnant la période du modèle (4 coefficients = 8 bits chacun)

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)

$\phi_u$  = 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

**Tableau B-15. Éléments des systèmes de coordonnées**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| $A = (\sqrt{A})^2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Demi-grand axe                                                                     |
| $n_0 = \sqrt{\frac{\mu}{A^3}}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Déplacement moyen calculé                                                          |
| $t_k = t - t_{oe}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Temps écoulé depuis l'impulsion de référence des éphémérides*                      |
| $n = n_0 + \Delta n$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Déplacement moyen corrigé                                                          |
| $M_k = M_0 + nt_k$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Anomalie moyenne                                                                   |
| $M_k = E_k - e \sin E_k$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Formule de Kepler donnant l'anomalie excentrique (peut être résolue par itération) |
| $v_k = t g^{-1} \left\{ \frac{\sin v_k}{\cos v_k} \right\} = t g^{-1} \left\{ \frac{\sqrt{1-e^2} \sin E_k / (1-e \cos E_k)}{(\cos E_k - e) / (1-e \cos E_k)} \right\}$                                                                                                                                                                                                                                                             | Anomalie réelle                                                                    |
| $E_k = \cos^{-1} \left\{ \frac{e + \cos v_k}{1 + e \cos v_k} \right\}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Anomalie excentrique                                                               |
| $\phi_k = v_k + \omega$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Latitude                                                                           |
| <b>Perturbations de deuxième harmonique</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                    |
| $\delta u_k = C_{us} \sin 2\phi_k + C_{uc} \cos 2\phi_k$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Correction en latitude                                                             |
| $\delta r_k = C_{rc} \sin 2\phi_k + C_{ri} \sin 2\phi_k$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Correction en rayon                                                                |
| $\delta i_k = C_{ic} \cos 2\phi_k + C_{is} \sin 2\phi_k$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Correction d'inclinaison                                                           |
| $u_k = \phi_k + \delta u_k$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Latitude corrigée                                                                  |
| $r_k = A (1 - e \cos E_k) + \delta r_k$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Rayon corrigé                                                                      |
| $i_k = i_0 + \delta i_k + (iDOT)t_k$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Inclinaison corrigée                                                               |
| $\left. \begin{aligned} x'_k &= r_k \cos u_k \\ y'_k &= r_k \sin u_k \end{aligned} \right\}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Positions dans le plan orbital                                                     |
| $\Omega_k = \Omega_0 + (\Omega - \Omega_e)t_k - \dot{\Omega}_e t_{oe}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Longitude corrigée du nœud ascendant                                               |
| $\left. \begin{aligned} x_k &= x'_k \cos \Omega_k - y'_k \sin \Omega_k \\ y_k &= x'_k \sin \Omega_k + y'_k \cos \Omega_k \\ z_k &= y'_k \sin i_k \end{aligned} \right\}$                                                                                                                                                                                                                                                           | Coordonnées géocentriques à axes fixes                                             |
| * $t$ est le temps 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). |                                                                                    |

c) Termes calculés

$x$  = phase (radians)

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

$t$  = heure locale (en secondes)

$\phi_m$  = 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)

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>49</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|

$\lambda_i$  = 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)

### 3.1.3 ÉLÉMENTS D'AÉRONEF

#### 3.1.3.1 RÉCEPTEUR GNSS (GPS)

3.1.3.1.1 *Satellites à exclure.* Le récepteur ignorera tout satellite marginal ou hors d'état de fonctionnement.

*Note.— Les conditions indiquant qu'un satellite est « en état de fonctionner », « marginal » ou « hors d'état de fonctionner » sont décrites dans le document du Département de la Défense des États-Unis, Global Positioning System – Standard Positioning Service – Performance Standard, 4<sup>e</sup> édition, septembre 2008, section 2.3.2.*

3.1.3.1.2 *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.

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

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

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

#### 3.1.4 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.

### **3.2 Canal de précision standard (L1) 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.*

#### **3.2.1 ÉLÉMENTS NON EMBARQUÉS**

##### **3.2.1.1 CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES**

3.2.1.1.1 *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.

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

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

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-16 indique la valeur nominale des fréquences porteuses pour les numéros de porteuse  $k$ .*

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

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

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

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

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



3.2.1.1.2 *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).

3.2.1.1.3 *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 111111111. Le polynôme générateur mis en œuvre par le registre à décalage sera le suivant :

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

3.2.1.1.4 *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.*

3.2.1.1.5 *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.*

### 3.2.1.2 STRUCTURE DES DONNÉES

3.2.1.2.1 *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.

3.2.1.2.2 *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.*



3.2.1.2.3 *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 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.*

3.2.1.2.4 *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 bi-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.

3.2.1.2.4.1 *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.

**Tableau B-16. Fréquences porteuses L1**

| Numéro de porteuse | $H_n^A$<br>(voir le § 3.2.1.3.4) | Valeur nominale de la fréquence<br>dans la sous-bande L1<br>(MHz) |
|--------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 06                 | 6                                | 1 605,3750                                                        |



|    |    |            |
|----|----|------------|
| 05 | 5  | 1 604,8125 |
| 4  | 4  | 1 604,2500 |
| 3  | 3  | 1 603,6875 |
| 2  | 2  | 1 603,1250 |
| 1  | 1  | 1 602,5625 |
| 0  | 0  | 1 602,0000 |
| 1  | 31 | 1 601,4375 |
| 2  | 30 | 1 600,8750 |
| 3  | 29 | 1 600,3125 |
| 4  | 28 | 1 599,7500 |
| 5  | 27 | 1 599,1875 |
| 6  | 26 | 1 598,6250 |
| 7  | 25 | 1 598,0625 |

3.2.1.2.4.2 *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.*

#### 3.2.1.3 DESCRIPTION DES DONNÉES TRANSMISES

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

$m$  = numéro de la chaîne à l'intérieur de la trame ;

$t_k$  = temps écoulé pendant la journée considérée jusqu'au début de la trame. Ce paramètre est calculé par rapport à l'échelle de temps du satellite. Le nombre entier d'heures écoulées depuis le début du jour courant est donné par les 5 bits de poids fort. Les 6 bits suivants indiquent le nombre entier de minutes écoulées depuis le début de l'heure courante. Le nombre d'intervalles de 30 secondes écoulés depuis le début de la minute courante est donné par le bit de poids faible. Le début du jour (pris par rapport à l'échelle de temps du satellite) coïncide avec le début de la supertrame ;

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

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



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

où :

- $f_n(t_b)$  = fréquence prévue d'horloge du satellite n à l'instant  $t_b$  ;
- $f_{Hn}$  = valeur nominale de la fréquence d'horloge du satellite n ;
- $\tau_n(t_b)$  = terme correctif de l'heure du satellite n ( $t_n$ ) par rapport à l'heure GLONASS ( $t_c$ ), à l'instant  $t_b$ , soit :  $t_b$ , i.e.  $\tau_n(t_b) = t_c(t_b) - t_n(t_b)$  ;
- $x_n(t_b), y_n(t_b), z_n(t_b)$  = coordonnées PZ-90 du satellite n à l'instant  $t_b$  ;
- $\dot{x}_n(t_b), \dot{y}_n(t_b), \dot{z}_n(t_b)$  = composantes du vecteur vitesse du satellite n, en coordonnées PZ-90 et à l'instant  $t_b$  ;
- $\ddot{x}_n(t_b), \ddot{y}_n(t_b), \ddot{z}_n(t_b)$  = composantes de l'accélération du satellite n due à l'interaction lunisolaire, en coordonnées PZ-90 et à l'instant  $t_b$  ;
- $E_n$  = « âge » des données immédiates du satellite n, soit le temps écoulé entre l'instant du calcul (au téléchargement) et l'instant  $t_b$  ;
- $B_n$  = indicateur d'état (une valeur supérieure à 3 indique un dysfonctionnement du satellite) ;
- $P1$  = indicateur donnant l'intervalle de temps en minutes entre la valeur actuelle de  $t_b$  et sa valeur précédente, selon le code suivant :

| P1 | Intervalle de temps entre les valeurs successives de $t_b$ (en minutes) |
|----|-------------------------------------------------------------------------|
| 0  | 0                                                                       |
| 1  | 30                                                                      |
| 10 | 45                                                                      |
| 11 | 60                                                                      |

P2 = indicateur précisant si  $t_b$  est pair ou impair. La valeur 1 correspond à un intervalle de transmission de données égal à 30 minutes ( $t_b = 1, 3, 5, \dots$ ), et la valeur 0, à un intervalle de 60 minutes ( $t_b = 2, 6, 10, \dots$ ) ;

P3 = indicateur donnant le nombre de satellites pour lesquels un almanach est transmis à l'intérieur d'une trame particulière. La valeur 1 signifie « 5 satellites » et la valeur 0, « 4 satellites »  $\Delta T_n$  = différence temporelle entre les signaux de navigation transmis par le satellite considéré dans les sous-bandes L2 et L1 :

$$\Delta T_n = t_{L2} - t_{L1}$$

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

**3.2.1.3.2 Paramètres d'éphémérides et de temps.** Les paramètres d'éphémérides et de temps sont décrits au Tableau B-17. 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 -).



3.2.1.3.3 *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-18.

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

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

$M_n^A$  = indice de la modification du satellite  $n^A$  ; 00 indique un satellite GLONASS, 01 un satellite GLONASS-M ;

$\tau_c$  = terme de conversion du temps GLONASS en temps UTC-SU. Le terme  $\tau_c$  est fourni à l'instant du jour  $N^A$  ;

$N^A$  = numéro de jour civil à l'intérieur de la période de quatre ans commençant par une année bissextile. Le terme  $\tau_c$  et les autres données d'almanach (almanach des orbites et almanach des phases) dépendent de ce numéro de jour ;

$n^A$  = numéro de la position occupée par le satellite  $n$  dans le plan orbital ;

$H_n^A$  = numéro de canal de la fréquence porteuse du satellite  $n^A$  (voir Tableau B-16) ;

$\lambda_n^A$  = longitude du premier nœud ascendant (au cours du jour  $N^A$ ) de l'orbite du satellite  $n^A$ , en coordonnées PZ-90 ;

$t_{\lambda_n^A}$  = heure de passage au premier nœud ascendant du satellite  $n^A$ , au jour numéro  $N^A$  ;

$\Delta i_n^A$  = terme de correction de la valeur moyenne de l'inclinaison du satellite  $n^A$  à l'instant  $t_{\lambda_n^A}$

(la valeur moyenne de l'inclinaison est de 63 degrés) ;

$\Delta T_n^A$  = terme de correction de la valeur moyenne de la période draconique du satellite  $n^A$  à l'instant  $t_{\lambda_n^A}$  (la valeur moyenne de la période draconique  $T$  est de 43 200 s) ;

$\Delta T_n^A$  = fréquence de variation de la période draconique du satellite  $n^A$  ;

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

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

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

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



3.2.1.3.5 *Répartition et codage des paramètres d'almanach.* L'almanach GLONASS transmis par la supertrame sera décomposé conformément au Tableau B-19. 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-20.

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

#### 3.2.1.4 *TENEUR ET STRUCTURE DES DONNÉES SUPPLÉMENTAIRES TRANSMISES PAR LES SATELLITES GLONASS-M*

3.2.1.4.1 *Lettres désignant les données supplémentaires.* En plus des données GLONASS, les satellites GLONASS-M transmettront les données supplémentaires suivantes, comme il est indiqué au Tableau B-17A :

$n$  — 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  $n$  ;

$B_1$  — coefficient de détermination de  $\Delta UT_1$  : il est égal à la différence entre UT1 et UTC au début de la journée ( $N^A$ ), exprimée en secondes ;

$B_2$  — coefficient de détermination de  $\Delta UT_1$  : il est égal au changement quotidien de la différence  $\Delta UT_1$  (exprimée en secondes pour un jour solaire moyen).

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

$$\Delta UT_1 = UTC-SU - UT_1,$$

où :  $UT_1$  — 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,

$$\Delta UT_1 = B_1 + B_2 \times (N_T - N^A),$$

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 |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

**RANT 10 – PART 1**  
**Télécommunications aéronautiques**  
**Aides radio à la navigation**  
**APPENDICES**

Page: APP 57 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

*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, § 4.2.7.1, montre comment transformer les données sur la date du jour de  $N_T$  en format commun (aa/mm/jj).*



**Tableau B-17. Paramètres d'éphémérides et de temps**

| Paramètre                                           | Nombre de bits | Facteur d'échelle (LSB) | Plage effective            | Unités            |
|-----------------------------------------------------|----------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|
| m                                                   | 4              | 1                       |                            | (sans dimension)  |
|                                                     | 5              | 1                       | 0 à 23                     | heures (h)        |
| $t_k$                                               | 6              | 1                       | 0 à 59                     | minutes (min)     |
|                                                     | 1              | 30                      | 0 ou 30                    | secondes (s)      |
| $t_b$                                               | 7              | 15                      | 15...1 425                 | min               |
| $\gamma_n(t_b)$                                     | 11             | $2^{-40}$               | $\pm 2^{-30}$              | (sans dimension)  |
| $\tau_n(t_b)$                                       | 22             | $2^{-30}$               | $\pm 2^{-9}$               | s                 |
| $x_n(t_b), y_n(t_b), z_n(t_b)$                      | 27             | $2^{-11}$               | $\pm 2,7 \times 10^4$      | kilomètres (km)   |
| $\dot{x}_n(t_b), \dot{y}_n(t_b), \dot{z}_n(t_b)$    | 24             | $2^{-20}$               | $\pm 4,3$                  | km/s              |
| $\ddot{x}_n(t_b), \ddot{y}_n(t_b), \ddot{z}_n(t_b)$ | 5              | $2^{-30}$               | $\pm 6,2 \times 10^{-9}$   | km/s <sup>2</sup> |
| $E_n$                                               | 5              | 1                       | 0 à 31                     | jours             |
| $B_n$                                               | 3              | 1                       | 0 à 7                      | (sans dimension)  |
| P1                                                  | 2              |                         | voir le § 3.2.1.3.1        |                   |
| P2                                                  | 1              | 1                       | 0 ; 1                      | (sans dimension)  |
| P3                                                  | 1              | 1                       | 0 ; 1                      | (sans dimension)  |
| $\Delta\tau_n$                                      | 5              | $2^{-30}$               | $\pm 13,97 \times 10^{-9}$ | s                 |

**Tableau B-17A. Paramètres de données supplémentaires**

| Paramètre    | Nombre de bits | Facteur d'échelle (LSB) | Plage effective               | Unités               |
|--------------|----------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------|
| n            | 5              | 1                       | 0 à 31                        | (sans dimension)     |
| $l_n$        | 1              | 1                       | 0 ; 1                         | (sans dimension)     |
| B1           | 11             | $2^{-10}$               | $\pm 0,9$                     | seconde(s)           |
| B2           | 10             | $2^{-16}$               | $(-4,5...3,5) \times 10^{-3}$ | s/jour solaire moyen |
| KP           | 2              | 1                       | 0 à 3                         | (sans dimension)     |
| $N_T$        | 11             | 1                       | 0 à 1 461                     | jours                |
| $N_4$        | 5              | 1                       | 1 à 31                        | intervalle de 4 ans  |
| $F_T$        | 4              |                         | voir Tableau B-17B            |                      |
| M            | 2              | 1                       | 0 à 3                         | (sans dimension)     |
| P4           | 1              | 1                       | 0 ; 1                         | (sans dimension)     |
| P            | 2              | 1                       | 00, 01, 10, 11                | (sans dimension)     |
| $\tau_{GPS}$ | 22             | $2^{-30}$               | $\pm 1,9 \times 10^{-3}$      | s                    |
| $M_n^A$      | 2              | 1                       | 0 à 3                         | (sans dimension)     |

$N_4$  — 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-17B ;

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.*

$M_{An}$  type de satellite  $n^A$  : 00 désigne un satellite GLONASS, 01 désigne un satellite GLONASS-M.

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

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

### 3.2.2 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.*

3.2.2.1 *Algorithme de contrôle de parité utilisé pour la vérification des données.* L'algorithme qui fait l'objet du Tableau B-22 et des explications qui lui font suite permet de détecter et de corriger toute



erreur affectant l'un des bits de la chaîne considérée, et de détecter (sans les corriger) les erreurs affectant deux bits ou davantage.

3.2.2.1.1 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 ( $\beta_8, \beta_7, \dots, \beta_2, \beta_1$ ).

3.2.2.1.2 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-22). Voici comment s'effectuent la correction des erreurs sur un bit et la détection des erreurs multiples :

a) Une chaîne est considérée comme correcte si toutes les sommes de contrôle ( $c_1, \dots, c_7$  et  $c_8$ ) sont égales à 0, ou si l'une d'elles ( $c_1, \dots, c_7$ ) seulement est égale à 1 et  $c_8$  à 1.

**Tableau B-17B. Codage du mot  $F_T$**

| Valeur de $F_T$ | Précision de pseudodistance,<br>1 sigma (m) |
|-----------------|---------------------------------------------|
| 0               | 1                                           |
| 1               | 2                                           |
| 2               | 2,5                                         |
| 3               | 4                                           |
| 4               | 5                                           |
| 5               | 7                                           |
| 6               | 10                                          |
| 7               | 12                                          |
| 8               | 14                                          |
| 9               | 16                                          |
| 10              | 32                                          |
| 11              | 64                                          |
| 12              | 128                                         |
| 13              | 256                                         |
| 14              | 512                                         |
| 15              | non utilisée                                |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP 61 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

**Tableau B-18. Séquencement des paramètres d'éphémérides  
et de temps à l'intérieur de la trame**

| Paramètre         | Nombre<br>de bits | Numéro<br>de la chaîne<br>dans la trame | Numéro du bit<br>dans la trame |
|-------------------|-------------------|-----------------------------------------|--------------------------------|
| $m$               | 4                 | 1 à 15                                  | 81 – 84                        |
| $t_k$             | 12                | 1                                       | 65 – 76                        |
| $t_b$             | 7                 | 2                                       | 70 – 76                        |
| $\gamma_n(t_b)$   | 11                | 3                                       | 69 – 79                        |
| $\tau_n(t_b)$     | 22                | 4                                       | 59 – 80                        |
| $x_n(t_b)$        | 27                | 1                                       | 9 – 35                         |
| $y_n(t_b)$        | 27                | 2                                       | 9 – 35                         |
| $z_n(t_b)$        | 27                | 3                                       | 9 – 35                         |
| $\dot{x}_n(t_b)$  | 24                | 1                                       | 41 – 64                        |
| $\dot{y}_n(t_b)$  | 24                | 2                                       | 41 – 64                        |
| $\dot{z}_n(t_b)$  | 24                | 3                                       | 41 – 64                        |
| $\ddot{x}_n(t_b)$ | 5                 | 1                                       | 36 – 40                        |
| $\ddot{y}_n(t_b)$ | 5                 | 2                                       | 36 – 40                        |
| $\ddot{z}_n(t_b)$ | 5                 | 3                                       | 36 – 40                        |
| $E_n$             | 5                 | 4                                       | 49 – 53                        |
| $B_n$             | 3                 | 2                                       | 78 – 80                        |
| P1                | 2                 | 1                                       | 77 – 78                        |
| P2                | 1                 | 2                                       | 77                             |
| P3                | 1                 | 3                                       | 80                             |
| $\Delta\tau_n$    | 5                 | 4                                       | 54 – 58                        |





**Tableau B-20. Codage des paramètres d'almanach**

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

**Tableau B-21. Séquencement des paramètres d'almanach à l'intérieur de la trame**

| Paramètre             | Nombre de bits | Numéro de la chaîne dans la trame | Numéro du bit dans la chaîne |
|-----------------------|----------------|-----------------------------------|------------------------------|
| $M_n^A$               | 2              | 6, 8, 10, 12, 14                  | 78 – 79                      |
| $\tau_c$              | 28             | 5                                 | 42 – 69                      |
| $N_n^A$               | 11             | 5                                 | 70 – 80                      |
| $n_n^A$               | 5              | 6, 8, 10, 12, 14                  | 73 – 77                      |
| $H_n^A$               | 5              | 7, 9, 11, 13, 15                  | 10 – 14                      |
| $\lambda_n^A$         | 21             | 6, 8, 10, 12, 14                  | 42 – 62                      |
| $t_{\lambda_n^A}$     | 21             | 7, 9, 11, 13, 15                  | 44 – 64                      |
| $\Delta i_n^A$        | 18             | 6, 8, 10, 12, 14                  | 24 – 41                      |
| $\Delta T_n^A$        | 22             | 7, 9, 11, 13, 15                  | 22 – 43                      |
| $\Delta \dot{T}_n^A$  | 7              | 7, 9, 11, 13, 15                  | 15 – 21                      |
| $\varepsilon_n^A$     | 15             | 6, 8, 10, 12, 14                  | 9 – 23                       |
| $\omega_n^A$          | 16             | 7, 9, 11, 13, 15                  | 65 – 80                      |
| $t_{\varepsilon_n^A}$ | 10             | 6, 8, 10, 12, 14                  | 63 – 72                      |
| $C_n^A$               | 1              | 6, 8, 10, 12, 14                  | 80                           |

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



**Tableau B-22. Algorithme de contrôle de parité**

b85, b84, ..., b10, b9 sont les bits de données (de la position 9 à la position 85) ;

β1, β2, ..., β8 sont les bits de contrôle du code de Hamming (positions 1 à 8 de la chaîne) ;

c1, c2, ..., c7, cΣ sont les sommes de contrôle, générées comme suit :

$$c_1 = \beta_1 \oplus [\sum_i b_i]_{\text{mod } 2}$$

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

$$c_2 = \beta_2 \oplus [\sum_j b_j]_{\text{mod } 2}$$

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

$$c_3 = \beta_3 \oplus [\sum_k b_k]_{\text{mod } 2}$$

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

$$c_4 = \beta_4 \oplus [\sum_l b_l]_{\text{mod } 2}$$

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

$$c_5 = \beta_5 \oplus [\sum_m b_m]_{\text{mod } 2}$$

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

$$c_6 = \beta_6 \oplus [\sum_n b_n]_{\text{mod } 2}$$

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

$$c_7 = \beta_7 \oplus [\sum_p b_p]_{\text{mod } 2}$$

p = 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85.

$$c_\Sigma = [\sum_q \beta_q]_{\text{mod } 2} \oplus [\sum_r b_r]_{\text{mod } 2}$$

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

b) Si au moins deux sommes de contrôle (c1, ..., c7) sont égales à 1 et cΣ à 1, le caractère b<sub>icor</sub> 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 C7 C6 C5 C4 C3 C2 C1 un nombre binaire généré à partir des sommes de contrôle (c1, ..., c7), c1 étant le bit de poids faible et c7 celui de poids fort. K est un nombre ordinal désignant la somme de contrôle non nulle la plus significative.

Si i<sub>cor</sub> > 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 (c1, ..., c7) est égale à 1 et cΣ à 0, ou si toutes les sommes de contrôle (c1, ..., c7) sont égales à 0 mais que cΣ est égale à 1, c'est qu'il y a de multiples erreurs : les données doivent être rejetées.



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

3.2.2.2.1 Le temps système du GLONASS est :

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

t

$t_k$ ,  $\tau_n(t_b)$  et  $\gamma_n(t_b)$  étant les paramètres décrits au § 3.2.1.3.1.

3.2.2.2.2 L'heure GLONASS est rapportée à l'échelle de temps nationale UTC-SU (fournie par les services spécialisés de la Fédération de Russie) selon la formule suivante :

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

$\tau_c$  étant le paramètre décrit au § 3.2.1.3.4.

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

### 3.2.2.3 POSITION DU SATELLITE

3.2.2.3.1 La position courante du satellite s'obtient à l'aide des paramètres d'éphémérides contenus dans le message de navigation GLONASS, comme il est indiqué ci-dessous et dans le Tableau B-17.

3.2.2.3.2 Le recalcul des éphémérides de l'instant  $t_b$  à l'instant  $t_i$  dans l'intervalle ( $|\tau_i| = |t_i - t_b| \leq 15 \text{ minutes}$ ) 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 :



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

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

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

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

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

où :

- $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$  ;
- $\mu =$  constante de gravitation universelle de la Terre ( $398\,600,44 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{s}^2$ ) ;
- $a_e =$  demi-grand axe (6 378 136 m) ;
- $J_0^2 =$  deuxième harmonique zonal du géopotential ( $1\,082\,625,7 \times 10^{-9}$ ) ;
- $\omega =$  vitesse de rotation de la Terre ( $7,292115 \times 10^{-5}$  radians/s).

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

### 3.2.3 ÉLÉMENTS D'AÉRONEF

#### 3.2.3.1 RÉCEPTEUR GNSS (GLONASS)

**3.2.3.1.1 Satellites à exclure.** Le récepteur ignorera tout satellite désigné comme non fonctionnel dans le message de navigation GLONASS.

**3.2.3.1.2 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.

**3.2.3.1.3 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.



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

3.2.3.1.4.1 *Brouillage à l'intérieur du système.* Lors de la réception d'un signal de navigation 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.*

3.2.3.1.5 *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.

3.2.3.1.6 *Correction par secondes intercalaires.* À la réception du terme de correction du temps GLONASS par secondes intercalaires (voir le § 3.2.1.3.1, 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.

3.2.3.1.6.1 Après correction par secondes intercalaires, le récepteur GLONASS :

- a) utilisera l'ancienne heure UTC (non corrigée) avec les anciennes éphémérides (transmises avant 00 h 00 min 00 s UTC) ;
- b) utilisera la nouvelle heure UTC (corrigée) avec les nouvelles éphémérides (transmises après 00 h 00 min 00 s UTC).

### 3.2.4 TEMPS

3.2.4.1 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  $1 \mu\text{s}$  près le temps GLONASS avec le temps UTCSU (fourni par les services spécialisés de la Fédération de Russie).



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

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

3.2.4.2 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.

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

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

### 3.2.5 SYSTÈME DE COORDONNÉES

3.2.5.1 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.

### 3.2.5.2 PASSAGE DE PZ-90 À WGS-84

3.2.5.2.1 les paramètres de conversion suivants devraient être utilisés pour dériver la position en coordonnées WGS-84 (version G1674) de la position en coordonnées PZ-90 (version PZ-90.11) :

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{WGS\ 84} = \begin{bmatrix} 1 & -0,0097 \times 10^{-9} & 0,2036 \times 10^{-9} \\ \times 10^{-9} & 1 & 0,00921 \times 10^{-9} \\ -0,2036 \times 10^{-9} & 0,00921 \times 10^{-9} & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{PZ-90} + \begin{bmatrix} 0,003 \\ 0,001 \\ 0 \end{bmatrix}$$

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

|                                                                                                                                            |                                                                                                                                         |                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
|  <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br/>du Togo</p> | <p><b>RANT 10 – PART 1</b><br/><b>Télécommunications aéronautiques</b><br/><b>Aides radio à la navigation</b><br/><b>APPENDICES</b></p> | <p>Page: APP 69 de 244<br/>Révision: 01<br/>Date: 28/02/2019</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|

*Note 2.— Des éléments indicatifs sur la conversion entre les systèmes PZ-90 et WGS-84 figurent dans le Supplément D, section 4.2.9.3.*

### **3.3 Utilisation combinée du GPS et du GLONASS**

#### **3.3.1 ÉLÉMENTS D'AÉRONEF**

**3.3.1.1 Récepteur GNSS combiné.** Le récepteur GNSS combiné traitera les signaux provenant du GPS et du GLONASS conformément aux spécifications des § 3.1.3.1 et 3.2.3.1.

**3.3.1.1.1 Immunité au brouillage.** Le récepteur GNSS combiné satisfera aux spécifications particulières énoncées au § 3.7 relativement au GPS et au GLONASS.

**3.3.1.2 Antenne.** Les signaux GPS et GLONASS 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 Passage d'un système de coordonnées à l'autre.** Les données de position fournies par le récepteur combiné GPS-GLONASS seront exprimées dans le système géodésique mondial WGS-84. **3.3.1.3.1** La position des satellites GLONASS, transmise selon le système de coordonnées PZ-90, serait convertie de manière à tenir compte des différences entre les systèmes WGS-84 et PZ-90 (§ 3.2.5.2).

**3.3.1.4 Temps GPS ou GLONASS.** Toute combinaison de mesures GLONASS et GPS prendra en compte la différence entre le temps GLONASS et le temps GPS.

**3.3.1.4.1** Les récepteurs GPS/GLONASS doivent calculer 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.*

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

#### **3.5.1 GÉNÉRALITÉS**

*Note.— Les paramètres auxquels se rapporte cette section sont définis dans le système géodésique mondial WGS-84.*

#### **3.5.2 CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES**



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.

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 émis et le temps équivalent du réseau SBAS (SNT) 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.

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-11, la sortie G3 étant active pendant la première moitié de chaque période de quatre millisecondes de bits de données.



3.5.2.10 *Codes pseudo-aléatoires (PRN)*. Chaque code PRN sera un code de type Gold d'une longueur de 1 023 bits, lui-même obtenu par addition modulo 2 de deux séquences linéaires de 1 023 bits, G1 et G2. La séquence G2 sera générée en imposant un certain retard à la séquence G1 (un nombre entier de chips), les différentes valeurs de ce retard étant indiquées au Tableau B-23. Chacune des séquences G1 et G2 sera définie comme étant la sortie du dernier des 10 étages d'un registre à décalage à l'entrée duquel est appliquée la somme modulo 2 des étages suivants :

- a) Pour G1 : étages 3 et 10
- b) Pour G2 : étages 2, 3, 6, 8, 9 et 10

Le contenu initial des registres G1 et G2 sera 1111111111.

### 3.5.3 STRUCTURE DES DONNÉES

3.5.3.1 *Description générale*. Comme l'indique la Figure B-12, 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*. Le préambule sera formé de la séquence de bits 01010011 10011010 11000110, répartie en trois blocs consécutifs. Le début de chaque préambule de 24 bits coïncidera avec l'impulsion de sous-trame GPS de 6 secondes.

3.5.3.3 *Identificateur de type de message*. L'identificateur de type de message sera une séquence de 6 bits indiquant à laquelle des catégories 0 à 63 du Tableau B-24 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 se composera de 212 bits (§ 3.5.6). Chacun de ses paramètres sera transmis en commençant par le bit de poids fort.

3.5.3.5 *Contrôle de redondance cyclique (CRC)*. Le code de contrôle de redondance cyclique (CRC) des messages SBAS 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

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-25).

*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 ».*

*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 ».*

**Tableau B-23. Codes PRN SBAS**

| Code PRN | Retard imposé à G2 (chips) | 10 premiers chips SBAS (le bit de gauche représente le premier chip émis en binaire) |
|----------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 120      | 145                        | 0110111001                                                                           |
| 121      | 175                        | 0101011110                                                                           |
| 122      | 52                         | 1101001000                                                                           |
| 123      | 21                         | 1101100101                                                                           |
| 124      | 237                        | 0001110000                                                                           |
| 125      | 235                        | 0111000001                                                                           |
| 126      | 886                        | 0000001011                                                                           |
| 127      | 657                        | 1000110000                                                                           |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

**RANT 10 – PART 1**  
**Télécommunications aéronautiques**  
**Aides radio à la navigation**  
**APPENDICES**

Page: APP 73 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

| Code<br>PRN | Retard imposé<br>à G2 (chips) | 10 premiers chips SBAS<br>(le bit de gauche représente<br>le premier chip émis en binaire) |
|-------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 128         | 634                           | 0010100101                                                                                 |
| 129         | 762                           | 0101010111                                                                                 |
| 130         | 355                           | 1100011110                                                                                 |
| 131         | 1 012                         | 1010010110                                                                                 |
| 132         | 176                           | 1010101111                                                                                 |
| 133         | 603                           | 0000100110                                                                                 |
| 134         | 130                           | 1000111001                                                                                 |
| 135         | 359                           | 0101110001                                                                                 |
| 136         | 595                           | 1000011111                                                                                 |
| 137         | 68                            | 0111111000                                                                                 |
| 138         | 386                           | 1011010111                                                                                 |
| 139         | 797                           | 1100111010                                                                                 |
| 140         | 456                           | 0001010100                                                                                 |
| 141         | 499                           | 0011110110                                                                                 |
| 142         | 883                           | 0001011011                                                                                 |
| 143         | 307                           | 0100110101                                                                                 |
| 144         | 127                           | 0111001111                                                                                 |
| 145         | 211                           | 0010001111                                                                                 |
| 146         | 121                           | 1111100010                                                                                 |
| 147         | 118                           | 1100010010                                                                                 |
| 148         | 163                           | 1100100010                                                                                 |
| 149         | 628                           | 0101010011                                                                                 |
| 150         | 853                           | 0111011110                                                                                 |
| 151         | 484                           | 1110011101                                                                                 |
| 152         | 289                           | 0001011110                                                                                 |
| 153         | 811                           | 0010111011                                                                                 |
| 154         | 202                           | 1000010110                                                                                 |
| 155         | 1021                          | 0000000011                                                                                 |
| 156         | 463                           | 1110111000                                                                                 |
| 157         | 568                           | 0110010100                                                                                 |
| 158         | 904                           | 0010011101                                                                                 |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP 74 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

**Tableau B-24. Types de messages diffusés**

| Type de message | Contenu                                                                             |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 0               | « Ne pas utiliser » (mode d'essai SBAS)                                             |
| 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 heure réseau SBAS-temps UTC                                  |
| 13 à 16         | De réserve                                                                          |
| 17              | Almanachs des satellites géostationnaires                                           |
| 18              | Masques des points de grille ionosphérique                                          |
| 19 à 23         | De réserve                                                                          |
| 24              | Combinaison corrections rapides-corrections à long terme des erreurs des satellites |
| 25              | Corrections à long terme des erreurs des satellites                                 |
| 26              | Corrections de retard ionosphérique                                                 |
| 27              | Message de service SBAS                                                             |
| 28              | Matrice de covariance horloge-éphémérides                                           |
| 29 à 61         | De réserve                                                                          |
| 62              | Réservé                                                                             |
| 63              | Message vide                                                                        |

**Tableau B-25. Affectation des numéros de code PRN**

| Numéro de code PRN | Affectation                                     |
|--------------------|-------------------------------------------------|
| 1 – 37             | GPS                                             |
| 38 – 61            | Numéro de position du satellite GLONASS plus 37 |
| 62 – 119           | De réserve                                      |
| 120 – 158          | SBAS                                            |



159 – 210

De réserve

*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 (temps écoulé depuis 00 h 00, le même jour).

$[X_G Y_G Z_G]$  : position du satellite géostationnaire au temps  $t_{0,GEO}$ .

$[X_G Y_G Z_G]$  : vitesse du satellite géostationnaire au temps  $t_{0,GEO}$ .

$[X_G Y_G Z_G]$  : accélération du satellite géostationnaire au temps  $t_{0,GEO}$ .

$a_{G10}$  : écart temporel entre l'horloge GEO et l'heure du réseau SBAS (SNT) à l'instant  $t_{0,GEO}$ .

$a_{G11}$  : taux de dérive de l'horloge GEO par rapport à l'heure du réseau SBAS.

**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-26).

*Note.— Tous ces paramètres sont incorporés aux messages de type 9.*

**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-27 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

*Note.— L'identificateur 14 est utilisé pour le GBAS et ne s'applique pas au SBAS.*

$[X_{G,A}Y_{G,A}Z_{G,A}]$ : position du satellite géostationnaire au temps  $t_{almanach}$ .

$\square[X_{G,A}Y_{G,A}Z_{G,A}]$ : vitesse du satellite géostationnaire au temps  $t_{almanach}$ .

$t_{almanach}$  : temps de référence applicable aux données d'almanach GEO (temps écoulé depuis 00 h 00, le même jour).

*Note.— Tous ces paramètres sont incorporés aux messages de type 17.*

**Tableau B-26. Erreur de distance pour l'utilisateur (URA)**

| URA | Précision (rms)     |
|-----|---------------------|
| 0   | 2 m                 |
| 1   | 2,8 m               |
| 2   | 4 m                 |
| 3   | 5,7 m               |
| 4   | 8 m                 |
| 5   | 11,3 m              |
| 6   | 16 m                |
| 7   | 32 m                |
| 8   | 64 m                |
| 9   | 128 m               |
| 10  | 256 m               |
| 11  | 512 m               |
| 12  | 1 024 m             |
| 13  | 2 048 m             |
| 14  | 4 096 m             |
| 15  | « Ne pas utiliser » |

*Note.— Les valeurs de 0 à 14 de l'URA ne sont pas utilisées dans les protocoles pour applications de données (§ 3.5.5). Les récepteurs embarqués n'utiliseront pas la fonction de mesure de distance GEO si l'URA indique « Ne pas utiliser » (§ 3.5.8.3).*



**Tableau B-27. Identificateurs des fournisseurs de services SBAS**

| Identificateur | Fournisseur de services |
|----------------|-------------------------|
| 0              | WAAS                    |
| 1              | EGNOS                   |
| 2              | MSAS                    |
| 3 à 13         | De réserve              |
| 14, 15         | Réservés                |

#### 3.5.4.4 PARAMÈTRES DE CORRECTION DIFFUSÉS

3.5.4.4.1 Les paramètres de correction à long terme seront définis comme suit :

*Identification des données (IOD<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-28.

$\delta x_i$  : correction des éphémérides le long de l'axe des *x* pour le satellite *i*.

$\delta y_i$  : correction des éphémérides le long de l'axe des *y* pour le satellite *i*.

$\delta z_i$  : correction des éphémérides le long de l'axe des *z* pour le satellite *i*.

$\delta a_{i,0}$  : correction de temps des éphémérides pour le satellite *i*.

$\delta \dot{x}_i$  : correction de vitesse des éphémérides pour le satellite *i* le long de l'axe des *x*.

$\delta \dot{y}_i$  : correction de vitesse des éphémérides pour le satellite *i* le long de l'axe des *y*.

$\delta \dot{z}_i$  : correction de vitesse des éphémérides pour le satellite *i* le long de l'axe des *z*.

$\delta a_{i,\pi}$  : taux de variation de la correction de temps des éphémérides pour le satellite *i*.

$t_{i,LT}$  : instant d'entrée en vigueur des paramètres  $\delta x_i$ ,  $\delta y_i$ ,  $\delta z_i$ ,  $\delta a_{i,0}$ ,  $\delta \dot{x}_i$ ,  $\delta \dot{y}_i$ ,  $\delta \dot{z}_i$  et  $\delta a_{i,\pi}$ , exprimée en secondes écoulées depuis 00 h 00 le même jour.

*tCode de vitesse* : indicateur précisant le format des messages (Tableaux B-48 et B-49).

Codage : 0 =  $\delta \dot{x}_i$ ,  $\delta \dot{y}_i$ ,  $\delta \dot{z}_i$  et  $\delta a_{i,\pi}$  ne sont pas diffusés

1 =  $\delta \dot{x}_i$ ,  $\delta \dot{y}_i$ ,  $\delta \dot{z}_i$  et  $\delta a_{i,\pi}$  sont diffusés

*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 :

*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 ( $IODF_j$ )* : 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  $IODF_j$  ( $j$  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  $IODF_j$  sont incorporés aux messages de type 2 à 6 et 24.*

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  $\delta_{2i,UDRE}$  relatif au satellite  $i$  (Tableau B-29).

*Variance type des erreurs d'horloge et d'éphémérides résiduelles ( $\delta_{2i,UDRE}$ )* : variance de la distribution normale associée aux erreurs de mesure de distance différentielle de l'utilisateur relatives au satellite  $i$ , après prise en compte des corrections rapides et à long terme, à l'exclusion des effets atmosphériques et utilisée dans le calcul des niveaux HPL/VPL (§ 3.5.5.6).

*Note.— Tous ces paramètres sont incorporés aux messages des types 2, 6 et 24.*

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-30).

*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-30).



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

**RANT 10 – PART 1**  
**Télécommunications aéronautiques**  
**Aides radio à la navigation**  
**APPENDICES**

Page: APP 79 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

**Tableau B-28. Paramètre  $IOD_i$  des satellites GLONASS**

| MSB                             | LSB                      |
|---------------------------------|--------------------------|
| Intervalle de validité (5 bits) | Temps d'attente (3 bits) |

**Tableau B-29. Évaluation de  $UDRE_i$**

| $UDRE_i$ | $\sigma_{i,UDRE}^2$      |
|----------|--------------------------|
| 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 »        |
| 15       | « Ne pas utiliser »      |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

**RANT 10 – PART 1**  
**Télécommunications aéronautiques**  
**Aides radio à la navigation**  
**APPENDICES**

Page: APP 80 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

**Tableau B-30. Position des points IGP et numéros des bandes**

| Position des points |                                                            | Ordre de transmission à l'intérieur<br>du masque de bande IGP |
|---------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Bande 0</b>      |                                                            |                                                               |
| 180 O               | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N | 1 – 28                                                        |
| 175 O               | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 29 – 51                                                       |
| 170 O               | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 52 – 78                                                       |
| 165 O               | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 79 – 101                                                      |
| 160 O               | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 102 – 128                                                     |
| 155 O               | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 129 – 151                                                     |
| 150 O               | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 152 – 178                                                     |
| 145 O               | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 179 – 201                                                     |
| <b>Bande 1</b>      |                                                            |                                                               |
| 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                                                     |
| <b>Bande 2</b>      |                                                            |                                                               |
| 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                                                     |
| <b>Bande 3</b>      |                                                            |                                                               |
| 60 O                | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 1 – 27                                                        |
| 55 O                | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 28 – 50                                                       |
| 50 O                | 85S, 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 51 – 78                                                       |
| 45 O                | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 79 – 101                                                      |
| 40 O                | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 102 – 128                                                     |
| 35 O                | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 129 – 151                                                     |
| 30 O                | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 152 – 178                                                     |
| 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                                                        |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

**RANT 10 – PART 1**  
**Télécommunications aéronautiques**  
**Aides radio à la navigation**  
**APPENDICES**

Page: APP 81 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

| Position des points |                                                            | Ordre de transmission à l'intérieur<br>du masque de bande IGP |
|---------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 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                                                     |
| <b>Bande 5</b>      |                                                            |                                                               |
| 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                                                     |
| <b>Bande 6</b>      |                                                            |                                                               |
| 60 E                | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 1 – 27                                                        |
| 65 E                | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 28 – 50                                                       |
| 70 E                | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 51 – 77                                                       |
| 75 E                | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 78 – 100                                                      |
| 80 E                | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N      | 101 – 127                                                     |
| 85 E                | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 128 – 150                                                     |
| 90 E                | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N, 85N | 151 – 178                                                     |
| 95 E                | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                          | 179 – 201                                                     |
| <b>Bande 7</b>      |                                                            |                                                               |
| 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                                                     |
| <b>Bande 8</b>      |                                                            |                                                               |
| 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                                                      |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

## RANT 10 – PART 1

### Télécommunications aéronautiques

### Aides radio à la navigation

### APPENDICES

Page: APP 82 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

| Position des points |                                                       | Ordre de transmission à l'intérieur<br>du masque de bande IGP |
|---------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 160 E               | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 101 – 127                                                     |
| 165 E               | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                     | 128 – 150                                                     |
| 170 E               | 75S, 65S, 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N, 65N, 75N | 151 – 177                                                     |
| 175 E               | 55S, 50S, 45S, ..., 45N, 50N, 55N                     | 178 – 200                                                     |
| Bande 9             |                                                       |                                                               |
| 60 N                | 180O, 175O, 170O, ..., 165E, 170E, 175E               | 1 – 72                                                        |
| 65 N                | 180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E               | 73 – 108                                                      |
| 70 N                | 180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E               | 109 – 144                                                     |
| 75 N                | 180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E               | 145 – 180                                                     |
| 85 N                | 180O, 150O, 120O, ..., 90E, 120E, 150E                | 181 – 192                                                     |
| Bande 10            |                                                       |                                                               |
| 60 S                | 180O, 175O, 170O, ..., 165E, 170E, 175E               | 1 – 72                                                        |
| 65 S                | 180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E               | 73 – 108                                                      |
| 70 S                | 180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E               | 109 – 144                                                     |
| 75 S                | 180O, 170O, 160O, ..., 150E, 160E, 170E               | 145 – 180                                                     |
| 85 S                | 170O, 140O, 110O, ..., 100E, 130E, 160E               | 181 – 192                                                     |

*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-30).

*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 ».

*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-31).

*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 ( $t_{lic}$ ) du premier bit du message de correction à long terme (Tableau B-32).

*IOD<sub>k</sub>* : 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 1575,42 MHz traversant l'ionosphère à la verticale du point IGP considéré.

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>83</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|

Codage : la séquence de bits 111111111 signifie « Ne pas utiliser ».

$GIVE_i$  : indicateur définissant le paramètre  $\delta^2_{i,GIVE}$  (Tableau B-33).

*Variance type des erreurs résiduelles dues à la propagation ionosphérique ( $\delta^2_{i,GIVE}$ )* : 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.

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 ( $a$ ) pour le satellite  $i$  (Tableau B-34).

*Note.*— Le paramètre  $a_i$  permet aussi de définir le délai d'expiration des corrections rapides (§ 3.5.8.1.1).

*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 des corrections de taux de variation de distance (§ 3.5.5.6.2.2).

**Tableau B-31. Intervalle de validité**

| Données                    | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|----------------------------|---------------|------------------|------------|
| Intervalle de validité (V) | 5             | 30 à 960 s       | 30 s       |

**Tableau B-32. Temps d'attente**

| Données             | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|---------------------|---------------|------------------|------------|
| Temps d'attente (L) | 3             | 0 à 120 s        | 30 s       |



**Tableau B-33. Évaluation de  $GIVE_i$**

| $GIVE_i$ | $\sigma^2_{L,GIVE}$     |
|----------|-------------------------|
| 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>   |
| 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 »        |

**Tableau B-34. Facteur de dégradation des corrections rapides**

| Indicateur de facteur<br>de dégradation ( $a_i$ ) | Facteur de dégradation ( $a_i$ ) |
|---------------------------------------------------|----------------------------------|
| 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>           |
| 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>           |

$C_{lrc\_lsb}$  : erreur d'arrondi maximale liée à la résolution des caractéristiques orbitales et des données d'horloge.



$C_{ltc\_v1}$  : erreur de vitesse liée à l'écart maximal observé sur le taux de variation de distance entre les messages manqués en raison des différences entre les fréquences d'horloge et les vitesses de révolution.

$I_{ltc\_v1}$  : intervalle de mise à jour des corrections à long terme quand le code de vitesse est « 1 » (§ 3.5.4.4.1).

$C_{ltc\_v0}$  : paramètre fixant la limite de l'écart séparant deux corrections à long terme consécutives pour les satellites dont le code de vitesse est « 0 ».

$I_{ltc\_v0}$  : intervalle minimal de mise à jour pour les corrections à long terme quand le code de vitesse est « 0 » (voir le § 3.5.4.4.1).

$C_{GEO\_lsb}$  : erreur d'arrondi maximale liée à la résolution des caractéristiques orbitales et des données d'horloge.

$C_{GEO\_v}$  : erreur de vitesse liée à l'écart maximal observé sur le taux de variation de distance entre les messages manqués en raison des différences entre les fréquences d'horloge et les vitesses de révolution.

$I_{GEO}$  : intervalle de mise à jour des messages émis par la fonction de mesure de distance GEO.

$C_{er}$  : valeur limite de l'erreur résiduelle due à l'utilisation des données d'approche de précision ou NPV au-delà du délai d'expiration.

$C_{iono\_step}$  : valeur limite de la différence entre les retards des points de grille ionosphérique successifs.

$I_{iono}$  : intervalle minimal de mise à jour des messages de correction des effets ionosphériques.

$C_{iono\_ramp}$  : taux de variation des corrections d'effets ionosphériques.

$RSS_{UDRE}$  : indicateur précisant le mode de sommation des corrections rapides ou à long terme résiduelles.

Codage : 0 = sommation linéaire

1 = résultante quadratique

$RSS_{iono}$  : indicateur précisant le mode de sommation des corrections d'effets ionosphériques résiduelles.

Codage : 0 = sommation linéaire

1 = résultante quadratique

$C_{covariance}$  : terme employé pour compenser les effets de la quantification lorsque le message de type 28 est utilisé.



*Note 1.— Les paramètres  $a_i$  et  $t_{iat}$  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-35).

*Heure de la semaine GPS :* nombre de secondes écoulées depuis la fin de la semaine GPS précédente (analogue au paramètre défini au § 3.1.1.2.6.1, mais avec une résolution de 1 seconde).

*Numéro de semaine GPS (WN) :* voir le § 3.1.1.2.6.2.

*Indicateur GLONASS :* drapeau indiquant si les paramètres de temps GLONASS sont fournis.

Codage : 0 = les paramètres temporels GLONASS ne sont pas fournis ;

1 = les paramètres temporels GLONASS sont fournis.

*Écart temporel GLONASS ( $\delta a_{i, GLONASS}$ ) :* paramètre qui représente la partie stable de l'écart entre le temps GLONASS et le temps réseau SBAS.

*Note.— Si le SBAS ne prend pas en charge le GLONASS, le paramètre  $\delta a_{i, GLONASS}$  ne s'applique pas.*

*Paramètres UTC :*  $A_{1SNT}$ ,  $A_{0SNT}$ ,  $t_{0t}$ ,  $WN_t$ ,  $\Delta t_{LS}$ ,  $WN_{LSF}$ ,  $DN$  et  $\Delta t_{LSF}$  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-35. Identificateur de temps de référence UTC**

| Identificateur | Description                                                                |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 0              | Temps UTC du Communications Research Laboratory de 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 du Bureau international des poids et mesures                     |
| 4              | Réservé (temps UTC d'un laboratoire européen)                              |
| 5 à 6          | De réserve                                                                 |
| 7              | Temps UTC non fourni                                                       |



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-36.

*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-36.

*Coordonnée (latitude) :* latitude d'un angle d'une région.

*Coordonnée (longitude) :* longitude d'un angle d'une région.

*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 ( $E_{ij}$ ) : 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 ( $\delta$ UDRE) en fonction de la position de l'utilisateur.

**Tableau B-36. Évaluation de l'indicateur  $\delta$ UDRE**

| Indicateur $\delta$ UDRE | $\delta$ UDRE |
|--------------------------|---------------|
| 0                        | 1             |
| 1                        | 1,1           |
| 2                        | 1,25          |
| 3                        | 1,5           |
| 4                        | 2             |
| 5                        | 3             |
| 6                        | 4             |
| 7                        | 5             |
| 8                        | 6             |
| 9                        | 8             |
| 10                       | 10            |
| 11                       | 20            |
| 12                       | 30            |
| 13                       | 40            |
| 14                       | 50            |
| 15                       | 100           |

#### 3.5.5 DÉFINITION DES PROTOCOLES POUR APPLICATIONS DE DONNÉES

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 :

$$\begin{bmatrix} \hat{X}_G \\ \hat{Y}_G \\ \hat{Z}_G \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_G \\ Y_G \\ Z_G \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \dot{X}_G \\ \dot{Y}_G \\ \dot{Z}_G \end{bmatrix} (t - t_{0,GEO}) + \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \ddot{X}_G \\ \ddot{Y}_G \\ \ddot{Z}_G \end{bmatrix} (t - t_{0,GEO})^2$$

3.5.5.1.2 *Correction d'horloge du satellite géostationnaire.* La correction d'horloge d'un satellite géostationnaire SBAS  $i$  est appliquée selon l'équation ci-dessous

$$t = t_G - \Delta t_G$$

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 :

$$t = t_{sv,i} - [(\Delta t_{sv,i})_{L1} + \delta \Delta t_{sv,i}]$$

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 :

$$t = t_{SV,i} + t_n(t_b) - \gamma_n(t_b)(t_{SV,i} - t_b) - \delta\Delta t_{SV,i}$$

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 :

$$\delta\Delta t_{SV,i} = \delta a_{i,0} + \delta a_{i,1}(t - t_{i,LT}) + \delta a_{i,GLONASS}$$

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 :

$$\begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix}_{\text{corrigé}} = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \\ z_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta x_i \\ \delta y_i \\ \delta z_i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta \dot{x}_i \\ \delta \dot{y}_i \\ \delta \dot{z}_i \end{bmatrix} (t - t_{i,LT})$$

où :

$(t - t_{i,LT})$  est corrigé de façon à tenir compte du changement de journée.

$[x_i \ y_i \ z_i]^T$  est le vecteur de position du satellite de la ou des constellations satellitaires de base ou du SBAS (§ 3.1.2.3, 3.2.2.3 et 3.5.5.1.1).

Si le code de vitesse est 0, alors  $[\delta \dot{x}_i \ \delta \dot{y}_i \ \delta \dot{z}_i]^T = [0 \ 0 \ 0]^T$ .

3.5.5.3 *Corrections de pseudodistance.* La pseudodistance corrigée d'un satellite  $i$  à l'instant  $t$  est :

$$PR_{i,\text{corrigé}} = PR_i + FC_i + RRC_i (t - t_{i,0f}) + IC_i + TC_i \quad \text{où :}$$

$PR_i$  = pseudodistance mesurée après application de la correction d'horloge du satellite

$FC_i$  = correction rapide

$RRC_i$  = correction du taux de variation 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 *Corrections du taux de variation de distance.* La correction du taux de variation de distance du satellite  $i$  est :

$$RRC_i = \begin{cases} \frac{FC_{i,actuelle} - FC_{i,précédente}}{t_{i,0f} - t_{i,0f\_Précédente}}, & \text{Si } a_i \neq 0 \\ 0, & \text{Dans les autres cas} \end{cases}$$

où :

$FC_{i,actuelle}$  = correction rapide la plus récente

$FC_{i,précédente}$  = correction rapide antérieure

$t_{i,0f}$  = instant d'entrée en vigueur de  $FC_{i,actuelle}$

$t_{i,0f\_précédente}$  = instant d'entrée en vigueur de  $FC_{i,précédente}$

$a_i$  = Facteur de dégradation de la correction rapide (Cf Tableau B-34)

#### 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 ( $\phi_{pp}$ ) et sa longitude ( $\lambda_{pp}$ ) WGS-84.

3.5.5.5.2 *Corrections ionosphériques.* Les corrections des effets ionosphériques, pour le satellite  $i$  sont :

$$IC_i = -F_{pp} \tau_{vpp}$$

où :

$$F_{pp} = \text{facteur d'obliquité} = \left[ 1 - \left( \frac{R_e \cos \theta_i}{R_e + h_1} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}}$$

$T_{vpp}$  = valeur estimée du retard ionosphérique dans le sens vertical, après interpolation (§ 3.5.5.5.3)



$R_e = 6\,378,1363 \text{ km}$

$\theta_{ii}$  = angle de site du satellite  $i$

$h_i = 350 \text{ km}$

*Note.*— Dans le cas des satellites GLONASS, la correction ionosphérique ( $IC_i$ ) 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  $\Phi_{pp}$  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-13).

$W_1 = x_{pp} y_{pp}$

$W_2 = (1 - x_{pp}) y_{pp}$

$W_3 = (1 - x_{pp}) (1 - y_{pp})$

$W_4 = x_{pp} (1 - y_{pp})$

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.



3.5.5.3.2 Pour les points IPP situés au nord du 85<sup>e</sup> parallèle nord ou au sud du 85<sup>e</sup> parallèle sud :

$$y_{pp} = \frac{|\phi_{pp}| - 85^\circ}{10^\circ}$$

$$x_{pp} = \frac{\lambda_{pp} - \lambda_3}{90^\circ} \times (1 - 2 y_{pp}) + y_{pp}$$

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 :

3.5.5.3.3 Pour les points situés entre 75°S et 75°N :

$$\tau_{vpp} = \sum_{k=1}^3 W_k \tau_{vk}$$

où :

$$W_1 = y_{pp}$$

$$W_2 = 1 - x_{pp} - y_{pp}$$

$$W_3 = x_{pp}$$

3.5.5.3.4  $x_{pp}$  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-14).

3.5.5.3.5 Pour les points situés au nord du 75<sup>e</sup> parallèle nord ou au sud du 75<sup>e</sup> parallèle sud, l'interpolation à partir de trois points n'est pas possible.

3.5.5.4 *Sélection des points de grille ionosphérique.* Le protocole de sélection des points de grille ionosphérique (ou points IGP) est le suivant :

a) Cas d'un point IPP situé entre 60°N et 60°S :



- 1) s'il existe quatre points IGP formant une cellule de 5 degrés de côté autour du point IPP et que ces points sont positionnés à « 1 » dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
- 2) au cas contraire, s'il existe trois points formant un triangle rectangle autour du point IPP, les deux côtés de l'angle droit mesurant 5 degrés, et que ces points sont positionnés à « 1 » dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
- 3) au cas contraire, s'il existe quatre points formant une cellule de 10 degrés de côté autour du point IPP et que ces points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
- 4) au cas contraire, s'il existe trois points formant un triangle rectangle autour du point IPP, les deux côtés de l'angle droit mesurant 10 degrés, et que ces points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
- 5) sinon, aucune correction des effets ionosphériques ne peut être fournie.

b) Cas d'un point IPP situé entre 60°N et 75°N ou entre 60°S et 75°S :

- 1) s'il existe quatre points IGP formant une cellule de 5 degrés de latitude sur 10 degrés de longitude autour du point IPP et que ces points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
- 2) au cas contraire, s'il existe trois points formant un triangle autour du point IPP, les deux côtés de l'angle droit mesurant 5 degrés de latitude et 10 degrés de longitude, et que ces trois points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
- 3) au cas contraire, s'il existe quatre points formant une cellule de 10 degrés de côté autour du point IPP et que ces points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
- 4) au cas contraire, s'il existe trois points formant un triangle autour du point IPP, les deux côtés de l'angle droit mesurant 10 degrés, et que ces trois points sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;
- 5) sinon, aucune correction des effets ionosphériques ne peut être fournie.

c) Cas d'un point IPP situé entre 75°N et 85°N ou entre 75°S et 85°S :

- 1) si les deux points IGP les plus proches sur le 75° 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 ;

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>95</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|

2) sinon, aucune correction des effets ionosphériques ne peut être fournie.

d) Cas d'un point IPP situé au nord du 85<sup>e</sup> parallèle nord :

1) si les quatre points IGP situés à 85° de latitude nord et aux longitudes 180°O, 90°O, 0° et 90°E sont positionnés à 1 dans le masque IGP, ils sont sélectionnés ;

2) sinon, aucune correction des effets ionosphériques ne peut être fournie.

e) Cas d'un point IPP situé au sud du 85<sup>e</sup> 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 :

$$HPL_{SBAS} = \begin{cases} K_{H,NPA} \times d_{major} & \text{du mode en route au mode approche classique} \\ K_{H,PA} \times d_{major} & \text{du mode approche de précision au mode APV} \end{cases}$$

$$VPL_{SBAS} = K_{V,PA} \times d_V$$



où :

$$d_v^2 = \sum_{i=1}^N s_{v,i}^2 \sigma_i^2 = \text{variance de la distribution associée au modèle qui englobe la distribution des erreurs vraies suivant l'axe vertical.}$$

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

Dans ces équations :

$$d_x^2 = \sum_{i=1}^N s_{x,i}^2 \sigma_i^2 = \text{variance de la distribution associée au modèle qui englobe la distribution des erreurs vraies suivant l'axe des x.}$$

$$d_y^2 = \sum_{i=1}^N s_{y,i}^2 \sigma_i^2 = \text{variance de la distribution associée au modèle qui englobe la distribution des erreurs vraies suivant l'axe des y.}$$

$$d_{xy}^2 = \sum_{i=1}^N s_{x,i} s_{y,i} \sigma_i^2 = \text{covariance de la distribution associée au modèle suivant l'axe des x et l'axe des y.}$$

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.

$$\sigma_i^2 = \sigma_{i,\text{fit}}^2 + \sigma_{i,\text{UIRE}}^2 + \sigma_{i,\text{air}}^2 + \sigma_{i,\text{topo}}^2$$

Les variances ( $\sigma_{i,\text{fit}}^2$  et  $\sigma_{i,\text{UIRE}}^2$ ) sont définies aux § 3.5.5.6.2 et 3.5.5.6.3.1. Les paramètres ( $\sigma_{i,\text{air}}^2$  et  $\sigma_{i,\text{topo}}^2$ ) 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 :

$$S \equiv \begin{bmatrix} S_{x,1} & S_{x,2} & \dots & S_{x,N} \\ S_{y,1} & S_{y,2} & \dots & S_{y,N} \\ S_{v,1} & S_{v,2} & \dots & S_{v,N} \\ S_{t,1} & S_{t,2} & \dots & S_{t,N} \end{bmatrix} = (G^T \times W \times G)^{-1} \times G^T \times W$$

où :

$$G_i = [-\cos El_i \cos Az_i \quad -\cos El_i \sin Az_i \quad -\sin El_i \quad 1] = i^{\text{e}} \text{ ligne de } G$$

$$W^{-1} = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & \dots & w_i \end{bmatrix}$$

$El_i$  = angle de site de la  $i^{\text{e}}$  source de mesure de distance (en degrés)

$Az_i$  = 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  $i = \sigma^2$



*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 :

$$K_{H,NPA} = 6,18$$

$$K_{H,PA} = 6,0$$

$$K_{V,PA} = 5,33$$

**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 :

$$\sigma_{i,fit}^2 \begin{cases} [(\sigma_{i,UDRE}) (\delta_{UDRE}) + \varepsilon_{fc} + \varepsilon_{mc} + \varepsilon_{lc} + \varepsilon_{er}]^2, & \text{si } RSS_{UDRE} = 0 \text{ (message de type 10)} \\ [(\sigma_{i,UDRE}) (\delta_{UDRE})^2 + \varepsilon_{fc}^2 + \varepsilon_{mc}^2 + \varepsilon_{lc}^2 + \varepsilon_{er}^2]^2, & \text{si } RSS_{UDRE} = 1 \text{ (message de type 10)} \end{cases}$$

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,  $\delta_{UDRE} = 1$ .

Si ni les corrections rapides, ni les corrections à long terme ou paramètres de mesure de distance GEO, ni les paramètres de dégradation ne sont appliqués :

$$\sigma_{i,fit}^2 = [(\sigma_{i,UDRE}) (\delta_{UDRE}) + 8 \text{ m}]^2$$

Si ni les corrections rapides ni les corrections à long terme ou paramètres de mesure de distance GEO ne sont appliqués à un satellite, ou si aucun message de type 28 avec une covariance des éphémérides n'est reçu pour le satellite mais qu'un message de type 28 actif est reçu pour un satellite différent :

$$\sigma_{i,fit}^2 = (60)^2 \text{ m}^2$$

**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  $IODF_j \neq 3$ ,  $t_u$  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  $IODF_j$  de la correction rapide 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 ( $t_{op}$ ). 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 des corrections du taux de variation de distance**



3.5.5.6.2.2.1 Si  $RRC = 0$ , alors  $\varepsilon_{rrc} = 0$ .

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 :

$$\varepsilon_{rrc} = \begin{cases} 0, & \text{si } (IODF_{\text{actuel}} - IODF_{\text{précédent}}) \bmod 3 = 1 \\ \left( \frac{aI_{fc}}{4} + \frac{B_{rrc}}{\Delta t} \right) (t - t_{of}), & \text{si } (IODF_{\text{actuel}} - IODF_{\text{précédent}}) \bmod 3 \neq 1 \end{cases}$$

3.5.5.6.2.2.3 Si  $RRC \neq 0$  et  $IODF = 3$ , le paramètre de dégradation des données de correction du taux de variation de distance est :

$$\varepsilon_{rrc} = \begin{cases} 0, & \text{si } \left| \Delta t - \frac{I_{fc}}{2} \right| = 0 \\ \left( \frac{a \left| \Delta t - \frac{I_{fc}}{2} \right|}{2} + \frac{B_{rrc}}{\Delta t} \right) (t - t_{of}), & \text{si } \left| \Delta t - \frac{I_{fc}}{2} \right| \neq 0 \end{cases}$$

Dans ces équations :

|                           |   |                                                                  |
|---------------------------|---|------------------------------------------------------------------|
| $t$                       | = | heure courante                                                   |
| $IODF_{\text{actuel}}$    | = | paramètre IODF associé aux corrections rapides les plus récentes |
| $IODF_{\text{précédent}}$ | = | paramètre IODF associé à la correction rapide antérieure         |
| $\Delta t$                | = | $t_{i,of} - t_{i,of\_précédent}$                                 |
| $I_{fc}$                  | = | 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 :

$$\varepsilon_{lrc} = C_{lrc\_l0} + C_{lrc\_v1} \max(0, t_{i,LT} - t, t - t_{i,LT} - I_{lrc\_v1})$$

3.5.5.6.2.3.1.2 Si le code de vitesse est 0, le paramètre de dégradation est :

$$\varepsilon_{lrc} = C_{lrc\_v0} \left[ \frac{t - t_{lrc}}{I_{lrc\_v0}} \right]$$



où :

$t$  = heure courante  
 $t_{itc}$  = 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 :

$$\varepsilon_{itc} = C_{geo\_lsb} + C_{geo\_v} \max(0, t_{0,GEO} - t, t - t_{0,GEO} - I_{geo})$$

où  $t$  = heure courante.

3.5.5.6.2.4 *Dégradation des données de correction (de « en route » à « approche classique »)*

$$\varepsilon_{er} = \begin{cases} 0, & \text{s'il n'y a aucun délai d'expiration associé aux corrections rapides et aux} \\ & \text{corrections à long terme pour l'approche de précision} \\ C_{er}, & \text{si un délai d'expiration est associé aux corrections rapides et aux} \\ & \text{corrections à long terme pour l'approche de précision} \end{cases}$$

3.5.5.6.2.5 *Facteur de dégradation UDRE calculé avec les données du message de type 28.*

$$\delta_{UDRE} = \sqrt{I^T \cdot C \cdot I} + \varepsilon_c$$

où :

$$I = \begin{bmatrix} i_x \\ i_y \\ i_z \\ 1 \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} i_x \\ i_y \\ i_z \end{bmatrix} = \text{le vecteur unitaire de l'utilisateur au satellite dans le cadre des coordonnées ECEF du WGS-84}$$

$$C = R^T \cdot R$$

$$\varepsilon_c = C_{covariance} \cdot SF$$

$$SF = 2^{\text{exposant d'échelle 5}}$$

$$R = E \cdot SF$$

$$E = \begin{bmatrix} E_{1,1} & E_{1,2} & E_{1,3} & E_{1,4} \\ 0 & E_{2,2} & E_{2,3} & E_{2,4} \\ 0 & 0 & E_{3,3} & E_{3,4} \\ 0 & 0 & 0 & E_{4,4} \end{bmatrix}$$

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,  $\sigma_{UIRE}^2$  est donné par l'équation :

$$\sigma_{UIRE}^2 = F_{pp}^2 \times \sigma_{UIVE}^2$$

où :

$F_{pp}$  = (défini au § 3.5.5.5.2)

$$\sigma_{UIVE}^2 = \sum_{n=1}^4 W_n \cdot \sigma_{n,ionogrid}^2 \text{ or } \sigma_{UIVE}^2 = \sum_{n=1}^3 W_n \cdot \sigma_{n,ionogrid}^2 =$$

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 :

$$\sigma_{n,ionogrid}^2 = \begin{cases} (\sigma_{n,GIVE} + \varepsilon_{iono})^2, & \text{Si } RSS_{iono} = 0 \text{ (message de type 10)} \\ \sigma_{n,GIVE}^2, & \text{Si } RSS_{iono} = 1 \text{ (message de type 10)} \end{cases}$$

Où :

$$\varepsilon_{iono} = C_{iono\_step} \left[ \frac{t - t_{iono}}{I_{iono}} \right] + C_{iono\_ramp} (t - t_{iono})$$

$t$  = 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  $x$

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  $\varepsilon_{iono}$  doivent être multipliés par le carré du rapport entre les fréquences du GLONASS et les fréquences du GPS ( $f_{GLONASS} / f_{GPS}$ ).

3.5.5.6.3.2 Correction des effets ionosphérique si les corrections SBAS des effets ionosphériques appliquées,  $\sigma_{UIRE}^2$  est donné par l'équation :

$$\sigma_{UIRE}^2 = \text{MAX} \left\{ \left( \frac{T_{iono}}{5} \right)^2, (F_{pp} \cdot \tau_{vert})^2 \right\} \text{Où}$$

$T_{iono}$  = valeur estimée du retard ionosphérique, selon le modèle retenu (par correction GPS ou autre)



$F_{pp} = (\text{défini au § 3.5.5.5.2})$

$$\tau_{\text{vent}} = \begin{cases} 9 \text{ m,} & 0 \leq |\phi_{pp}| \leq 20 \\ 4,5 \text{ m,} & 20 < |\phi_{pp}| \leq 55 ; \text{ et} \\ 6 \text{ m,} & 55 < |\phi_{pp}| \end{cases}$$

$\phi_{pp}$  = latitude du point de pénétration ionosphérique

### 3.5.6 TABLEAUX DE MESSAGES

Chaque message SBAS sera codé conformément au format correspondant à son contenu, tel que l'indiquent les Tableaux B-37 à B-53. 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-37. Message de type 0 (« Ne pas utiliser »)**

| Teneur des données | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|--------------------|---------------|------------------|------------|
| De réserve         | 212           | —                | —          |

**Tableau B-38. Message de type 1 (masque PRN)**

| Teneur des données                      | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|-----------------------------------------|---------------|------------------|------------|
| 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 § 3.5.4.1.*



**Tableau B-39. Messages de corrections rapides (types 2 à 5)**

| Teneur des données                                                     | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution     |
|------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|----------------|
| IODF <sub>j</sub>                                                      | 2             | 0 à 3            | 1              |
| IODP                                                                   | 2             | 0 à 3            | 1              |
| Pour 13 positions de satellite<br>Correction rapide (FC <sub>i</sub> ) | 12            | ±256,000 m       | 0,125 m        |
| Pour 13 positions de satellite<br>UDREI <sub>i</sub>                   | 4             | (Tableau B-29)   | (Tableau B-29) |

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-40. Message de type 6 (données d'intégrité)**

| Teneur des données                                          | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution     |
|-------------------------------------------------------------|---------------|------------------|----------------|
| 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<br>numéro de masque PRN) |               |                  |                |
| UDREI <sub>i</sub>                                          | 4             | (Tableau B-29)   | (Tableau B-29) |

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-41. Message de type 7 (facteur de dégradation des corrections rapides)**

| Teneur des données                                          | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution     |
|-------------------------------------------------------------|---------------|------------------|----------------|
| Temps d'attente système( $t_{lat}$ )                        | 4             | 0 à 15 s         | 1 s            |
| IODP                                                        | 2             | 0 à 3            | 1              |
| De réserve                                                  | 2             | —                | —              |
| Pour 51 satellites (en fonction du<br>numéro de masque PRN) |               |                  |                |
| Indicateur de facteur de<br>dégradation ( $ai_i$ )          | 4             | (Tableau B-34)   | (Tableau B-34) |

NOTES.—

1. Les paramètres  $t_{lat}$  et  $ai_i$  sont définis au § 3.5.4.7.
2. Le paramètre IODP est défini au § 3.5.4.1.

**Tableau B-42. Message de type 9 (fonction de mesure de distance)**

| Teneur des données | Bits utilisés | Plage de valeurs                 | Résolution                 |
|--------------------|---------------|----------------------------------|----------------------------|
| De réserve         | 8             | —                                | —                          |
| $t_{0,GEO}$        | 13            | 0 à 86 384 s                     | 16 s                       |
| URA                | 4             | (Tableau B-26)                   | (Tableau B-26)             |
| $X_G$              | 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               |
| $\dot{Z}_G$        | 18            | $\pm 524,288$ m/s                | 0,004 m/s                  |
| $\ddot{X}_G$       | 10            | $\pm 0,0064$ m/s <sup>2</sup>    | 0,0000125 m/s <sup>2</sup> |
| $\ddot{Y}_G$       | 10            | $\pm 0,0064$ m/s <sup>2</sup>    | 0,0000125 m/s <sup>2</sup> |
| $\ddot{Z}_G$       | 10            | $\pm 0,032$ m/s <sup>2</sup>     | 0,0000625 m/s <sup>2</sup> |
| $a_{G\theta}$      | 12            | $\pm 0,9537 \times 10^{-6}$ s    | $2^{-31}$ s                |
| $a_{G\phi}$        | 8             | $\pm 1,1642 \times 10^{-10}$ s/s | $2^{-40}$ s/s              |

Note.— Tous ces paramètres sont définis au § 3.5.4.2.



**Tableau B-43. Message de type 10 (paramètres de dégradation)**

| Teneur des données | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution   |
|--------------------|---------------|------------------|--------------|
| $B_{irc}$          | 10            | 0 à 2,046 m      | 0,002 m      |
| $C_{irc\_lsb}$     | 10            | 0 à 2,046 m      | 0,002 m      |
| $C_{irc\_vl}$      | 10            | 0 à 0,05115 m/s  | 0,00005 m/s  |
| $I_{irc\_vl}$      | 9             | 0 à 511 s        | 1 s          |
| $C_{irc\_v0}$      | 10            | 0 à 2,046 m      | 0,002 m      |
| $I_{irc\_v0}$      | 9             | 0 à 511 s        | 1 s          |
| $C_{geo\_lsb}$     | 10            | 0 à 0,5115 m     | 0,0005 m     |
| $C_{geo\_v}$       | 10            | 0 à 0,05115 m/s  | 0,00005 m/s  |
| $I_{geo}$          | 9             | 0 à 511 s        | 1 s          |
| $C_{er}$           | 6             | 0 à 31,5 m       | 0,5 m        |
| $C_{iono\_step}$   | 10            | 0 à 1,023 m      | 0,001 m      |
| $I_{iono}$         | 9             | 0 à 511 s        | 1 s          |
| $C_{iono\_ramp}$   | 10            | 0 à 0,005115 m/s | 0,000005 m/s |
| RSSUDRE            | 1             | 0 ou 1           | 1            |
| RSSiono            | 1             | 0 ou 1           | 1            |
| $C_{covariance}$   | 7             | 0 à 12,7         | 0,1          |
| De réserve         | 81            | —                | —            |

Note.— Tous ces paramètres sont définis au § 3.5.4.7.

**Tableau B-44. Message de type 12 (heure du réseau SBAS-temps UTC)**

| Teneur des données                          | Bits utilisés | Plage de valeurs              | Résolution             |
|---------------------------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------|
| $A_{ISNT}$                                  | 24            | $\pm 7,45 \times 10^{-9}$ s/s | $2^{-50}$ s/s          |
| $A_{OSNT}$                                  | 32            | $\pm 1$ s                     | $2^{-30}$ s            |
| $t_{0t}$                                    | 8             | 0 à 602 112 s                 | 4 096 s                |
| $WN_t$                                      | 8             | 0 à 255 semaines              | 1 semaine              |
| $\Delta t_{LS}$                             | 8             | $\pm 128$ s                   | 1 s                    |
| $WN_{LSF}$                                  | 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 référence<br>UTC | 3             | (Tableau B-35)                | (Tableau B-35)         |
| 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            | $\pm 2,0 \cdot 10^{-8}$ s     | $2,0 \cdot 10^{-31}$ s |
| De réserve                                  | 50            | —                             | —                      |

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 de type 12 (voir le § 3.5.7.4.4, Données de synchronisation).



**Tableau B-45. Message de type 17 (almanachs GEO)**

| Teneur des données                                      | Bits utilisés | Plage de valeurs     | Résolution |
|---------------------------------------------------------|---------------|----------------------|------------|
| Pour chacun des 3 satellites                            |               |                      |            |
| De réserve                                              | 2             | —                    | —          |
| Numéro de code PRN                                      | 8             | 0 à 210              | 1          |
| État de fonctionnement                                  | 8             | —                    | —          |
| $X_{G,A}$                                               | 15            | $\pm 42\,598\,400$ m | 2 600 m    |
| $Y_{G,A}$                                               | 15            | $\pm 42\,598\,400$ m | 2 600 m    |
| $Z_{G,A}$                                               | 9             | $\pm 6\,656\,000$ m  | 26 000 m   |
| $\dot{X}_{G,A}$                                         | 3             | $\pm 40$ m/s         | 10 m/s     |
| $\dot{Y}_{G,A}$                                         | 3             | $\pm 40$ m/s         | 10 m/s     |
| $\dot{Z}_{G,A}$                                         | 4             | $\pm 480$ m/s        | 60 m/s     |
| $t_{\text{almanach}}$ (s'applique aux trois satellites) | 11            | 0 à 86 336 s         | 64 s       |

*Note.*— Tous ces paramètres sont définis au § 3.5.4.3.

**Tableau B-46. Message de type 18 (masque IGP)**

| Teneur des données                                      | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|---------------------------------------------------------|---------------|------------------|------------|
| Nombre de bandes IGP                                    | 4             | 0 à 11           | 1          |
| Identificateur de bande IGP                             | 4             | 0 à 10           | 1          |
| Identification des données — ionosphère<br>( $IODI_k$ ) | 2             | 0 à 3            | 1          |
| Pour 201 IGPs                                           |               |                  |            |
| 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-47. Message de type 24 (combinaison corrections rapides/corrections à long terme des erreurs des satellites)**

| Teneur des données                   | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution     |
|--------------------------------------|---------------|------------------|----------------|
| Pour 6 positions de satellite        |               |                  |                |
| Correction rapide ( $FC_i$ )         | 12            | $\pm 256,000$ m  | 0,125 m        |
| Pour 6 positions de satellite        |               |                  |                |
| $UDREI_i$                            | 4             | (Tableau B-31)   | (Tableau B-31) |
| 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-48 et l'autre (code de vitesse = 1), au Tableau B-49.

**Tableau B-48. Demi-message de type 25 (correction à long terme des erreurs)  
(CODE DE VITESSE = 0)**

| Teneur des données                     | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution  |
|----------------------------------------|---------------|------------------|-------------|
| Code de vitesse = 0                    | 1             | 0                | 1           |
| Pour 2 satellites                      |               |                  |             |
| Numéro de masque PRN                   | 6             | 0 à 51           | 1           |
| Identification des données ( $IOD_i$ ) | 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     |
| $\delta a_{i,0}$                       | 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 et IODP sont définis au § 3.5.4.1.
2. Tous les autres paramètres sont définis au § 3.5.4.4.1.



**Tableau B-49. Demi-message de type 25 (correction à long terme des erreurs)**  
**(CODE DE VITESSE = 1)**

| Teneur des données                             | Bits utilisés | Plage de valeurs  | Résolution    |
|------------------------------------------------|---------------|-------------------|---------------|
| Pour 1 satellite                               |               |                   |               |
| Code de vitesse = 1                            | 1             | 1                 | 1             |
| Numéro de masque PRN                           | 6             | 0 à 51            | 1             |
| Identification des données (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       |
| $\delta a_{i,0}$                               | 11            | $\pm 2^{-21}$ s   | $2^{-31}$ s   |
| $\delta \dot{x}_i$                             | 8             | $\pm 0,0625$ m/s  | $2^{-11}$ m/s |
| $\delta \dot{y}_i$                             | 8             | $\pm 0,0625$ m/s  | $2^{-11}$ m/s |
| $\delta \dot{z}_i$                             | 8             | $\pm 0,0625$ m/s  | $2^{-11}$ m/s |
| $\delta a_{i,1}$                               | 8             | $\pm 2^{-32}$ s/s | $2^{-39}$ 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.
2. Tous les autres paramètres sont définis au § 3.5.4.4.1.

**Tableau B-50. 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-33)   | (Tableau B-33) |
| IODI <sub>k</sub>                                                   | 2             | 0 à 3            | 1              |
| De réserve                                                          | 7             | —                | —              |

Note.— Tous ces paramètres sont définis au § 3.5.4.6.



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

**RANT 10 – PART 1**  
**Télécommunications aéronautiques**  
**Aides radio à la navigation**  
**APPENDICES**

Page: APP 108 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

**Tableau B-51. Message de type 27 (message de service SBAS)**

| Teneur des données                          | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|---------------------------------------------|---------------|------------------|------------|
| Identification des données — service (IODS) | 3             | 0 à 7            | 1          |
| Nombre de messages de service               | 3             | 1 à 8            | 1          |
| 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 $\delta$ UDRE — intérieur        | 4             | 0 à 15           | 1          |
| Indicateur $\delta$ UDRE — extérieur        | 4             | 0 à 15           | 1          |
| Pour chacune des 5 régions                  |               |                  |            |
| Coordonnée 1 (latitude)                     | 8             | $\pm 90^\circ$   | 1°         |
| Coordonnée 1 (longitude)                    | 9             | $\pm 180^\circ$  | 1°         |
| Coordonnée 2 (latitude)                     | 8             | $\pm 90^\circ$   | 1°         |
| Coordonnée 2 (longitude)                    | 9             | $\pm 180^\circ$  | 1°         |
| Forme de la région                          | 1             | —                | —          |
| De réserve                                  | 15            | —                | —          |

*Note.— Tous ces paramètres sont définis au § 3.5.4.9.*

**Tableau B-52. Message de type 63 (vide)**

| Teneur des données | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|--------------------|---------------|------------------|------------|
| De réserve         | 212           | —                | —          |



**Tableau B-53. Matrice de covariance horloge-éphémérides (message de type 28)**

| Teneur des données   | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|----------------------|---------------|------------------|------------|
| 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          |
| E <sub>1,1</sub>     | 9             | 0 à 511          | 1          |
| E <sub>2,2</sub>     | 9             | 0 à 511          | 1          |
| E <sub>3,3</sub>     | 9             | 0 à 511          | 1          |
| E <sub>4,4</sub>     | 9             | 0 à 511          | 1          |
| E <sub>1,2</sub>     | 10            | ±512             | 1          |
| E <sub>1,3</sub>     | 10            | ±512             | 1          |
| E <sub>1,4</sub>     | 10            | ±512             | 1          |
| E <sub>2,3</sub>     | 10            | ±512             | 1          |
| E <sub>2,4</sub>     | 10            | ±512             | 1          |
| E <sub>3,4</sub>     | 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 ÉLÉMENT NON EMBARQUÉ

*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-54. 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-54 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-55 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.*

**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 des (§ 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.

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 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, § 3.7.3.4.2.1.*

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.

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.

*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 (§ 3.5.8.1.1). 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 Quand le masque PRN change, le SBAS devrait répéter 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 UDRE<sub>i</sub> égal à 13 si le satellite n'est pas « Ne pas utiliser » ou « Non contrôlé ».

3.5.7.3.3.4 Le paramètre IODF<sub>j</sub> dans les messages de type 2 à 5, 6 ou 24 sera égal à 3.



# RANT 10 – PART 1

## Télécommunications aéronautiques

### Aides radio à la navigation

#### APPENDICES

**Tableau B-54. Intervalles de transmission et fonctions utilisatrices**

| Type de données                              | Intervalle de transmission maximal | Mesure de distance | État de fonctionnement du satellite GNSS | Correction différentielle sommaire | Correction différentielle précise | Types de messages connexes |
|----------------------------------------------|------------------------------------|--------------------|------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Matrice de covariance horloge-éphémérides    | 120 s                              |                    |                                          |                                    |                                   | 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                          | $I_c/2$<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 GEO            | 120 s                              | R                  | R                                        | R                                  | R                                 | 9                          |
| Dégradation des corrections rapides          | 120 s                              |                    | R*                                       | R                                  | R                                 | 7                          |
| Paramètres de dégradation                    | 120 s                              |                    |                                          |                                    | R                                 | 10                         |
| Masque de grille ionosphérique               | 300 s                              |                    |                                          |                                    | R                                 | 18                         |
| Correction des effets ionosphériques (GIVEI) | 300 s                              |                    |                                          |                                    | R                                 | 26                         |
| Données de synchronisation                   | 300 s                              | R<br>(Note 3)      | R<br>(Note 3)                            | R<br>(Note 3)                      | R<br>(Note 3)                     | 12                         |
| Données d'almanach                           | 300 s                              | R                  | R                                        | R                                  | R                                 | 17                         |
| Niveau de service                            | 300 s                              |                    |                                          |                                    |                                   | 27                         |

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.  $I_c$  désigne le délai d'expiration des corrections rapides pour l'approche de précision/approche avec guidage vertical, défini au Tableau B-57.

**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 (§ 3.5.8.1.1). 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 (§ 3.5.5.2) 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 Pour garantir la précision des corrections du taux de variation de distance le SBAS devrait minimiser 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).

*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-44.

3.5.7.4.5 *Données d'intégrité.* Pour chaque satellite pour lequel des corrections sont fournies, le SBAS transmettra des données d'intégrité ( $UDRE_i$  et, à titre facultatif, des données de message de type 27 ou 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 indiquera que le satellite n'est pas en état de fonctionner (« Ne pas utiliser »). Si la valeur de  $\sigma_{2i, UDRE}$  ne peut pas être déterminée, le SBAS indiquera que le satellite est « Non contrôlé ».

Si le paramètre  $\sigma_{2i, UDRE}$  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  $\sigma_{2i, UDRE}$  ;

b) soit le paramètre  $IODF_j$  sera égal à 3 si le paramètre  $\sigma_{2i, UDRE}$  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.

3.5.7.5 *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 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 (§ 3.5.8.1.1). 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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<sup>e</sup> 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 Quand le masque IGP change, le SBAS devrait répéter 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 faudrait également utiliser le même paramètre IOD<sub>k</sub> 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  $\sigma_{2\text{I,GIVE}}$  est en dehors de la plage prescrite, le SBAS indiquera dans les données de correction que le point IGP ne doit pas être pris en compte. Si la valeur de  $\sigma_{2\text{I,GIVE}}$  ne peut pas être déterminée, le SBAS indiquera par le paramètre GIVEI que le IGP est « Non contrôlé ».

**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.

**3.5.7.6.3 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-55 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, § 3.7.3.4.2.1.5), 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.

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/DO229D après le changement I, sauf lorsque ces spécifications sont annulées et remplacées par celles du § 3.5.8 et du Supplément D, § 8.11.*

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 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 pseudo-distance 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 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.* Cette spécification ne signifie pas que le récepteur doit arrêter de suivre le satellite du SBAS.

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.



## RANT 10 – PART 1

### Télécommunications aéronautiques

### Aides radio à la navigation

### APPENDICES

**Tableau B-55. Contrôle des signaux radioélectriques SBAS**

| Paramètre                       | Renvoi                       | Seuil d'alarme                                       | Mesure à prendre                                                                                                            |
|---------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Niveau de puissance du signal   | Chapitre 3,<br>§ 3.7.3.4.4.3 | minimum = -161 dBW<br>maximum = -153 dBW<br>(Note 2) | seuil minimal : désactiver la fonction de mesure de distance (Note 1)<br>seuil maximal : interrompre la diffusion           |
| Modulation                      | Chapitre 3,<br>§ 3.7.3.4.4.5 | contrôler la distorsion du signal                    | désactiver la fonction de mesure de distance (Note 1)                                                                       |
| Conversion temps SNT-temps GPS  | Chapitre 3,<br>§ 3.7.3.4.5   | N/A (Note 3)                                         | désactiver la fonction de mesure de distance, à moins que la donnée URA n'indique l'erreur commise                          |
| Stabilité de la porteuse        | § 3.5.2.1                    | N/A (Note 3)                                         | désactiver la fonction de mesure de distance, à moins que les données $\sigma_{UDRE}^2$ et URA n'indiquent l'erreur commise |
| Cohérence code-fréquence        | § 3.5.2.4                    | N/A (Note 3)                                         | désactiver la fonction de mesure de distance, à moins que les données $\sigma_{UDRE}^2$ et URA n'indiquent l'erreur commise |
| Écart maximal sur phase de code | § 3.5.2.6                    | N/A (Notes 2 et 3)                                   | désactiver la fonction de mesure de distance, à moins que les données $\sigma_{UDRE}^2$ et URA n'indiquent 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  $\sigma_{UDRE}^2$  « 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<sub>0</sub> impact), 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 les paramètres  $\sigma_{UDRE}^2$  et URA. Si tel n'est pas le cas, la fonction de mesure de distance doit être désactivée.

**Tableau B-55. Contrôle des signaux radioelectrique SBAS**

| Paramètre                             | Renvoi                      | Seuil d'alarme                                                         | Mesure à prendre                                                                                                       |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Niveau de puissance du signal</b>  | Chapitre 3<br>§ 3.7.4.4.5.3 | puissance<br>munimale spécidiée<br><br>puissance<br>maximale spécifiée | Seuil nominale : désactiver la fonction de mesure de distance (note 1)<br><br>Seuil maximal : interrompre la diffusion |
| <b>Modulation</b>                     | Chapitre 3<br>§3.7.3.4.4.5  | (Note 2)<br><br>Contrôler la distorsion du signal                      | Désactiver la fonction de mesure de distance (Npte 1)                                                                  |
| <b>Conversion temps SNT-temps GPS</b> | Chapitre 3,<br>§ 3.7.3.4.5  | N/A (Note 3)                                                           | Désactiver la fonction de mesure de la distance, à moins que la donnée $\sigma_{UDRE}$ n'indique l'erreur commise      |
| <b>Stabilité de la porteuse</b>       | § 3.5.2.1                   | N/A (Note 3)                                                           | Désactiver la fonction de mesure de la distance, à moins que la donnée $\sigma_{UDRE}^2$ n'indique l'erreur commise    |



|                                                                                                                                                                                                                                            |           |                                         |                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Code code-fréquence</b>                                                                                                                                                                                                                 | § 3.5.2.4 | N/A (Note 3)                            | Désactiver la fonction de mesure de la distance, à moins que la donnée $\sigma_{UDRE}^2$ n'indique l'erreur commise |
| <b>Ecart maximal sur phase de code</b>                                                                                                                                                                                                     | § 3.5.2.6 | N/A (Note 2 et 3)                       | Désactiver la fonction de mesure de la distance, à moins que la donnée $\sigma_{UDRE}^2$ n'indique l'erreur commise |
| <b>Codage à convolution</b>                                                                                                                                                                                                                | 3.5.2.9   | Tous les messages transmis sont erronés | Cesser la diffusion                                                                                                 |
| <b>NOTES —</b>                                                                                                                                                                                                                             |           |                                         |                                                                                                                     |
| 1. La désactivation de la fonction de mesure de la distance s'effectue par transmission d'une donnée URA et d'un paramètre $\sigma_{UDRE}^2$ « Ne pas utiliser » pour le satellite considéré.                                              |           |                                         |                                                                                                                     |
| 2. Le contrôle de ces paramètres peut se faire par analyse de leur incidence sur la qualité du signal reçu ( $C/N_{0\text{impact}}$ ), donc sur l'utilisateur.                                                                             |           |                                         |                                                                                                                     |
| 3. Les seuils d'alarme ne sont spécifiés car l'erreur induite est acceptable à condition d'être représentée dans les paramètres $\sigma_{UDRE}^2$ et URA. Si tel n'est pas le cas, la fonction de mesure de distance doit être désactivée. |           |                                         |                                                                                                                     |

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'IODI<sub>k</sub> associé à ces données dans un message de type 26 correspond à l'IODI<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  $\sigma_{i,UDRE}^2$  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  $\sigma_{i,UDRE}^2$  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 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. *Note.— Dans le cas des satellites du SBAS, il n'existe aucun mécanisme qui lie les données de la fonction de mesure de distance GEO (message de type 9) et les corrections à long terme.*

3.5.8.1.2.8 En cas de perte de quatre messages SBAS consécutifs, le récepteur ne prendra plus en charge les approches de précision ou APV par système SBAS.

3.5.8.1.2.9 Le récepteur n'utilisera pas les paramètres diffusés dont le délai d'expiration indiqué au Tableau B-56 est écoulé.

3.5.8.1.2.10 Le récepteur n'utilisera aucune correction rapide pour laquelle le paramètre  $\Delta t$  associé au taux de variation de distance (RRC) dépasse le délai d'expiration défini pour les corrections rapides ou pour laquelle l'âge de RRC excède  $8\Delta t$ .

3.5.8.1.2.11 Le calcul de RRC sera réinitialisé en cas d'indication « Ne pas utiliser » ou « Non contrôlé » visant le satellite considéré.

3.5.8.1.2.12 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.

3.5.8.1.2.13 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 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, § 3.7.3.4.4.3) 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-56. Délais d'expiration des données**

| Données                                                 | Types de messages connexes | En route, région terminale, approche classique | Approche de précision ou APV |
|---------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------|------------------------------|
| Matrice de covariance horloge-éphémérides               | 28                         | 360                                            | 240                          |
| SBAS en mode d'essai                                    | 0                          | N/A                                            | N/A                          |
| 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-57)                            | (Voir Tableau B-57)          |
| 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 (GIVEI) | 26                         | 600 s                                          | 600 s                        |
| Données de synchronisation                              | 12                         | 86 400 s                                       | 86 400 s                     |
| Écart temporel GLONASS                                  | 12                         | 600 s                                          | 600 s                        |
| 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-57. Corrections rapides : délais d'expiration approximatifs**

| Indicateur de<br>facteur de<br>dégradation (a11) | Délai d'expiration<br>pour approche<br>classique (Ifc) | Délai d'expiration<br>pour approche de<br>précision (Ifc) |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 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                                                      |
| 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 Pour l'acquisition, les données d'almanach fournies par le SBAS devront être utilisées.

*Note.— Les informations d'état de fonctionnement 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).

*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, § 3.7.3.1.5.4) 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 du signal maximal et à 0,15 m pour le niveau du 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 pseudo-distance 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 devra obtenir les données de correction et d'intégrité pour tous les satellites de la solution de position du même signal SBAS (code PRN).*

3.5.8.4.2.1.2 Le récepteur calculera et appliquera les corrections à long terme, les corrections rapides, les données de correction du taux de variation 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 générale des moindres carrés.

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*



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

$$\frac{1,001}{\sqrt{0,002001 + \sin^2(\theta_i)}} \times 0,12 \text{ m}$$

$\theta_i$  étant la  $i^e$  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 la moyenne nulle et un écart type égale à  $\sigma_{i,air}$ , comme suit :

$$\int_y^{\infty} f_n(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ pour tous les } \frac{y}{\sigma} \geq 0 \text{ et}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f_n(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ pour tous les } \frac{y}{\sigma} \geq 0$$

où :

$f_n(x)$  = densité de probabilité de l'erreur résiduelle de pseudodistance de l'aéronef et

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

*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.*

3.5.8.4.2.5.6 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 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).*



**Tableau B-57A. Bloc de données FAS**

| Teneur des données                               | Bits utilisés | Plage                               | Résolution           |
|--------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|----------------------|
| Type d'opération                                 | 4             | 0 à 15                              | 1                    |
| Identificateur de fournisseur de services SBAS   | 4             | 0 à 15                              | 1                    |
| Identificateur d'aéroport                        | 32            | —                                   | —                    |
| Numéro de piste                                  | 6             | 1 à 36                              | 1                    |
| Lettre de piste                                  | 2             | —                                   | —                    |
| Indicateur de performance d'approche             | 3             | 0 à 7                               | 1                    |
| Indicateur de route                              | 5             | —                                   | —                    |
| Sélecteur de données de trajectoire de référence | 8             | 0 à 48                              | 1                    |
| Identificateur de trajectoire de référence       | 32            | —                                   | —                    |
| Latitude LTP/FTP                                 | 32            | ±90,0°                              | 0,0005 seconde d'arc |
| Longitude LTP/FTP                                | 32            | ±180,0°                             | 0,0005 seconde d'arc |
| Hauteur LTP/FTP                                  | 16            | -512,0 à 6 041,5 m                  | 0,1 m                |
| ΔLatitude FPAP                                   | 24            | ±1,0°                               | 0,0005 seconde d'arc |
| ΔLongitude FPAP                                  | 24            | ±1,0°                               | 0,0005 seconde d'arc |
| TCH à l'approche (Note 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                |
| 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).*

3.5.8.4.2.6.1 Les paramètres du bloc de données FAS seront les suivants (Tableau B-57A) :

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

Codage : 0 = procédure d'approche en ligne droite

1 à 15 = de réserve

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

Codage : Voir Tableau B-27.

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

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>127</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

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.

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 n'est pas utilisé par le SBAS.

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 2e et 3e 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.

*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.*

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

|                                                                                                                                            |                                                                                                                                         |                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br/>du Togo</p> | <p><b>RANT 10 – PART 1</b><br/><b>Télécommunications aéronautiques</b><br/><b>Aides radio à la navigation</b><br/><b>APPENDICES</b></p> | <p>Page: APP <b>129</b> de 244<br/>Révision: 01<br/>Date: 28/02/2019</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|

Codage : valeur positive : point FPAP au nord de la latitude LTP/FTP

valeur négative : point FPAP au sud de la latitude LTP/FTP

☐ Longitude 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 1 = mètres

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

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

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

☐ Écart 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 :

$$M(x) = \sum_{i=1}^{288} m_i x^{288-i} = m_1 x^{287} + m_2 x^{286} + \dots + m_{288} x^0$$



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 ».

*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 de correction du taux de variation 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 inférieurs à 2 degrés.

$$\frac{1,001}{\sqrt{0,002001 + \sin^2(\theta_i)}} \times (1 + 0,015 \times (\max(0,4 - \theta_i))^2) \times 0,12$$

$\theta_i$  étant la  $i^{\text{e}}$  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 la moyenne nulle et un écart type égale à  $\sigma_{i,air}$ , comme suit :

$$\int_y^{\infty} f_n(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ pour tous les } \frac{y}{\sigma} \geq 0$$

et

$$\int_{-\infty}^{-y} f_n(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ pour tous les } \frac{y}{\sigma} \geq 0$$

où :

$f_n(x)$  = densité de probabilité de l'erreur résiduelle de pseudodistance de l'aéronef et

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

*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 Pour les opérations « départ », « en route », « région terminale » et « approche classique », le récepteur utilisera 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 INTERFACE ENTRE FOURNISSEURS DE SERVICES SBAS

*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)

### 3.6.1 GÉNÉRALITÉS

Le GBAS se composera d'un sous-système sol et d'un sous-système embarqué. Le sous-système sol fournira au sous-système embarqué, par VDB numérique<sup>4</sup>, les données et les corrections pour les signaux GNSS de mesure de distance. Le sous-système sol GRAS se composera d'un ou de plusieurs sous-systèmes sol GBAS.

*Note.— Le Supplément D, § 7.1, fournit des éléments indicatifs.*

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

*Note 1.— On entend par types de services un ensemble assorti de spécifications fonctionnelles et de performance sol et bord qui garantissent que l'équipement embarqué donne des performances*



de navigation quantifiables. Le Supplément D, § 7.1, fournit des éléments indicatifs sur les types de services.

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

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

#### 3.6.2 CARACTÉRISTIQUES RADIOÉLECTRIQUES

3.6.2.1 *Stabilité de la porteuse.* La fréquence porteuse des données diffusées sera maintenue à l'intérieur de  $\pm 0,0002$  % de sa valeur nominale.

3.6.2.2 *Codage des bits sous forme de déphasages.* Les messages GBAS seront assemblés en symboles composés chacun de 3 bits de message consécutifs, le dernier ou les deux derniers pouvant le cas échéant n'être que des bits de remplissage. Après conversion, les symboles moduleront la porteuse selon la méthode D8PSK (les déphasages  $[\Delta\Phi_k]$  sont indiqués au Tableau B-58).

*Note.— Pour le  $k^{\text{e}}$  symbole ( $\phi_k$ ) la phase de la porteuse est donnée par l'équation :  $\phi_k = \phi_{k1} + \Delta\phi_k$*

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

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

où :

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

$\Phi_k$  = paramètre défini au § 3.6.2.2

$t$  = temps

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



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

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

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

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

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

**3.6.2.5 Cadence de transmission.** Les symboles seront transmis à raison de 10 500 symb/s  $\pm 0,005$  %, soit un débit nominal de 31 500 bit/s.

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

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

### 3.6.3 STRUCTURE DES DONNÉES

#### 3.6.3.1 BASE DE TEMPS À L'ÉMISSION

**3.6.3.1.1 Structure temporelle des données diffusées.** La structure temporelle AMRT reposera sur des trames et des créneaux temporels. Chaque trame aura une durée de 500 ms, et il y en aura



deux par impulsion UTC de 1 s. La première commencera au début de cette impulsion et la deuxième, 0,5 s après. Chaque trame sera multiplexée par répartition dans le temps de façon à constituer 8 créneaux individuels (identifiés par les lettres A à H) de 62,5 ms chacun.

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

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

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

#### 3.6.3.1.3 *Découpage temporel des rafales*

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

3.6.3.1.3.2 La rafale commencera 95,2  $\mu$ s après le début du créneau temporel, à  $\pm 95,2$   $\mu$ s près.

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

*Note.— Le Tableau B-59 précise les caractéristiques des éléments successifs des rafales.*

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

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



**Tableau B-58. Codage des données**

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

*Note.—  $I_j$  est le  $j^{\text{e}}$  bit de la rafale à transmettre,  $I_1$  étant le premier bit de la séquence d'apprentissage.*

**Tableau B-59. Décomposition des rafales dans le temps**

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

NOTES.—

1. La durée indiquée pour l'événement « transmission des données embrouillées » correspond à une longueur maximale des données d'application de 1 776 bits, 2 bits de remplissage et la durée nominale des symboles.
2. Ces spécifications assurent un temps de garde de 1 259  $\mu$ s permettant une portée de transmission dans un seul sens d'environ 370 km (200 NM).
3. Lorsque les rafales émises par une antenne GBAS peuvent être reçues à une distance de plus de 370 km (200 NM) au-delà de la portée d'une autre antenne d'émission employant le créneau adjacent suivant, il faut un temps de garde plus long pour éviter la perte des deux rafales. Pour allonger le temps de garde, il est nécessaire de limiter à 1 744 bits la longueur des données d'application de la première rafale. La différence dans les distances de propagation ainsi obtenue peut atteindre jusqu'à 692 km (372 NM) sans conflit.

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

**3.6.3.2 Structure et codage des rafales.** Chaque rafale se composera des éléments de données indiqués au Tableau B-60 Le codage des messages se fera dans l'ordre suivant : mise en forme des données d'application, génération de la FEC de la séquence d'apprentissage, génération de la FEC des données d'application, embrouillage des bits.

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

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



### 3.6.3.3 TENEUR DES DONNÉES EMBROUILLÉES

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

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

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

$$[P_1, \dots, P_3] = [SSID_1, \dots, SSID_3, TL_1, \dots, TL_{17}] H^T$$

où :

- $P_n$  = n<sup>e</sup> bit de la FEC de la séquence d'apprentissage ( $P_1$  sera transmis en premier)
- $SSID_n$  = n<sup>e</sup> bit de l'identificateur de créneau de station ( $SSID_1 = \text{LSB}$ )
- $TL_n$  = n<sup>e</sup> bit du mot longueur de séquence transmise ( $TL_1 = \text{LSB}$ )
- $H^T$  = transposée de la matrice de parité (voir ci-dessous) :

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

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

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

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



**Tableau B-60. Éléments de données des rafales**

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

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

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

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

3.6.3.3.5.2 Le polynôme générateur du code RS,  $g(x)$ , sera :

$$g(x) = \prod_{i=1}^{125} (x - \alpha^i) = x^{125} + \alpha^{176}x^{124} + \alpha^{186}x^{123} + \alpha^{244}x^{122} + \alpha^{176}x^{121} + \alpha^{156}x^{120} + \alpha^{225}x^{119} + \dots + \alpha^{125}x + \alpha^{125}$$

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

3.6.3.3.5.3 Lors de la génération de la FEC des données d'application, les données à coder,  $m(x)$ , seront groupées en symboles RS de 8 bits. Tous les champs de données des blocs de message qui définissent les données d'application seront ordonnés conformément aux Tableaux B-61 et B-62, et aux tableaux de messages figurant au § 3.6.6. Comme le code R-S est un code par bloc, les blocs de données d'application inférieurs à 249 octets (1 992 bits) seront portés à 249 octets par l'insertion de bits de remplissage virtuels mis à 0 et ajoutés à la suite des données d'application. Ces bits de remplissage virtuels ne seront pas transmis à l'embrouilleur de bits. Les données à coder,  $m(x)$ , seront définies comme suit :

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

où :

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

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

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

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

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



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

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

*Note 1.— Ce code de R-S permet de corriger jusqu'à trois erreurs sur les symboles.*

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

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

#### 3.6.3.3.6 Embrouillage des bits

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

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

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

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

3.6.3.4 *Format des blocs-messages.* Chaque bloc-message se composera d'un en-tête, du message proprement dit et d'un code de contrôle de redondance cyclique (CRC) de 32 bits. Cette structure apparaît au Tableau B-61. Tous les paramètres avec signe seront des nombres en complément à 2 et les autres des nombres non signés à virgule fixe. Les données seront conformes aux tableaux des messages figurant au § 3.6.6. Tous les champs de données des blocs seront transmis dans l'ordre dans ces tableaux, en commençant par le bit de poids faible.

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

3.6.3.4.1 *En-tête de bloc-message.* L'en-tête du bloc-message se composera d'un identificateur de bloc (MBI), d'un identificateur GBAS (ID), d'un identificateur de type de message et d'un indicateur de la longueur du message (voir Tableau B-62).

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

Codage : 1010 1010 = message GBAS normal

1111 1111 = message d'essai GBAS

Toutes les autres valeurs sont réservées.

**Tableau B-61. Format des blocs-messages GBAS**

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

**Tableau B-62. Format de l'entête de bloc-message**

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

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

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



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

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

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

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

3.6.3.4.2.1 La longueur du code CRC sera  $k = 32$  bits.

3.6.3.4.2.2 Le polynôme générateur du code CRC sera :

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

3.6.3.4.2.3 Le champ données CRC,  $M(x)$ , sera formé comme suit :

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

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

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

#### 3.6.4 TENEUR DES DONNÉES

3.6.4.1 *Types de messages*. Les types de messages que pourra transmettre le GBAS sont indiqués au Tableau B-63.

*Note.— Actuellement, seulement 9 des 256 types de messages existants ont été définis, les autres étant destinés à satisfaire les besoins futurs.*

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

3.6.4.2.1 Le message de type 1 contiendra les données de correction différentielle applicables aux sources de mesure de distance GNSS individuelles (Tableau B-70). Le message se composera de trois parties :



- a) caractéristiques du message (heure de validité, indicateur de deuxième message, nombre et type de mesures) ;
- b) données à faible taux de mise à jour (paramètre de décorrélation des éphémérides, code CRC des éphémérides satellitaires et disponibilité des satellites) ;
- c) blocs de mesures satellitaires.

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

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

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

3.6.4.2.3 Les paramètres de correction de pseudodistance seront les suivants :

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

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

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

*Codage* :

- 0 = tous les blocs de mesures d'un type de mesure particulier se trouvent dans un seul message de type 1
- 1 = premier message d'une paire liée de messages de type 1 ; ensemble, les deux messages contiennent l'ensemble des blocs de mesures d'un type de mesure particulier
- 2 = de réserve
- 3 = second message d'une paire liée de messages de type 1 ; ensemble, les deux messages contiennent l'ensemble des blocs de mesures d'un type de mesure particulier

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

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



**Tableau B-63. Messages de données VHF transmis par le GBAS**

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

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

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

Codage : 0 = code C/A ou CSA L1

1 = réservé

2 = réservé

3 = réservé

4 à 7 = de réserve

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

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

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



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

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

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

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

Dans le cas des satellites GPS,  $M(x)$  aura pour longueur  $n = 576$  bits.  $M(x)$  sera calculé à l'aide des 24 premiers bits de chacun des mots 3 à 10 des sous-trames de données 1, 2 et 3 transmises par le satellite GPS, combinés par un ET logique au masque des éphémérides du satellite (Tableau B-64). Les bits de chaque mot GPS seront disposés dans l'ordre inverse de celui dans lequel le satellite GPS les a transmis :  $m_1$  correspondra au bit 68 de la sous-trame 1 et  $m_{576}$  correspondra au bit 287 de la sous-trame 3.

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

Dans le cas des satellites GLONASS,  $M(x)$  aura pour longueur  $n = 340$  bits.  $M(x)$  sera calculé à l'aide des chaînes 1, 2, 3 et 4 des données transmises par le satellite GLONASS, combinées par un ET logique au masque des éphémérides du satellite (Tableau B-65). L'ordre de transmission des bits sera tel que  $m_1$  correspondra au bit 85 de la chaîne 1 et  $m_{340}$  correspondra au bit 1 de la chaîne 4.

Dans le cas des satellites géostationnaires SBAS, le code CRC des éphémérides, s'il est transmis, sera codé sous forme de zéros. Le code CRC sera transmis dans l'ordre  $r_9, r_{10}, r_{11}, \dots, r_{16}, r_1, r_2, r_3, \dots, r_8$ , où  $r_i$  est le  $i^{\text{e}}$  coefficient du reste  $R(x)$  défini à la section 3.9..

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

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

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

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

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>144</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

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

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

37 = réservé

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

62 à 119 = de réserve

120 à 158 = identificateurs de satellite SBAS (PRN)

159 à 255 = de réserve

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

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

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

(SBAS) IOD = 1111 1111

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

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

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

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

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



**Tableau B-64. Masque des éphémérides des satellites GPS**

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

**Tableau B-65. Masque des éphémérides des satellites GLONASS**

Chaîne 1 :

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

Chaîne 2 :

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

Chaîne 3 :

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

Chaîne 4 :

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

$B_1$  à  $B_4$  : paramètres d'intégrité associés aux corrections de pseudodistance contenues dans le même bloc de mesures. Dans le cas de la  $i^e$  source de mesure de distance, il s'agit des paramètres  $B_{i,1}$  à  $B_{i,4}$  (§ 3.6.5.5.1.2, 3.6.5.5.2.2 et 3.6.7.2.2.4). Durant une opération continue, les indices 1 à 4 correspondent au même récepteur de référence physique pour chaque époque transmise par un sous-système sol donné, avec l'exception suivante : le récepteur de référence physique lié à l'un quelconque des indices 1 à 4 peut être remplacé par un autre récepteur de référence physique (y compris un récepteur précédemment retiré) qui n'a pas été utilisé dans une transmission au cours des 5 minutes précédentes.



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

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

*Note 2: Certaines intégrations inertielles de bord peuvent escompter une correspondance largement statique entre les récepteurs de référence et les indices durant les courtes interruptions de service. Voir le document DO-253D, Appendice L, de la RTCA.3.6.4.3 Message de type 2 (données sur le GBAS). Le message de type 2 indiquera l'emplacement du point de référence GBAS auquel s'appliquent les corrections fournies par le GBAS et contiendra d'autres données se rapportant au GBAS (Tableau B-71). Les paramètres correspondants seront les suivants :*

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

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

Codage : 0 = GBAS comprenant 2 récepteurs de référence

1 = GBAS comprenant 3 récepteurs de référence

2 = GBAS comprenant 4 récepteurs de référence

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

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

Codage : 0 = code de précision A

1 = code de précision B

2 = code de précision C

3 = de réserve

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

Codage : 0 = de réserve

1 = GCID 1

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>147</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

2 = GCID 2

3 = GCID 3

4 = GCID 4

5 = de réserve

6 = de réserve

7 = pas en état de fonctionnement

*Note 1.— Les valeurs 2, 3 et 4 sont spécifiées afin d'assurer la compatibilité des équipements avec les GBAS futurs.*

*Note 2.— La valeur 7 indique que tous les services d'approche pris en charge par l'installation sol ne peut pas être amorcée sont indisponibles..*

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

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

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

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

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

*δ<sub>vert\_iono\_gradient</sub>* : écart type d'une distribution normale associée à l'incertitude ionosphérique résiduelle due à la décorrélation spatiale (§ 3.6.5.4).

*Indice de réfraction (N<sub>r</sub>)* : indice nominal de réfraction troposphérique utilisé pour déterminer la correction troposphérique associée au sous-système sol GBAS (§ 3.6.5.3).

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

*Hauteur d'échelle (h<sub>0</sub>)* : facteur utilisé pour déterminer la correction troposphérique et l'incertitude troposphérique résiduelle associée au sous-système sol GBAS (§ 3.6.5.3).

*Coefficient d'incertitude de réfraction ( δ<sub>n</sub> )* : écart type de la distribution normale associée à l'incertitude troposphérique résiduelle (§ 3.6.5.3).

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

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>148</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

Codage : Valeur positive = latitude nord

Valeur négative = latitude sud

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

Codage : Valeur positive = longitude est

Valeur négative = longitude ouest

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

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

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

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

Codage : 1111 1111 = service de localisation GBAS non assuré

*Distance utile maximale ( $D_{max}$ )* : distance maximale (distance oblique) depuis le point de référence GBAS l'intérieur de laquelle l'élément embarqué applique des corrections de pseudodistance.

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

Codage : 0 = aucune limite de distance

*Paramètre de détection manquée des éphémérides GPS, service de localisation GBAS ( $K_{md\_e\_POS,GPS}$ )* : multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée, étant posé qu'il y a une erreur d'éphémérides dans un satellite GPS, et servant à calculer la limite d'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour le service de localisation GBAS.

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

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



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

*Paramètre de détection manquée des éphémérides GLONASS, service de localisation GBAS ( $K_{md\_e\_POS, GLONASS}$ )* : multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée, étant posé qu'il y a une erreur d'éphémérides dans un satellite GLONASS, et servant à calculer la limite d'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour le service de localisation GBAS.

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

*Paramètre de détection manquée des éphémérides GLONASS, types de services d'approche GBAS A, B et C ( $K_{md\_e\_GLONASS}$ )* : multiplicateur de détection manquée, étant posé qu'il y a une erreur d'éphémérides dans un satellite GLONASS, et servant à calculer la limite d'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour les types de services d'approche GBAS A, B et C.

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

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

*Longueur du bloc de données supplémentaires* : nombre d'octets du bloc de données supplémentaires, y compris les champs longueur du bloc de données supplémentaires et numéro du bloc de données supplémentaires.

*Numéro du bloc de données supplémentaires* : identificateur numérique du type du bloc de données supplémentaires.

Codage : 0 et 1 = réservé

2 = bloc de données supplémentaires 2, stations émettrices GRAS

3 à 255 = bloc de données supplémentaires 3, paramètres du GAST D

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

5 à 255 = de réserve

*Paramètres des données supplémentaires* : ensemble de données défini conformément au numéro du bloc de données supplémentaires.

#### **3.6.4.3.2.1 Stations émettrices GRAS**

Les paramètres du bloc de données supplémentaires 2 incluront des données sur une ou plusieurs stations émettrices, comme suit :

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

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

**Tableau B-65A. Données sur les stations émettrices GRAS**

| Teneur des données | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|--------------------|---------------|------------------|------------|
| Numéro de canal    | 16            | 20 001 à 39 999  | 1          |
| $\Delta$ Latitude  | 8             | $\pm 25,4^\circ$ | 0,2°       |
| $\Delta$ Longitude | 8             | $\pm 25,4^\circ$ | 0,2°       |

$\Delta$ Latitude : écart de latitude d'une station émettrice GBAS, mesuré à partir de la latitude indiquée par le paramètre latitude d'un message de type 2.

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

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

$\Delta$ Longitude : écart de longitude d'une station émettrice GBAS, mesuré à partir de la longitude indiquée par le paramètre longitude d'un message de type 2.

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

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

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

#### 3.6.4.3.2.2 Paramètres du GAST D

Les paramètres du bloc de données supplémentaires 3 comprendront les paramètres (Tableau B-65B) à utiliser lorsque le type de service actif est GAST D, comme suit :

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

Tableau B-65A. Données sur les stations émettrices GRAS

| Teneur des données     | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|------------------------|---------------|------------------|------------|
| <b>Numéro de canal</b> | 16            | 20 001 à 39 999  | 1          |

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>151</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

|                   |   |        |      |
|-------------------|---|--------|------|
| <b>ΔLatitude</b>  | 8 | ±25,4° | 0,2° |
| <b>ΔLongitude</b> | 8 | ±25,4° | 0,2° |

Tableau B-65B. Paramètres GAST D du bloc de données supplémentaires 3

| <b>Teneur des données</b>               | <b>Bits utilisés</b> | <b>Plage de valeurs</b>       | <b>Résolution</b>        |
|-----------------------------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Kmd_e_D,GPS                             | 8                    | 0 – 12,75                     | 0,05                     |
| Kmd_e_D,GLONASS                         | 8                    | 0 – 12,75                     | 0,05                     |
| <b>σ<sub>vert_iono_gradient_D</sub></b> | 8                    | 0 – 25,5*10 <sup>-6</sup> m/m | 0,1*10 <sup>-6</sup> m/m |
| YEIG                                    | 5                    | 0 – 3,0 m                     | 0,1                      |
| MEIG                                    | 3                    | 0 – 0,7 m/km                  | 0,1                      |

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

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

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

20

Sigma\_vert\_iono\_gradient\_D (σ<sub>vert\_iono\_gradient\_D</sub>) : écart type d'une distribution normale associée à l'incertitude ionosphérique résiduelle due à la décorrélation spatiale. Ce paramètre est utilisé par l'équipement embarqué lorsque son type de service d'approche actif est D.

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



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

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

#### 3.6.4.3.2.3 Paramètres d'authentification VDB

Le bloc de données supplémentaires 4 comprend des informations nécessaires à la prise en charge des protocoles d'authentification VDB (Tableau -65C).

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

**Tableau B-65BC. Paramètres d'authentification VDB**

| Teneur des données               | Teneur des données | Teneur des données | Teneur des données |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Définition du groupe de créneaux | 8                  | —                  | —                  |

#### 3.6.4.4 MESSAGE DE TYPE 3 – MESSAGE VIDE

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

3.6.4.4.2 Les paramètres du message de type 3 seront les suivants :

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

3.6.4.5 *Message de type 4 (segment d'approche finale ou FAS)*. Le message de type 4 contiendra un ou plusieurs ensembles de données FAS dont chacun correspond à un type d'approche de précision donné (Tableau B-72). Chaque ensemble de données sera constitué comme suit :



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

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

Codage : Voir § 3.6.4.5.1 et Tableau B-66.

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

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

Codage : 1111 1111 = ne pas utiliser les écarts verticaux

*Note.*— La plage de valeurs et la résolution du paramètre FASVAL sont fonction de l'indicateur de performance d'approche figurant dans le bloc de données FAS correspondant.

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

Codage : 1111 1111 = ne pas utiliser cette approche

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

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

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

Codage : 0 = procédure d'approche en ligne droite

1 à 15 = de réserve

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

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>154</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

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

Codage : Voir Tableau B-27.

14 = bloc de données FAS utilisable seulement avec le GBAS

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

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

*Identificateur d'aéroport* : code de trois ou quatre lettres attribué à l'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 GBAS de 3 caractères, il s'agira de l'« espace » IA5.

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

Codage : 0 = héliport

1 à 36 = numéro de piste

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

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

Codage : 0 = (pas de lettre)

1 = R (piste de droite)

2 = C (piste centrale)

3 = L (piste de gauche)

*Indicateur de performance d'approche* : caractéristiques générales du type d'approche.

Codage : 0 = approche GAST A ou B

1 = GAST C

2 = GAST C ou D

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



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

5 à 7 = de réserve

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

**Tableau B-66. Bloc de données de segment d'approche finale (FAS)**

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

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



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

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

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

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

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

*Codage* : Chaque caractère est codé à l'aide des bits  $b_1$  à  $b_6$  de sa représentation en Alphabet international numéro 5 (IA5). Le bit  $b_1$  de chaque caractère est transmis en premier et deux bits 0 sont ajoutés à la suite de  $b_6$  de sorte que 8 bits sont transmis pour chaque caractère. Ne 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.

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

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

*Codage* : Valeur positive = latitude nord

Valeur négative = latitude sud

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

*Codage* : Valeur positive = longitude est

Valeur négative = longitude ouest

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Codage : 0 = en pieds

1 = en mètres

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

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

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

*$\Delta$ Écart longitudinal* : distance séparant le point FPAP de l'extrémité de la piste.

Codage : 1111 1111 = donnée non fournie

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

Le polynôme générateur du code CRC sera :

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

|                                                                                                                                            |                                                                                                                                         |                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br/>du Togo</p> | <p><b>RANT 10 – PART 1</b><br/><b>Télécommunications aéronautiques</b><br/><b>Aides radio à la navigation</b><br/><b>APPENDICES</b></p> | <p>Page: APP <b>158</b> de 244<br/>Révision: 01<br/>Date: 28/02/2019</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|

Le champ données CRC,  $M(x)$ , sera formé comme suit :

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

$M(x)$  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  $m_{272}$ , au bit de poids fort du champ ΔÉcart longitudinal. 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.

**3.6.4.6 Message de type 5 (disponibilité prévue des sources de mesure de distance).** S'il est utilisé, le message de type 5 contiendra des données relatives à la disparition ou à l'apparition des sources de mesure de distance visibles ou sur le point de l'être. Les paramètres relatifs à la disponibilité prévue des sources de mesure de distance seront les suivants :

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

**Codage :** comme pour le champ compte Z modifié du message de type 1 (§ 3.6.4.2)

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

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

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

**Identificateur de source de mesure de distance :** comme pour le message de type 1 (§ 3.6.4.2).

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

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

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

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

**Codage :** 111 1111 = durée supérieure ou égale à 1 270 secondes

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



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

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

#### 3.6.4.7 MESSAGE DE TYPE 6

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

#### 3.6.4.8 MESSAGE DE TYPE 7

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

#### 3.6.4.9 MESSAGE DE TYPE 8

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

#### 3.6.4.10 MESSAGE DE TYPE 101 — CORRECTIONS DE PSEUDODISTANCE GRAS

3.6.4.10.1 Le message de type 101 contiendra les données de correction différentielle applicables aux sources de mesure de distance GNSS individuelles (Tableau B-70A). Le message se composera de trois parties :

- a) caractéristiques du message (heure de validité, indicateur de deuxième message, nombre et type de mesures) ;
- b) données à faible fréquence de mise à jour (paramètre de décorrélation des éphémérides, code CRC des éphémérides satellitaires et disponibilité des satellites) ;
- c) blocs de mesures satellitaires.

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

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

3.6.4.10.3 Les paramètres de correction de pseudodistance seront les suivants :

*Compte Z modifié* : défini au § 3.6.4.2.3.

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

*Nombre de mesures* : défini au § 3.6.4.2.3.

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>160</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

*Type de mesure* : défini au § 3.6.4.2.3.

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

*Code CRC des éphémérides* : défini au § 3.6.4.2.3.

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

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

Codage : 0 = paramètres B non inclus

1 = 4 paramètres B par bloc de mesures

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

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

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

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

*Correction du taux de variation de distance (RRC)* : défini au § 3.6.4.2.4.

$\sigma_{pr\_gnd}$  : même définition qu' au § 3.6.4.2.4, sauf pour la plage de valeurs et la résolution.

*B1 à B4* : défini au § 3.6.4.2.4.

*Note.*— *L'inclusion des paramètres B dans le bloc de mesures est facultative pour les messages de type 101.*

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

3.6.4.11.1 Le message de type 11 contiendra les données de correction différentielle applicables aux sources de mesure de distance GNSS individuelles (Tableau B-70B), avec lissage de 30 secondes du code par la porteuse. Le message se composera de trois parties :

- a) caractéristiques du message (heure de validité, indicateur de deuxième message, nombre et type de mesures) ;
- b) données à faible taux de mise à jour (paramètre de décorrélation des éphémérides) ;
- c) blocs de mesures satellitaires.

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

3.6.4.11.2 Chaque message de type 11 contiendra le paramètre de décorrélation des éphémérides pour une source de mesure de distance satellitaire donnée. Le paramètre de



décorrélation des éphémérides s'appliquera à la première source de mesure de distance indiquée dans le message.

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

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

Compte Z modifié : défini au § 3.6.4.2.3.

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

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

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

2 = de réserve

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

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

Type de mesure : défini au § 3.6.4.2.3.

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

25

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

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

3.6.4.11.4 Les paramètres des blocs de mesures seront les suivants :

Identificateur de source de mesure de distance : défini au § 3.6.4.2.3.

Correction de pseudodistance (PRC<sub>30</sub>) : correction applicable à la pseudodistance de la source de mesure de distance basée sur un lissage de 30 secondes par la porteuse.



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

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

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

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

$\sigma_{PR\_gnd\_30s}$  ( $\sigma_{pr\_gnd\_30}$ ) : Écart type de la distribution normale qui décrit la précision nominale de la pseudodistance corrigée, lissée avec une constante de temps de 30 secondes au point de référence GBAS.

Note.— La distribution normale  $N(0, \sigma_{pr\_gnd\_30})$  entend être une description appropriée des erreurs à utiliser pour l'optimisation de la pondération utilisée dans la solution de position calculée à l'aide de la méthode des moindres carrés pondérés. Il n'est pas nécessaire que la distribution borne les erreurs comme il est décrit dans les § 3.6.5.5.1 et 3.6.7.2.2.4.

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

### 3.6.5 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.

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

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

où :

$P_{CSCn}$  = pseudodistance lissée

|                                                                                                                                            |                                                                                                                                         |                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br/>du Togo</p> | <p><b>RANT 10 – PART 1</b><br/><b>Télécommunications aéronautiques</b><br/><b>Aides radio à la navigation</b><br/><b>APPENDICES</b></p> | <p>Page: APP <b>163</b> de 244<br/>Révision: 01<br/>Date: 28/02/2019</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|

$P_{CSCn-1}$  = pseudodistance lissée précédente

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

$\lambda$  = longueur d'onde L1

$\phi_n$  = phase de la porteuse

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

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

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

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

où :

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

$PRC$  = correction de pseudodistance à partir du message approprié

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

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

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

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



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

t = heure courante

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

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

c et (□tsv)L1 ont la signification donnée au § 3.1.2.2 pour les satellites du GPS.

### 3.6.5.3 RETARD TROPOSPHÉRIQUE

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

0

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

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

où :

- $N_r$  = indice de réfraction fourni par le message de type 2 (§ 3.6.4.3)
- $\Delta h$  = hauteur de l'aéronef au-dessus du point de référence GBAS
- $El_i$  = angle de site du i<sup>e</sup> satellite
- $h_0$  = hauteur d'échelle pour la réfraction troposphérique (donnée fournie par le message de type 2)

3.6.5.3.2 L'incertitude troposphérique résiduelle est :

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

où :

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

3.6.5.4 Incertitude ionosphérique résiduelle. L'incertitude ionosphérique résiduelle d'un satellite

$$\sigma_{\text{iono}} = F_{pp} \times \sigma_{\text{vig}} \times (x_{\text{air}} + 2 \times \tau \times v_{\text{air}})$$

donné est :

où :

$F_{pp}$  = facteur d'obliquité, de la verticale à l'oblique, d'un satellite donné (§ 3.5.5.2)

|                                                                                                                                            |                                                                                                                                         |                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br/>du Togo</p> | <p><b>RANT 10 – PART 1</b><br/><b>Télécommunications aéronautiques</b><br/><b>Aides radio à la navigation</b><br/><b>APPENDICES</b></p> | <p>Page: APP <b>165</b> de 244<br/>Révision: 01<br/>Date: 28/02/2019</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|

$\sigma_{vig}$  = dépend du GAST actif :

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

pour GAST D,  $\sigma_{vig} = \sigma_{vert\_iono\_gradient\_D}$  (défini au § 3.6.4.3.2.2).

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

dans le message de type 2

$\tau$  = dépend du GAST actif :

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

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

### 3.6.5.5 NIVEAUX DE PROTECTION

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

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

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

#### 3.6.5.5.1.1 Conditions de mesure normales

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



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

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

où :

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

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

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

et

$\sigma_{pr\_gnd,i}$  dépend du GAST actif :  
pour GAST A, B ou C :  $\sigma_{pr\_gnd,i} = \sigma_{pr\_gnd}$  pour la i<sup>e</sup> source de mesure de distance définie au § 3.6.4.2 ;  
pour GAST D :  $\sigma_{pr\_gnd,i} = \sigma_{pr\_gnd\_D}$  pour la i<sup>e</sup> source de mesure de distance définie au § 3.6.4.11.

$\sigma_{tropo,i}^2$ ,  $\sigma_{pr\_air,i}^2$  et  $\sigma_{iono,i}^2$  sont définis au § 3.6.5.1.1.2

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

$s_{-vert_i}$  = égal à  $s_{v,i} + s_{x,i} \cdot \tan(GPA)$   
 $s_{-lat_i}$  = égal à  $s_{y,i}$   
 $s_{x,i}$  = dérivation partielle de l'erreur de position dans l'axe des x par rapport à l'erreur de pseudodistance sur le i<sup>e</sup> satellite

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

$s_{v,i}$  = dérivation partielle de l'erreur de position dans l'axe vertical par rapport à l'erreur de pseudodistance sur le i<sup>e</sup> satellite

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

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

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

$D_V$  = paramètre déterminé à bord selon le GAST actif :  
pour GAST A, B ou C :  $D_V = 0$  ;



pour GAST D : D V est calculé comme étant l'amplitude de la projection verticale de la différence entre les

solutions de position 30 et 100 s.

D L = paramètre déterminé à bord selon le GAST actif :

pour GAST A, B ou C : D L = 0 ;

pour GAST D : D L est calculé comme étant l'amplitude de la projection latérale de la différence entre les

solutions de position 30 et 100 s.

*Note 1.— Les solutions de position 30 et 100 s, DV et DL, déterminées à bord sont définies dans les MOPS DO-253D de la RTCA.*

*Note 2.— Dans le système de coordonnées de référence, x désigne l'axe longitudinal orienté positivement vers l'avant, y désigne l'axe transversal orienté positivement vers la gauche dans le plan tangent au niveau local et v, l'axe perpendiculaire aux deux premiers et orienté positivement vers le haut.*

3.6.5.5.1.1.2 Le calcul de la position d'après la méthode générale des moindres carrés fait appel à la matrice de projection S suivante :



$$S \equiv \begin{bmatrix} S_{x,1} & S_{x,2} & \dots & S_{x,N} \\ S_{y,1} & S_{y,2} & \dots & S_{y,N} \\ S_{v,1} & S_{v,2} & \dots & S_{v,N} \\ S_{t,1} & S_{t,2} & \dots & S_{t,N} \end{bmatrix} = (G^T \times W \times G)^{-1} \times G^T \times W$$

où :

$$G_i = [-\cos E_{l_i} \cos A_{z_i} - \cos E_{l_i} \sin A_{z_i} - \sin E_{l_i}] = i^{\text{e}} \text{ ligne de } G$$

$$W = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_N^2 \end{bmatrix}^{-1};$$

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

où :

$\sigma_{pr\_gnd,i}$  = paramètre  $\sigma_{pr\_gnd}$  de la  $i^{\text{e}}$  source de mesure de distance (§ 3.6.4.2)

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

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

$\sigma_{pr\_air,i} = \sqrt{\sigma_{récepteur}^2(E_{l_i}) + \sigma_{trajets multiples}^2(E_{l_i})}$ , écart type de la contribution de l'aéronef à l'erreur de pseudo-distance corrigée pour la  $i^{\text{e}}$  source de mesure de distance. La contribution totale de l'aéronef comprend la contribution du récepteur (§ 3.6.8.2.1) et une marge type pour les trajets multiples provenant de la cellule de l'aéronef.

où :

$\sigma_{trajets multiples}(E_{l_i}) = 0,13 + 0,53e^{-E_{l_i}/10 \text{ deg}}$ , modèle type de la contribution des trajets multiples provenant de la cellule de l'aéronef (en mètres)

$E_{l_i}$  = angle de site de la  $i^{\text{e}}$  source de mesure de distance (en degrés)

$A_{z_i}$  = azimut de la  $i^{\text{e}}$  source de mesure de distance mesuré dans le sens contraire des aiguilles d'une montre pour l'axe des x (en degrés)

*Note.— Afin de rendre l'équation plus lisible, l'indice i a été supprimé.*

**3.6.5.5.1.2 Conditions de mesure dégradées.** Quand le message de type 101 diffusé ne contient pas de blocs de paramètres B, les valeurs du niveau de protection vertical (VPL<sub>H1</sub>) et du niveau de protection latéral (LPL<sub>H1</sub>) sont égales à zéro. Dans l'hypothèse où un et un seul récepteur de référence est le siège d'une panne latente, le VPL<sub>H1</sub> et le LPL<sub>H1</sub> sont donnés par l'équation suivante :

$$VPL_{H1} = \max [VPL_j] + D_v$$

$$LPL_{H1} = \max [LPL_j] + D_L$$

où VPL<sub>j</sub> et LPL<sub>j</sub> pour j = 1 à 4 sont donnés par les équations :

$$VPL_j = |B_{vert,j}| + K_{md} \square \sigma_{vert,H1}$$

$$LPL_j = |B_{lat,j}| + K_{md} \square \sigma_{lat,H1}$$



$D_V$  = paramètre déterminé à bord et dépendant du GAST actif (§ 3.6.5.5.1.1.1)

$D_L$  = paramètre déterminé à bord et dépendant du GAST actif (§ 3.6.5.5.1.1.1)

et

$$B_{\text{vert}_j} = \sum_{i=1}^N (s_{\text{vert}_i} \times B_{i,j})$$

$$B_{\text{lat}_j} = \sum_{i=1}^N (s_{\text{lat}_i} \times B_{i,j})$$

$B_{i,j}$  = écart entre les corrections de pseudodistance transmises et les corrections obtenues sans tenir compte de la mesure effectuée par le  $j^{\text{e}}$  récepteur de référence, pour la  $i^{\text{e}}$  source de mesure de distance ;

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

$$\sigma_{\text{vert,H1}}^2 = \sum_{i=1}^N (s_{\text{vert}_i}^2 \times \sigma_{H1_i}^2)$$

$$\sigma_{\text{lat,H1}}^2 = \sum_{i=1}^N (s_{\text{lat}_i}^2 \times \sigma_{H1_i}^2)$$

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

$\sigma_{\text{pr\_gnd},i}$  dépend du GAST actif :

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

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

$\sigma_{\text{tropo},i}^2$ ,  $\sigma_{\text{pr\_air},i}^2$  et  $\sigma_{\text{iono},i}^2$  sont définis au § 3.6.5.5.1.1.2

$M_i$  = nombre de récepteurs de référence utilisés pour calculer les corrections de pseudodistance pour la  $i^{\text{e}}$  source de mesure de distance (indiquée par les valeurs B)

$U_i$  = nombre de récepteurs de référence utilisés pour calculer les corrections de pseudodistance pour la  $i^{\text{e}}$  source de mesure de distance, à l'exclusion du  $j^{\text{e}}$  récepteur de référence.



Note.— Le terme « panne latente » inclut toute mesure erronée non immédiatement détectée par le sous-système sol, entachant les données transmises et entraînant une erreur de position dans le sous-système embarqué.

3.6.5.5.1.3 *Définition des multiplicateurs K pour les services d'approche GBAS.* Les multiplicateurs sont donnés par le Tableau B-67.

Tableau B-67. Multiplicateurs K pour les services d'approche GBAS

| Multiplicateur | M <sub>i</sub>    |       |       |       |
|----------------|-------------------|-------|-------|-------|
|                | 1 <sup>note</sup> | 2     | 3     | 4     |
| K fmd          | 6,86              | 5,762 | 5,81  | 5,847 |
| K md           | Non utilisé       | 2,935 | 2,898 | 2,878 |

Note.— S'applique au GAST A avec messages de type 101 sans bloc de paramètres B.

3.6.5.5.2 *Service de localisation GBAS.* Le niveau de protection horizontal (HPL) des signaux électromagnétiques est une limite supérieure de fiabilité relative à l'erreur de position horizontale par rapport au point de référence GBAS défini par :

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

3.6.5.5.2.1 *Conditions de mesure normales.* Dans l'hypothèse où tous les récepteurs de référence et toutes les sources de mesure de distance effectuent leurs mesures dans des conditions normales (sans défaillance), le niveau de protection horizontal (HPL<sub>H0</sub>) se calcule comme suit :

$$HPL_{H0} = K_{\text{fmd, POS}}^d \text{ major}$$



où :

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

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

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

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

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

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

$K_{\text{ffmd,POS}}$  = multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée dans les conditions normales

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

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

$\sigma_i$  = erreur de pseudodistance définie au § 3.6.5.5.1.1

où :

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

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

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

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

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

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

$K_{\text{ffmd,POS}}$  = multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée dans les conditions normales

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

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

$\sigma_i$  = erreur de pseudodistance définie au § 3.6.5.5.1.1



*Note.— Dans le service de localisation GBAS, les axes x et y définissent une base orthogonale arbitraire dans le plan horizontal.*

3.6.5.5.2.2 *Conditions de mesure dégradées.* Quand le message de type 101 diffusé ne contient pas de blocs de paramètres B, la valeur du niveau de protection horizontal (HPL<sub>H1</sub>) sera égale à zéro. Dans l'hypothèse où un et un seul récepteur de référence est le siège d'une panne latente, le HPL<sub>H1</sub> est donné par l'équation suivante :

$$HPL_{H1} = \max [HPL_j]$$

où HPL<sub>j</sub> lorsque j = de 1 à 4, est :

$$HPL_j = |B\_horz_j| + K_{md\_POS} d_{major, H1}$$

et

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

B<sub>i,j</sub> = écart entre les corrections de pseudodistance diffusées et les corrections obtenues sans tenir compte de la mesure effectuée par le j<sup>e</sup> récepteur de référence, pour la i<sup>e</sup> source de mesure de distance

K<sub>md\_POS</sub> = multiplicateur dérivé de la probabilité de détection manquée, sachant que le sous-système sol est défaillant

**Tableau B-67. Multiplicateurs K pour les services d'approche GBAS**

| Multiplicateur    | Mi                  |       |       |       |
|-------------------|---------------------|-------|-------|-------|
|                   | 1 <sup>(Note)</sup> | 2     | 3     | 4     |
| K <sub>ffmd</sub> | 6,86                | 5,762 | 5,81  | 5,847 |
| K <sub>md</sub>   | non utilisé         | 2,935 | 2,898 | 2,878 |

*Note.— S'applique au GAST A avec messages de type 101 sans bloc de paramètres B.*



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

$$d_{major,H1} = \sqrt{\frac{d_{H1x}^2 + d_{H1y}^2}{2} + \sqrt{\left(\frac{d_{H1x}^2 - d_{H1y}^2}{2}\right)^2 + d_{H1xy}^2}}$$

$$d_{H1x}^2 = \sum_{i=1}^N s_{x,i}^2 \sigma_{H1i}^2$$

$$d_{H1y}^2 = \sum_{i=1}^N s_{y,i}^2 \sigma_{H1i}^2$$

$$d_{H1xy}^2 = \sum_{i=1}^N s_{x,i} s_{y,i} \sigma_{H1i}^2$$

*Note.— Dans le service de localisation GBAS, les axes x et y définissent une base orthogonale arbitraire dans le plan horizontal.*

$$\sigma_{H1i}^2 = \left( \frac{M_i}{U_i} \right) \sigma_{pr\_gnd,i}^2 + \sigma_{pr\_air,i}^2 + \sigma_{propo,i}^2 + \sigma_{iono,i}^2$$

$M_i$  = nombre de récepteurs de référence utilisés pour calculer les corrections de pseudodistance pour la  $i^e$  source de mesure de distance (indiquée par les valeurs B)

$U_i$  = nombre de récepteurs de référence utilisés pour calculer les corrections de pseudodistance pour la  $i^e$  source de mesure de distance, à l'exclusion du  $j^e$  récepteur de référence.

*Note.— Le terme « panne latente » inclut toute mesure erronée non immédiatement détectée par le sous-système sol, entachant les données diffusées et entraînant une erreur de position dans le sous-système embarqué.*

**3.6.5.5.2.3 Définition des multiplicateurs K pour le service de localisation GBAS.** Le multiplicateur  $K_{ffmd\_POS}$  est égal à 10,0 et le multiplicateur  $K_{md\_POS}$  est égal à 5,3.

### **3.6.5.6 SEUILS D'ALARME**

*Note 1.— Le Supplément D, § 7.13, contient des éléments indicatifs sur le calcul des seuils d'alarme, y compris pour les approches associées aux numéros de canal 40 000 à 99 999.*

*Note 2. — Le calcul des seuils d'alarme dépend du type de service actif.*

**3.6.5.6.1 Seuils d'alarme pour GAST C et D.** Les seuils d'alarme sont définis aux Tableaux B-68 et B-69. Pour les positions de l'aéronef auxquelles l'écart latéral dépasse de deux fois la valeur à laquelle l'indicateur de déviation de cap (CDI) atteint une déviation latérale maximale, ou auxquelles l'écart vertical dépasse de deux fois la valeur à laquelle le CDI atteint une déviation de descente



maximale, les seuils d'alarme latéral et vertical sont réglés aux valeurs maximales indiquées dans les tableaux.

3.6.5.6.2 Seuils d'alarme pour GAST A et B. Les seuils d'alarme sont égaux aux paramètres FASLAL et FASVAL tirés du message de type 4 pour les approches associées aux numéros de canal 20 001 à 39 999. Pour les approches associées aux numéros de canal 40 000 à 99 999, les seuils d'alarme sont mémorisés dans une base de données embarquée.

3.6.5.7 *Numéro de canal.* Chaque approche GBAS transmise par le sous-système sol est associée à un numéro de canal allant de 20 001 à 39 999. S'il est fourni, le service de localisation GBAS est associé à un numéro de canal différent allant de 20 001 à 39 999. Ce numéro se calcule comme suit :

$$\text{Numéro de canal} = 20\,000 + 40(F - 108,0) + 411(S)$$

où :

F = fréquence d'émission des données (MHz) ;

S = RPDS ou RSDS

et

RPDS = sélecteur de données de trajectoire de référence pour le bloc de données FAS considéré (défini au § 3.6.4.5.1) ;

RSDS = sélecteur de données de la station de référence du sous-système sol GBAS (défini au § 3.6.4.3.1)

Pour les numéros de canal transmis dans le bloc de données supplémentaires 2 d'un message de type 2 (défini au § 3.6.4.3.2.1), seul le RSDS est utilisé.

*Note 1.— Quand les données FAS ne sont pas transmises pour une approche prise en charge par GAST A ou B,, l'approche GBAS est associée à un numéro de canal allant de 40 000 à 99 999.*

*Note 2.— Le Supplément D, § 7.7, contient des éléments indicatifs sur la sélection du numéro de canal.*

#### 3.6.5.8 *Limites de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides*

*Note.— Les limites de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides ne sont déterminées que pour les sources de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base utilisées dans la solution de position (indice j) ; elles ne le sont pas pour d'autres types de sources de mesure de distance (satellites SBAS ou pseudolites) qui ne sont pas vulnérables aux défaillances non détectées des éphémérides. Cependant les données utilisées pour calculer ces limites proviennent de toutes les sources de mesure de distance intervenant dans la solution de position (indice i).*

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>175</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

3.6.5.8.1 *ApprocheGBAS*. Les limites verticale et latérale de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides se définissent comme suit :

$$VEB = \max_j \{VEB_j\} + D_v$$

j

$$LEB = \max_j \{LEB_j\} + D_L$$

j

j

| Tableau B-68. Seuil d'alarme latéral pour GAST C et D                                                                               |                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Distance horizontale entre la position de l'aéronef et le point LTP/FTP projeté sur la trajectoire d'approche finale<br>(en mètres) | Seuil d'alarme latéral<br>(mètres)                                            |
| $D \leq 873$<br>$873 < D \leq 7\,500$<br>$D > 7\,500$                                                                               | FASLAL<br>$0,0044D \text{ (m)} + \text{FASLAL} \square 3,85$<br>FASLAL + 29,1 |

| Tableau B-69. Seuil d'alarme vertical pour GAST C et D                                                                    |                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Hauteur de la position de l'aéronef au-dessus du point LTP/FTP projeté sur la trajectoire d'approche finale<br>(en pieds) | Seuil d'alarme vertical<br>(en mètres)                                    |
| $H \leq 200$<br>$200 < H \leq 1\,340$<br>$H > 1\,340$                                                                     | FASVAL<br>$0,02925H \text{ (m)} + \text{FASLAL} - 5,85$<br>FASVAL + 33,35 |



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

$$VEB_j = |s\_vert_j| x_{air} P_{ej} + K_{md\_ej} \sqrt{\sum_{i=1}^N s\_vert_i^2 \times \sigma_i^2}$$

$$LEB_j = |s\_lat_j| x_{air} P_{ej} + K_{md\_ej} \sqrt{\sum_{i=1}^N s\_lat_i^2 \times \sigma_i^2}$$

où :

$D_v$  = paramètre déterminé à bord et dépendant du GAST actif (§ 3.6.5.5.1.1.1)

$D_L$  = paramètre déterminé à bord et dépendant du GAST actif (§ 3.6.5.5.1.1.1)

$s\_vert_{i\ ou\ j}$  = (défini au § 3.6.5.5.1.1)

$s\_lat_{i\ ou\ j}$  = (défini au § 3.6.5.5.1.1)

$x_{air}$  = (défini au § 3.6.5.4)

$N$  = nombre de sources de mesure de distance utilisées dans la solution de position

$\sigma_i$  = (défini au § 3.6.5.5.1.1)

$P_{ej}$  = paramètre de décorrélation des éphémérides diffusé pour la  $j^e$  source de mesure de distance. La source de ce paramètre dépend du type de service d'approche GBAS actif :

GAST A, B ou C :  $P_{ej} = P$  du message de type 1 ou de type 101 correspondant à la  $j^e$  source de mesure de

distance (§ 3.6.4.2.3) ;

GAST D :  $P_{ej} = P_D$  du message de type 11 correspondant à la  $j^e$  source de mesure de distance (§ 3.6.4.11.3).

$K_{md\_ej}$  = multiplicateur de détection manquée des éphémérides diffusé pour GAST A-C, associé à la constellation satellitaire de la  $j^e$  source de mesure de distance. La source de ce paramètre dépend du type de service d'approche GBAS actif :

GAST A, B ou C :  $K_{md\_ej} = K_{md\_e, GPS}$  ou  $K_{md\_e, GLONASS}$  obtenu du bloc de données supplémentaires 1 du message de type 2 (§ 3.6.4.3.1) ;

GAST D :  $K_{md\_ej} = K_{md\_e\_D, GPS}$  ou  $K_{md\_e\_D, GLONASS}$  sont tirés du bloc de données supplémentaires 3 du message de type 2 (§ 3.6.4.3.2.2).



3.6.5.8.2 *Service de localisation GBAS*. La limite horizontale de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides se définit comme suit :

$$HEB = \max_j \{HEB_j\}$$

La limite horizontale de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour la  $j^e$  source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base utilisée dans la solution de position est donnée par l'équation suivante :

$$HEB_j = |s_{horz,j}| x_{air} P_j + K_{md\_e\_POS} d_{major}$$

où :

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

$$s_{x,j} = \text{(défini au § 3.6.5.5.2.1)}$$

$$s_{y,j} = \text{(défini au § 3.6.5.5.2.1)}$$

$$x_{air} = \text{(défini au § 3.6.5.4)}$$

$P_j$  = paramètre de décorrélation des éphémérides diffusé pour la  $j^e$  source de mesure de distance. La source de ce paramètre ne dépend pas du type de service d'approche GBAS actif. Dans tous les cas  $P_j = P$  du message de type 1 ou de type 101 (§ 3.6.4.2.3) correspondant à la  $j^e$  source de mesure de distance.

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

$$d_{major} = \text{(défini au § 3.6.5.5.2.1)}$$

### 3.6.5.9 Erreur de gradient ionosphérique

L'erreur maximale de pseudodistance corrigée lissée sur 30 secondes et non détectée, due à un gradient ionosphérique (EIG), est calculée sur la base des paramètres diffusés YEIG et MEIG, comme suit :

$$EIG = Y_{EIG} + M_{EIG} \times D_{EIG}$$

où



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

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

$D_{EIG}$  = distance en kilomètres entre l'emplacement du LTP pour l'approche choisie diffusée dans le message de type 4 et le point de référence GBAS dans le message de type 2.

### 3.6.6 TABLEAUX DE MESSAGES

Chaque message GBAS sera codé conformément au format correspondant défini dans les Tableaux B-70 à B-73.

*Note.— La structure du type de message figure au § 3.6.4.1.*

### 3.6.7 ÉLÉMENTS NON EMBARQUÉS

#### 3.6.7.1 PERFORMANCES

##### 3.6.7.1.1 Précision

3.6.7.1.1.1 Dans le cas des satellites GPS et GLONASS, la moyenne quadratique (rms) (1 sigma) de la contribution du sous-système sol à la précision de la pseudodistance lissée sur 100 secondes corrigée sera :

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

où :

- $M$  = nombre de récepteurs de référence GNSS indiqué par le paramètre du message de tpe 2 (§ 3.6.4.3)  
ou, si ce paramètre est codé pour signifier « sans objet »,  $M$  prend la valeur 1
- $n$  = n° source de mesure de distance
- $\theta_n$  = angle de site de la n° source de mesure de distance
- $a_0, a_1, a_2$ , et  $\theta_0$  = paramètres définis dans les Tableaux B-74 et B-75 pour chacun des indicateurs de précision au sol (GAD).

*Note 1.— La spécification de précision du sous-système sol GBAS est déterminée par l'indicateur GAD et le nombre de récepteurs de référence installés.*

*Note 2.— La contribution du sous-système sol à l'erreur sur la pseudodistance lissée sur 100 secondes corrigée (Tableaux B-74 et B-75) et à l'erreur des satellites SBAS n'inclut ni le bruit ni les trajets multiples affectant l'élément embarqué.*

**Tableau B-70. Message de type 1 — Corrections de pseudodistance**

| Teneur des données             | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|--------------------------------|---------------|------------------|------------|
| Compte Z modifié               | 14            | 0 à 1 199,9 s    | 0,1 s      |
| Indicateur de deuxième message | 2             | 0 à 3            | 1          |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

## RANT 10 – PART 1

### Télécommunications aéronautiques

### Aides radio à la navigation

### APPENDICES

Page: APP **179** de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

|                                                |    |                           |                   |
|------------------------------------------------|----|---------------------------|-------------------|
| Nombre de mesures (N)                          | 5  | 0 à 18                    | 1                 |
| Type de mesure                                 | 3  | 0 à 7                     | 1                 |
| Paramètre de décorrélation des éphémérides (P) | 8  | 0 à $1,275 * 10^{-3}$ m/m | $5 * 10^{-6}$ m/m |
| Code CRC des éphémérides                       | 16 | —                         | —                 |
| Durée de disponibilité de la source            | 8  | 0 à 2 540 s               | 10 s              |
| Pour N blocs de mesures                        |    |                           |                   |
| Identificateur de source de mesure de distance | 8  | 1 à 255                   | 1                 |
| Identification des données (IOD)               | 8  | 0 à 255                   | 1                 |
| Correction de pseudodistance (PRC)             | 16 | $\pm 327,67$ m            | 0,01 m            |
| Taux de correction de distance (RRC)           | 16 | $\pm 32,767$ m/s          | 0,001 m/s         |
| $\square\square_{pr\_gnd}$                     | 8  | 0 à 5,08 m                | 0,02 m            |
| B1                                             | 8  | $\pm 6,35$ m              | 0,05 m            |
| B2                                             | 8  | $\pm 6,35$ m              | 0,05 m            |
| B3                                             | 8  | $\pm 6,35$ m              | 0,05 m            |
| B4                                             | 8  | $\pm 6,35$ m              | 0,05 m            |

**Tableau B-70A. Message de type 101 — Corrections de pseudodistance GRAS**

| Teneur des données                             | Bits utilisés | Plage de valeurs                    | Résolution                  |
|------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Compte Z modifié                               | 14            | 0 à 1 199,9 s                       | 0,1 s                       |
| Indicateur de deuxième message                 | 2             | 0 à 3                               | 1                           |
| Nombre de mesures (N)                          | 5             | 0 à 18                              | 1                           |
| Type de mesure                                 | 3             | 0 à 7                               | 1                           |
| Paramètre de décorrélation des éphémérides (P) | 8             | 0 à $1,275 \square 10\square 3$ m/m | $5 \square 10\square 6$ m/m |
| Code CRC des éphémérides                       | 16            | —                                   | —                           |
| Durée de disponibilité de la source            | 8             | 0 à 2 540 s                         | 10 s                        |
| Nombre de paramètres B                         | 1             | 0 à 4                               | —                           |
| De réserve                                     | 7             | —                                   | —                           |
| Pour N blocs de mesures                        |               |                                     |                             |
| Identificateur de source de mesure de distance | 8             | 1 à 255                             | 1                           |
| Identification des données (IOD)               | 8             | 0 à 255                             | 1                           |
| Correction de pseudodistance (PRC)             | 16            | $\pm 327,67$ m                      | 0,01 m                      |
| Taux de correction de distance (RRC)           | 16            | $\pm 32,767$ m/s                    | 0,001 m/s                   |
| $\square\square_{pr\_gnd}$                     | 8             | 0 à 50,8 m                          | 0,2 m                       |
| Bloc de paramètres B (s'il est fourni)         |               |                                     |                             |
| B1                                             | 8             | $\pm 25,4$ m                        | 0,2 m                       |
| B2                                             | 8             | $\pm 25,4$ m                        | 0,2 m                       |
| B3                                             | 8             | $\pm 25,4$ m                        | 0,2 m                       |
| B4                                             | 8             | $\pm 25,4$ m                        | 0,2 m                       |



# RANT 10 – PART 1

## Télécommunications aéronautiques

### Aides radio à la navigation

#### APPENDICES

Tableau B-70B. Message de type 11 – corrections de pseudodistance (pseudodistances lissées sur 30 secondes)

| Teneur des données                                                               | Bits utilisés | Plage de valeurs               | Résolution             |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------|------------------------|
| Compte Z modifié                                                                 | 14            | 0 à 1 199,9 sec                | 0,1 sec                |
| Indicateur de deuxième message                                                   | 2             | 0 à 3                          | 1                      |
| Nombre de mesures (N)                                                            | 5             | 0 à 18                         | 1                      |
| Type de mesure                                                                   | 3             | 0 à 7                          | 1                      |
| Paramètre de décorrélation des éphémérides (P) (P <sub>D</sub> )<br>(Notes 1, 3) | 8             | 0 à $1,275 \times 10^{-3}$ m/m | $5 \times 10^{-6}$ m/m |
| Pour N blocs de mesures :                                                        |               |                                |                        |
| Identificateur de source de mesure                                               | 8             | 1 à 255                        | 1                      |
| Correction de pseudodistance (PRC <sub>30</sub> )                                | 16            | $\pm 327,67$ m                 | 0,01 m                 |
| Taux de correction de distance (RRC <sub>30</sub> )                              | 16            | $\pm 32,767$ m/s               | 0,001 m/s              |
| Sigma_PR_gnd_D ( $\sigma_{pr\_gnd\_D}$ ) (Note 2)                                | 8             | 0 à 5,08 m                     | 0,02 m                 |
| Sigma_PR_gnd_30 ( $\sigma_{pr\_gnd\_30}$ ) (Note 2)                              | 8             | 0 à 5,08 m                     | 0,02 m                 |

NOTES.—

1. Pour les satellites SBAS, le paramètre est codé en une séquence formée uniquement de zéros.
2. 1111 1111 indique que la source est non valide.
3. Le paramètre est associé au premier bloc de mesures transmis.

Tableau B-71. Message de type 2 — Données sur le GBAS

| Teneur des données                                  | Bits utilisés | Plage de valeurs              | Résolution               |
|-----------------------------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------|
| Récepteurs de référence GBAS                        | 2             | 2 à 4                         | —                        |
| Code alphabétique de précision au sol               | 2             | —                             | —                        |
| De réserve                                          | 1             | —                             | —                        |
| Indicateur GBAS de continuité-intégrité             | 3             | 0 à 7                         | 1                        |
| Déclinaison magnétique                              | 11            | $\pm 180^\circ$               | 0,25°                    |
| De réserve                                          | 5             | —                             | —                        |
| $\sigma_{vert\_iono\_gradient}$                     | 8             | 0 à $25,5 \times 10^{-6}$ m/m | $0,1 \times 10^{-6}$ m/m |
| Indice de réfraction                                | 8             | 16 à 781                      | 3                        |
| Hauteur d'échelle                                   | 8             | 0 à 25 500 m                  | 100 m                    |
| Coefficient d'incertitude                           | 8             | 0 à 255                       | 1                        |
| Latitude                                            | 32            | $\pm 90,0^\circ$              | 0,0005 seconde d'arc     |
| Longitude                                           | 32            | $\pm 180,0^\circ$             | 0,0005 seconde d'arc     |
| Hauteur du point de référence GBAS                  | 24            | $\pm 83\,886,07$ m            | 0,01 m                   |
| Bloc de données supplémentaires 1 (s'il est fourni) |               |                               |                          |
| Sélecteur de données de la station de référence     | 8             | 0 à 48                        | 1                        |
| Distance utile maximale (D <sub>max</sub> )         | 8             | 2 à 510 km                    | 2 km                     |
| Kmd_e_POS_GPS                                       | 8             | 0 à 12,75                     | 0,05                     |
| Kmd_e_GPS                                           | 8             | 0 à 12,75                     | 0,05                     |
| Kmd_e_POS_GLONASS                                   | 8             | 0 à 12,75                     | 0,05                     |
| Kmd_e_GLONASS                                       | 8             | 0 à 12,75                     | 0,05                     |
| Bloc de données supplémentaires 2 (s'il est fourni) |               |                               |                          |
| Longueur du bloc de données supplémentaires         | 8             | 2 à 255                       | 1                        |
| Numéro du bloc de données supplémentaires           | 8             | 2 à 255                       | 1                        |
| Paramètres des données supplémentaires              | variable      | —                             | —                        |

Tableau B-71A. Message de type 2 — Données sur le GBAS



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP **181** de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

| Teneur des données                                                          | Bits utilisés | Plage de valeurs              | Résolution               |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------|
| Récepteurs de référence GBAS                                                | 2             | 2 à 4                         | —                        |
| Code alphabétique de précision au sol                                       | 2             | —                             | —                        |
| De réserve                                                                  | 1             | —                             | —                        |
| Indicateur GBAS de continuité-intégrité                                     | 3             | 0 à 7                         | 1                        |
| Déclinaison magnétique                                                      | 11            | $\pm 180^\circ$               | 0,25°                    |
| Réservé et mis à zéro (00000)                                               | 5             | —                             | —                        |
| $\sigma_{\text{vert,iono,gradient}}$                                        | 8             | 0 à $25,5 \times 10^{-6}$ m/m | $0,1 \times 10^{-6}$ m/m |
| Indice de réfraction                                                        | 8             | 16 à 781                      | 3                        |
| Hauteur d'échelle                                                           | 8             | 0 à 25 500 m                  | 100 m                    |
| Coefficient d'incertitude                                                   | 8             | 0 à 255                       | 1                        |
| Latitude                                                                    | 32            | $\pm 90,0^\circ$              | 0,0005 seconde d'arc     |
| Longitude                                                                   | 32            | $\pm 180,0^\circ$             | 0,0005 seconde d'arc     |
| Hauteur du point de référence GBAS                                          | 24            | $\pm 83\,886,07$ m            | 0,01 m                   |
| Bloc de données supplémentaires 1 (s'il est fourni)                         |               |                               |                          |
| Sélecteur de données de la station de référence                             | 8             | 0 à 48                        | 1                        |
| Distance utile maximale ( $D_{\text{max}}$ )                                | 8             | 2 à 510 km                    | 2 km                     |
| $K_{\text{md,e\_POS,GPS}}$                                                  | 8             | 0 à 12,75                     | 0,05                     |
| $K_{\text{md,e\_GPS}}$                                                      | 8             | 0 à 12,75                     | 0,05                     |
| $K_{\text{md,e\_POS,GLONASS}}$                                              | 8             | 0 à 12,75                     | 0,05                     |
| $K_{\text{md,e\_GLONASS}}$                                                  | 8             | 0 à 12,75                     | 0,05                     |
| Bloc de données supplémentaires<br>(répété pour tous ceux qui sont fournis) |               |                               |                          |
| Longueur du bloc de données supplémentaires                                 | 8             | 2 à 255                       | 1                        |
| Numéro du bloc de données supplémentaires                                   | 8             | 2 à 255                       | 1                        |
| Paramètres des données supplémentaires                                      | variable      | —                             | —                        |

Tableau B-71B. Message vide de type 3

| Teneur des données         | Bits utilisés   | Plage de valeurs | Résolution |
|----------------------------|-----------------|------------------|------------|
| Information de remplissage | Variable (Note) | S/O              | S/O        |

Note.— Le nombre d'octets du champ information de remplissage est inférieur de 10 à la valeur du champ longueur de message de l'en-tête du message défini à la section 3.6.3.4.



**Tableau B-72. Message de type 4 — Données de segment d'approche finale (FAS)**

| Teneur des données                                                                                                                     | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|------------|
| Pour N ensembles de données                                                                                                            |               |                  |            |
| Longueur des ensembles de données                                                                                                      | 8             | 2 à 212          | 1 octet    |
| Bloc de données FAS                                                                                                                    | 304           | —                | —          |
| Seuil d'alarme vertical FAS/état d'approche                                                                                            | 8             |                  |            |
| (1) quand l'indicateur de performance d'approche associé correspond à l'approche APV-I (le code de l'APD est zéro)                     |               | 0 à 50,8 m       | 0,2 m      |
| (2) quand l'indicateur de performance d'approche associé ne correspond pas à l'approche APV-I (le code de l'APD est différent de zéro) |               | 0 à 25,4 m       | 0,1 m      |
| Seuil d'alarme latéral FAS/état d'approche                                                                                             | 8             | 0 à 50,8 m       | 0,2 m      |

**Tableau B-73. Message de type 5 — Disponibilité prévue des sources de mesure de distance**

| Teneur des données                                                               | Bits utilisés | Plage de valeurs | Résolution |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------|------------|
| Compte Z modifié                                                                 | 14            | 0 à 1 199,9 s    | 0,1 s      |
| De réserve                                                                       | 2             | —                | —          |
| Nombre de sources concernées (N)                                                 | 8             | 0 à 31           | 1          |
| Pour N sources concernées                                                        |               |                  |            |
| Identificateur de source de mesure de distance                                   | 8             | 1 à 255          | 1          |
| Analyse de la disponibilité de la source                                         | 1             | —                | —          |
| Durée de disponibilité de la source                                              | 7             | 0 à 1 270 s      | 10 s       |
| Nombre d'approches avec obstacles (A)                                            | 8             | 0 à 255          | 1          |
| Pour A approches avec obstacles                                                  |               |                  |            |
| Sélecteur de données de trajectoire de référence                                 | 8             | 0 à 48           | —          |
| Nombre de sources concernées pour cette approche (N <sub>A</sub> )               | 8             | 1 à 31           | 1          |
| Pour N <sub>A</sub> sources de mesure de distance concernées pour cette approche |               |                  |            |
| Identificateur de source de mesure de distance                                   | 8             | 1 à 255          | 1          |
| Analyse de la disponibilité de la source                                         | 1             | —                | —          |
| Durée de disponibilité de la source                                              | 7             | 0 à 1 270 s      | 10 s       |

**Tableau B-74. Spécification de précision du sous-système sol GBAS (GPS)**

| Indicateur de précision au sol | $\theta_n$<br>(degrés) | $a_0$<br>(mètres) | $a_1$<br>(mètres) | $\theta_0$<br>(degrés) | $a_2$<br>(mètres) |
|--------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| A                              | $\geq 5$               | 0,5               | 1,65              | 14,3                   | 0,08              |
| B                              | $\geq 5$               | 0,16              | 1,07              | 15,5                   | 0,08              |
| C                              | $> 35$                 | 0,15              | 0,84              | 15,5                   | 0,04              |
|                                | 5 à 35                 | 0,24              | 0                 | —                      | 0,04              |



**Tableau B-75. GBAS — Spécification de précision  
du sous-système sol GBAS (GLONASS)**

| Indicateur de<br>précision de l'élément sol | $\theta_n$<br>(degrés) | $a_0$<br>(mètres) | $a_1$<br>(mètres) | $\theta_0$<br>(degrés) | $a_2$<br>(mètres) |
|---------------------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|-------------------|
| A                                           | $\geq 5$               | 1,58              | 5,18              | 14,3                   | 0,078             |
| B                                           | $\geq 5$               | 0,3               | 2,12              | 15,5                   | 0,078             |
| C                                           | $> 35$                 | 0,3               | 1,68              | 15,5                   | 0,042             |
|                                             | 5 à 35                 | 0,48              | 0                 | —                      | 0,042             |

3.6.7.1.1.2 Dans le cas des satellites SBAS, la moyenne quadratique (rms) (1 sigma) de la contribution du soussystème sol à la précision de la pseudo-distance lissée sur 100 secondes corrigée sera :

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

où M est défini comme au § 3.6.7.1.1.1.

*Note.— Les indicateurs GAD relatifs aux sources de mesure de distance SBAS sont encore à l'étude.*

#### 3.6.7.1.2 Intégrité

##### 3.6.7.1.2.1 Risque d'intégrité du sous-système sol GBAS

###### 3.6.7.1.2.1.1 Risque d'intégrité du sous-système sol pour les services d'approche GBAS

3.6.7.1.2.1.1.1 Risque d'intégrité des signaux électromagnétiques du sous-système sol pour les types de services d'approche GBAS A, B ou C. Le risque d'intégrité d'un sous-système sol GBAS classé FAST A, B ou C sera inférieur à  $1,5 \times 10^{-7}$  par approche.

*Note 1.— Le risque d'intégrité attribué au sous-système sol GBAS est un sous-ensemble du risque d'intégrité des signaux électromagnétiques GBAS, qui exclut le risque d'intégrité du niveau de protection (§ 3.6.7.1.2.2.1) et comprend les effets de toutes les défaillances du GBAS, du SBAS et des constellations satellitaires de base. Le risque d'intégrité du soussystème sol GBAS comprend le risque d'intégrité du contrôle des signaux du satellite spécifié au § 3.6.7.3.3*

*Note 2.— Le risque d'intégrité des signaux électromagnétiques GBAS est la probabilité pour que le sous-système sol fournisse des informations qui, après traitement par un récepteur exempt de défauts, utilisant des données GBAS qui peuvent être utilisées par l'aéronef dans le volume de service, entraînent une erreur de position relative latérale ou verticale hors tolérances non annoncée, pendant une période excédant le délai d'alarme maximale des signaux*



*électromagnétiques. . Une erreur de position relative latérale ou verticale hors tolérances est une erreur supérieure au niveau de protection des services d'approche GBAS et, si le bloc de données supplémentaires 1 est diffusé, à la limite de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides.*

3.6.7.1.2.1.1.2 Risque d'intégrité des signaux électromagnétiques du sous-système sol pour le type D de service d'approche GBAS. Pour un sous-système sol GBAS classé FAST D, le risque d'intégrité pour tous les effets autres que des erreurs induites par des conditions ionosphériques anormales sera inférieur à  $1,5 \times 10^{-7}$  par approche.

Note 1.— Le risque d'intégrité attribué au sous-système sol GBAS classé FAST D est un sous-ensemble du risque d'intégrité des signaux électromagnétiques GBAS, qui exclut le risque d'intégrité du niveau de protection (§ 3.6.7.1.2.2.1) et comprend les effets de toutes les autres défaillances du GBAS, du SBAS et des constellations satellitaires de base.

Note 2.— Pour le GAST D, le risque d'intégrité des signaux électromagnétiques GBAS est la probabilité que le sous-système sol fournisse des informations qui, après traitement par un récepteur exempt de défauts, en utilisant des données GBAS qui peuvent être utilisées par l'aéronef dans le volume de service, en l'absence d'une anomalie ionosphérique, entraînent une erreur de position relative latérale ou verticale hors tolérances non annoncée, pendant une période dépassant le délai d'alarme maximal des signaux électromagnétiques. Une erreur de position relative latérale ou verticale hors tolérances est une erreur supérieure au niveau de protection des services d'approche GBAS et à la limite de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides. Pour le GAST D, les conditions hors tolérance causées par des erreurs ionosphériques anormales sont exclues de ce risque d'intégrité car le risque dû aux anomalies ionosphériques a été attribué au segment bord et est atténué par celui-ci.

3.6.7.1.2.1.1.3 Risque d'intégrité du sous-système sol pour le GAST D. Pour un sous-système sol GBAS classé FAST D, la probabilité que le sous-système sol génère en interne et transmette des informations non conformes pendant plus de 1,5 seconde sera inférieure à  $1 \times 10^{-9}$  pour tout atterrissage.

Note 1.— Cette spécification supplémentaire de risque d'intégrité attribuée aux sous-systèmes sol GBAS FAST D est la probabilité que des défaillances internes du sous-système sol génèrent des informations non conformes. Dans ce contexte, les informations non conformes sont définies selon la fonction prévue du sous-système sol de prendre en charge les opérations d'atterrissage avec les minimums de catégorie III. Les informations non conformes comprennent, par exemple, tout signal diffusé ou tout renseignement diffusé qui n'est pas contrôlé conformément à la norme.

Note 2.— Les conditions environnementales (anomalies ionosphériques ou troposphériques, brouillage radioélectrique, multitrajets du signal GNSS, etc.) ne sont pas considérées comme des défaillances ; toutefois, les défaillances de l'équipement du sous-système sol utilisé pour suivre ou



pour atténuer les effets de ces conditions environnementales sont inclus dans cette spécification. Les défaillances de la source de mesure de distance de la constellation satellitaire de base sont aussi exclues de cette spécification, mais la capacité du sous-système sol d'assurer un contrôle de l'intégrité pour ces sources de mesure de distance est incluse. Les spécifications de contrôle des défaillances des sources de mesure de distance et des conditions environnementales ionosphériques sont spécifiées séparément aux § 3.6.7.3.3.2, 3.6.7.3.3.3 et 3.6.7.3.4.

Note 3.— Les défaillances qui surviennent dans les récepteurs sol utilisés pour générer les corrections diffusées sont exclues de cette spécification si elles surviennent dans un, et seulement un, récepteur sol à tout moment. Ces défaillances sont limitées par la spécification du § 3.6.7.1.2.2.1.1 et le risque d'intégrité associé prescrit aux § 3.6.7.1.2.2.1 et 3.6.7.1.2.2.1.1.

42

3.6.7.1.2.1.2. Délai d'alarme du sous-système sol pour les services d'approche GBAS

3.6.7.1.2.1.2.1 Délai d'alarme maximal pour les services d'approche

3.6.7.1.2.1.2.1.1 Pour un segment sol classé FAST A, B, C ou D, le délai d'alarme maximal du sous-système sol GBAS sera inférieur ou égal à 3 secondes pour toutes les spécifications d'intégrité des signaux électromagnétiques (voir Appendice B, § 3.6.7.1.2.1.1.1, 3.6.7.1.2.1.1.2, 3.6.7.1.2.2.1), si des messages de type 1 sont diffusés.

*Note 1.— Le délai d'alarme du sous-système sol spécifié ci-dessus est le temps s'écoulant entre le début de l'erreur de position relative latérale ou verticale hors tolérances et la transmission du dernier bit du message contenant les données d'intégrité traduisant cette situation (voir Supplément D, § 7.5.12.3)*

*. Note 2.— Pour les sous-systèmes sol FAST D, des spécifications supplémentaires de contrôle dans le domaine de la distance s'appliquent, comme il est indiqué aux § 3.6.7.3.3.2, 3.6.7.3.3.3 et 3.6.7.3.4. Ces paragraphes définissent les délais dans lesquels le système sol doit détecter les erreurs différentielles de pseudodistance hors tolérance et alerter le récepteur de bord.*

3.6.7.1.2.1.2.1.2 Pour un segment sol classé FAST A le délai d'alarme maximal des signaux électromagnétiques du sous-système sol GBAS sera inférieur ou égal à 5,5 s si des messages de type 101 sont diffusés.

3.6.7.1.2.1.3 Paramètres FASLAL et FASVAL du sous-systèmes sol

3.6.7.1.2.1.3.1 Pour les blocs de données FAS du message de type 4 avec APD codé en 1, 2, 3 ou 4,, les valeurs respectives des paramètres FASLAL (champ seuil d'alarme FAS latéral du message de type 4) et FASVAL (champ seuil d'alarme FAS vertical du même message) de chaque bloc de données FAS ne dépasseront pas 40 et 10 m.



3.6.7.1.2.1.3.2 Pour les blocs de données FAS du message de type 4 avec APD codé à zéro, les valeurs des paramètres FASLAL et FASVAL ne dépasseront pas les seuils d'alarme latéral et vertical donnés dans le § 3.7.2.4 du chapitre 3 du présent rélement, pour l'utilisation opérationnelle prévue.

3.6.7.1.2.1.4 Risque d'intégrité des signaux électromagnétiques du sous-système sol pour le service de localisation GBAS. Le risque d'intégrité du sous-système sol GBAS qui assure le service de localisation GBAS sera inférieur à  $9,9 \times 10^{-8}$  par heure.

*Note 1.— Le risque d'intégrité attribué au sous-système sol GBAS est un sous-ensemble du risque d'intégrité des signaux électromagnétiques GBAS, qui exclut le risque d'intégrité du niveau de protection (§ 3.6.7.1.2.2.2) et comprend les effets de toutes les défaillances du GBAS, du SBAS et des constellations satellitaires de base. Le risque d'intégrité du sous-système sol GBAS comprend le risque d'intégrité du contrôle des signaux satellitaires spécifié au § 3.6.7.3.3.*

*Note 2.— Le risque d'intégrité des signaux électromagnétiques GBAS est la probabilité pour que le sous-système sol fournisse des informations qui, après traitement par un récepteur exempt de défauts, utilisant des données GBAS qui peuvent être employées par l'aéronef, entraînent une erreur de position relative horizontale hors tolérances non annoncée pendant une période excédant le délai d'alarme maximal. Une erreur de position relative horizontale hors tolérances est une erreur supérieure au niveau de protection horizontal et à la limite horizontale de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides.*

3.6.7.1.2.1.4.1 Délai d'alarme pour le service de localisation GBAS. Le délai d'alarme maximal du sous-système sol GBAS sera inférieur ou égal à 3 s si des messages de type 1 sont diffusés, et inférieur ou égal à 5,5 s si des messages de type 101 sont diffusés.

*Note.— Le délai d'alarme ci-dessus est le temps s'écoulant entre le début de l'erreur de position relative horizontale hors tolérances et la transmission du dernier bit du message contenant les données d'intégrité traduisant cette situation.*

#### 3.6.7.1.2.2 Risque d'intégrité du niveau de protection

3.6.7.1.2.2.1 Le risque d'intégrité du niveau de protection du sous-système sol GBAS qui assure les services d'approche GBAS sera inférieur à  $5 \times 10^{-8}$  par approche.

*Note.— Le risque d'intégrité du niveau de protection des services d'approche est le risque d'intégrité dû à la non-détection d'erreurs sur la solution de position lissée sur 100 s par rapport au point de référence GBAS supérieures aux niveaux de protection correspondants dans les deux types de conditions suivantes :*

a) conditions de mesure normales définies au § 3.6.5.5.1.1 avec DV et DL mis à zéro ;

b) conditions de mesure dégradées définies au § 3.6.5.5.1.2. avec DV et DL mis à zéro



*Note.— La délimitation par le sous-système sol de la solution de position GAST D lissée sur 100 s garantira que la solution de position GAST D lissée sur 30 s sera limitée.*

3.6.7.1.2.2.1.1 *Spécifications de délimitation supplémentaires pour les sous-systèmes sol FAST D.*

Le  $\sigma_{\text{vert}}$  (utilisé pour le calcul du niveau de protection  $VPL_{H0}$ ) et le  $\sigma_{\text{lat}}$  (utilisé pour le calcul du niveau de protection  $LPL_{H0}$ ) pour le GAST D établis sur la base des paramètres diffusés (définis au § 3.6.5.5.1.1.1), et à l'exclusion de la contribution de l'élément embarqué, satisferont à la condition que la distribution des erreurs verticales et latérales des erreurs de corrections différentielles combinées sera limitée par une distribution normale à moyenne nulle et un écart type égal à  $\sigma_{\text{vert}}$  et  $\sigma_{\text{lat}}$ , comme suit :

$$\int_y^{\infty} f_n(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ pour tous les } \frac{y}{\sigma} \geq 0 \text{ et}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f_n(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ pour tous les } \frac{y}{\sigma} \geq 0$$

où

$f_n(x)$  = fonction de densité de probabilité de l'erreur de position verticale ou latérale différentielle à

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

l'exclusion de la contribution de l'élément embarqué, et



Le  $\sigma_{\text{vert},H1}$  (utilisé pour le calcul du niveau de protection  $VPL_{H1}$ ) et le  $\sigma_{\text{lat},H1}$  (utilisé pour le calcul du niveau de protection  $LPL_{H1}$ ) pour le GAST D établis sur la base des paramètres diffusés (définis au § 3.6.5.5.1.2), et à l'exclusion de la contribution de l'élément embarqué, limiteront les erreurs de corrections différentielles combinées (comme il est défini ci-dessus) formées par tous les sous-ensembles possibles avec un seul récepteur de référence exclu.

*Note 1. — La contribution de l'élément embarqué fait l'objet du § 3.6.8.3.2.1 en combinaison avec l'utilisation du modèle normalisé de multitrajets de l'élément embarqué défini au § 3.6.5.5.1.1.2.*

*Note 2. — Les erreurs de corrections différentielles combinées se rapportent aux corrections de code lissées par la porteuse sur la base d'une constante de temps de lissage de 100 secondes.*

3.6.7.1.2.2.1.2 Pour un sous-système sol GBAS classé FAST D, le taux de mesures erronées pour un, et un seul, récepteur de référence sera inférieur à  $1 \times 10^{-5}$  par 150 secondes.

*Note.—Des mesures erronées peuvent se produire en raison de défaillances du récepteur ou en raison de conditions environnementales spécifiques à l'emplacement d'un récepteur de référence donné.*

3.6.7.1.2.2.2 Le risque d'intégrité du niveau de protection du sous-système sol GBAS qui assure le service de localisation sera inférieur à  $10^{-9}$  par heure.

*Note.— Le risque d'intégrité du niveau de protection du service de localisation GBAS est le risque d'intégrité dû à la non-détection d'erreurs sur la position horizontale par rapport au point de référence GBAS supérieures au niveau de protection du service de localisation GBAS dans les deux types de conditions suivantes :*

*a) conditions de mesure normales définies au § 3.6.5.5.2.1 ;*

*b) conditions de mesure dégradées définies au § 3.6.5.5.2.2.*

### 3.6.7.1.3 Continuité du service

3.6.7.1.3.1 Continuité du service pour les services d'approche . La continuité du service du sous-système sol GBAS sera supérieure ou égale à  $1 - 8,0 \times 10^{-6}$  pendant tout intervalle de 15 s.

*Note.— La continuité du service du sous-système sol GBAS est la probabilité pour que, pendant tout intervalle de 15 secondes, le signal VHF transmette les données à l'intérieur de la tolérance spécifiée, l'intensité du champ de diffusion de données VHF soit comprise dans l'intervalle spécifié et les niveaux de protection soient inférieurs aux seuils d'alarme, à moins que le segment spatial n'entraîne des changements de configuration dus au segment spatial. Cette spécification de continuité du service est l'attribution totale de la continuité des signaux électromagnétiques spécifiée au Chapitre 3, Tableau 3.7.2.4-1, et, en conséquence, tous les risques pour la continuité compris dans cette spécification doivent être pris en compte par le fournisseur du sous-système sol.*

3.6.7.1.3.2 Spécifications supplémentaires de continuité du service pour FAST D. La probabilité qu'une défaillance ou une fausse alarme du sous-système sol GBAS, exception faite du contrôle des sources de mesure de distance, entraîne une interruption non prévue du service pendant une période

6 Modification du texte français seulement, pour l'aligner sur le texte anglais.

45

égale ou supérieure à 1,5 seconde ne dépassera pas  $2,0 \times 10^{-6}$  pendant toute période de 15 secondes. La probabilité que le sous-système sol exclue une source quelconque de mesure de



*distance exempte de défauts des corrections de type 1 ou de type 11 en raison d'une fausse détection par les moniteurs d'intégrité sol ne dépassera pas 2,0 □□ 10-7 pendant toute période de 15 secondes.*

*Note 1.— Une perte de service comprend les défaillances qui entraînent une perte de la VDB, le non-respect des spécifications relatives à l'intensité du champ VDB, les défaillances qui entraînent la transmission de données VDB hors tolérance et les alarmes dues à une défaillance de l'intégrité. Des éléments indicatifs sur les causes potentielles de la perte de service et des fausses détections par les moniteurs figurent dans le Supplément D, § 7.6.2.1.*

*Note 2.— La continuité du FAST D est la probabilité que le sous-système sol continuera à assurer les services associés aux fonctions prévues du sous-système sol. La continuité totale pour l'aéronef des performances du système de navigation dans le domaine de la position doit être évaluée dans le contexte d'une intégration spécifique de la géométrie des satellites et de l'avion. L'évaluation de la continuité du service de navigation dans le domaine de la position relève de la responsabilité de l'utilisateur embarqué du GAST D. Le Supplément D, § 7.6.2.1, contient des renseignements supplémentaires sur la continuité.*

#### 3.6.7.1.3.3 Continuité du service de localisation

*Note.— Selon les opérations prévues, des spécifications de continuité supplémentaires pourraient être appliquées aux sous-systèmes sol GBAS qui assurent le service de localisation GBAS.*

#### 3.6.7.2 SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES

##### 3.6.7.2.1 Généralités

##### 3.6.7.2.1.1 Cadence Spécifications en matière de diffusion des données

3.6.7.2.1.1.1 Un sous-système sol GBAS diffusera les types de message définis au Tableau B-75A, conformément aux types de services pris en charge par le sous-système sol. 3.6.7.2.1.1.2 Chaque sous-système sol GBAS diffusera des messages de type 2 avec les blocs de données supplémentaires requis pour prendre en charge les opérations prévues.

*Note.— Le Supplément D, § 7.17, contient des éléments indicatifs sur l'utilisation de blocs de données supplémentaires dans le message de type 2.*

3.6.7.2.1.1.3 Chaque sous-système sol GBAS qui prend en charge le type de service d'approche GBAS (GAST) B, C ou D diffusera des blocs de données FAS dans des messages de type 4 pour toutes ces approches. Si un sous-système sol GBAS prend en charge prend en charge. Si un sous-système sol GBAS prend en charge et qu'il ne diffuse pas de blocs de données FAS pour les approches correspondantes, il diffusera le bloc de données supplémentaires 1 dans le message de type 2.

*Note.— Les blocs de données FAS pour les procédures APV peuvent être conservés dans une base de données embarquée. La diffusion du bloc de données supplémentaires 1 permet au récepteur embarqué de sélectionner, dans la base de données embarquée, le sous-système sol GBAS qui prend en charge les procédures d'approche. Des blocs de données FAS peuvent aussi être diffusés pour prendre en charge les opérations effectuées par des aéronefs sans base de*



données embarquée. Ces procédures emploient des numéros de canal différents comme le précise le Supplément D, § 7.7.

3.6.7.2.1.1.4 Lorsqu'il est utilisé, le message de type 5 sera diffusé par le sous-système sol à une cadence conforme aux indications du Tableau B-76.

*Note.— Lorsque le masque type de 5° ne suffit pas pour décrire la visibilité des satellites aux antennes du sous-système sol ou à un aéronef durant une approche donnée, le message de type 5 peut être utilisé pour transmettre des informations supplémentaires à l'aéronef.*

3.6.7.2.1.1.5 *Cadence de diffusion des données.* Pour tous les types de message devant être diffusés, des messages conformes aux spécifications relatives à l'intensité de champ définies au Chapitre 3, § 3.7.3.5.4.4.1.2 et 3.7.3.5.4.4.2.2, ainsi que les cadences minimales indiquées au Tableau B-76 seront fournis à chaque point à l'intérieur du volume de service. La cadence totale de diffusion des messages par tous les systèmes d'antenne combinés du sous-système sol ne dépassera pas la cadence maximale indiquée au Tableau B-76.

*Note.— Le Supplément D, § 7.12.4, contient des éléments indicatifs sur l'emploi des systèmes d'antenne multiples.*

3.6.7.2.1.2 *Identificateur de bloc-message (MBI).* L'indicateur MBI sera mis à « normal » ou à « essai » conformément aux spécifications de codage énoncées au § 3.6.3.4.1.

**Tableau B-75A. Types de messages GBAS requis pour les types de services pris en charge**

| Type de message | GAST A              | GAST B              | GAST C              | GAST D       |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------|
| MT 1            | Facultatif – Note 2 | Requis              | Requis              | Requis       |
| MT 2            | Requis              | Requis              | Requis              | Requis       |
| MT2-ADB 1       | Facultatif – Note 3 | Facultatif – Note 3 | Facultatif – Note 3 | Requis       |
| MT2-ADB 2       | Facultatif – Note 4 | Facultatif – Note 4 | Facultatif – Note 4 | Facultatif   |
| MT2-ADB 3       | Non utilisé         | Non utilisé         | Non utilisé         | Requis       |
| MT2-ADB 4       | Recommandé          | Recommandé          | Recommandé          | Requis       |
| MT 3- Note 5    | Recommandé          | Recommandé          | Recommandé          | Requis       |
| MT 4            | Facultatif          | Requis              | Requis              | Requis       |
| MT 5            | Facultatif          | Facultatif          | Facultatif          | Facultatif   |
| MT 11 – Note 6  | Non utilisé         | Non utilisé         | Non utilisé         | Requis       |
| MT 101          | Facultatif – Note 2 | Non autorisé        | Non autorisé        | Non autorisé |

Note 1.— Définition des termes

- **Requis** : le message doit être transmis lorsque le type de service est pris en charge.
- **Facultatif** : la transmission du message est facultative lorsque le type de service est pris en charge (non utilisé par certains sous-systèmes embarqués ou tous les sous-systèmes embarqués).
- **Recommandé** : l'utilisation du message est facultative, mais elle est recommandée lorsque le type de service est pris en charge.



- Non utilisé : le message n'est pas utilisé par les sous-systèmes embarqués pour ce type de service.
- Non autorisé : la transmission du message n'est pas autorisée lorsque le type de service est pris en charge.

Note 2.— Les sous-systèmes sol qui prennent en charge les types de services GAST A peuvent diffuser des messages de type 1 ou 101, mais non les deux. Le Supplément D, § 7.18, comprend des éléments indicatifs concernant l'utilisation du message de type 101.

Note 3.— MT2-ADB1 est requis si le service de localisation est offert.

Note 4.— MT2-ADB2 est requis si le service GRAS est offert.

Note 5.— MT3 est recommandé (GAST A, B, C) ou requis (GAST-D) ; à utiliser seulement pour satisfaire aux spécifications d'occupation prévues au § 3.6.7.4.1.3

Note 6.— Le Supplément D, § 7.20, comprend des éléments indicatifs concernant l'utilisation du message de type 11.

#### 3.6.7.2.1.3 Authentification VDB

3.6.7.2.1.3.1 Tous les sous-systèmes sol GBAS pourront prendre en charge l'authentification VDB (§ 3.6.7.4).

3.6.7.2.1.3.2 Tous les sous-systèmes sol classés FAST D prendront en charge l'authentification VDB (§ 3.6.7.4).

**Tableau B-76. Cadences de diffusion des signaux de données VHF GBAS**

| Type de message | Cadence de diffusion minimale                                                                              | Cadence de diffusion maximale                                                  |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1 ou 101        | Pour chaque type de mesure : tous les blocs de mesure une fois par trame (voir la Note)                    | Pour chaque type de mesure : tous les blocs de mesure une fois par créneau     |
| 2               | Une fois par série de 20 trames consécutives                                                               | Une fois par trame sauf comme il est indiqué au § 3.6.7.4.1.2                  |
| 3               | La cadence dépend de la longueur du message et de la programmation d'autres messages (voir § 3.6.7.4.1.3.) | Une fois par créneau et huit fois par trame                                    |
| 4               | Tous les blocs FAS, une fois par série de 20 trames consécutives                                           | Tous les blocs FAS, une fois par trame                                         |
| 5               | Toutes les sources concernées, une fois par série de 20 trames consécutives                                | Toutes les sources concernées, une fois par série de 5 trames consécutives     |
| 11              | Pour chaque type de mesure :                                                                               | Pour chaque type de mesure :<br>Tous les blocs de mesures une fois par créneau |



Tous les blocs de mesures une fois par trame  
(Note)

*Note.— Un message de type 1, de type 11 ou de type 101 ou deux messages de type 1, de type 11 ou de type 101 liés à l'aide de l'indicateur de deuxième message décrit au § 3.6.4.2, 3.6.4.10.3 ou 3.6.4.11.3.*

### 3.6.7.2.2 Corrections de pseudodistance

3.6.7.2.2.1 *Temps d'attente après transmission.* L'intervalle de temps entre le temps indiqué par le compte Z modifié et le dernier bit du message de type 1, de type 11 ou de type 101 diffusé ne dépassera pas 0,5 seconde.

3.6.7.2.2.2 *Données à faible fréquence de mise à jour.* Sauf pendant les changements d'éphémérides, la première source de mesure de distance du message de type 1, de type 11 ou de type 101 aura une séquence telle que le paramètre de décorrélation des éphémérides, le CRC des éphémérides et la durée de disponibilité de chaque source de mesure de distance de la ou des constellations satellitaires de base seront transmis au moins une fois toutes les 10 secondes. Lors d'un changement d'éphémérides, la première source de mesure de distance aura une séquence telle que le paramètre de décorrélation des éphémérides, le CRC des éphémérides et la durée de disponibilité de chaque source de mesure de distance de la ou des constellations satellitaires de base seront transmis au moins une fois toutes les 27 secondes. À la réception de nouvelles éphémérides provenant d'une source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base, le sous-système sol utilisera les éphémérides précédentes de chaque satellite jusqu'à ce que les nouvelles éphémérides aient été reçues de façon continue pendant au moins 2 minutes, et passera aux nouvelles éphémérides avant d'atteindre 3 minutes. Après avoir passé aux nouvelles éphémérides d'une source de mesure de distance, le sous-système sol diffusera le CRC et les informations à faible taux de mise à jour correspondantes, notamment P and PD pour toutes les occurrences de cette source dans les informations à faible fréquence de mise à jour du message de type 1, de type 11 ou de type 101 dans les trois trames consécutives suivantes. Pour une source donnée, le sous-système sol continuera d'émettre les données correspondant aux éphémérides précédentes jusqu'à ce que le CRC des nouvelles éphémérides ait été transmis dans les informations à faible fréquence de mise à jour du message de type 1, de type 11 ou de type 101 (voir Note). Si le CRC des éphémérides change sans qu'il y ait modification de l'IOD, le sous-système sol considérera la source de mesure de distance comme non valide.

*Note.— Le délai de transition aux nouvelles éphémérides donne au sous-système embarqué le temps suffisant pour recueillir les nouvelles éphémérides.*



3.6.7.2.2.2.1 Le paramètre de décorrélation des éphémérides et le CRC des éphémérides de chaque source de mesure de distance de la ou des constellations satellitaires de base sera diffusé le plus souvent possible.

3.6.7.2.2.3 *Correction de pseudodistance diffusée.* Chaque correction de pseudodistance diffusée sera déterminée par combinaison des corrections estimées, que l'ensemble des récepteurs de référence aura calculées pour la source de mesure de distance pertinente. Pour chaque satellite, les mesures utilisées seront dérivées des mêmes éphémérides. Les corrections seront déduites des mesures de pseudodistance de code, lissées pour chaque satellite à l'aide de la mesure de la porteuse provenant d'un filtre de lissage et des paramètres de lissage spécifiques au type de service d'approche conformément au § 3.6.5.1. de l'Appendice B.

3.6.7.2.2.4 *Diffusion des paramètres d'intégrité des signaux électromagnétiques.* Le sous-système sol fournira dans le message de type 1 les paramètres  $\delta_{pr\_gnd}$  et B pour chaque correction de pseudodistance de façon à satisfaire aux spécifications relatives au risque d'intégrité du niveau de protection définies au § 3.6.7.1.2.2. pour GAST A, B, et C. Au moins deux valeurs de B qui n'utilisent pas le codage spécial (défini au § 3.6.4.2.4) seront fournies avec chaque correction de pseudodistance. Le sous-système sol fournira dans le message de type 101 le paramètre  $\delta_{pr\_gnd}$  et, s'il y a lieu, les paramètres B pour chaque correction de pseudodistance de façon à satisfaire aux spécifications relatives au risque d'intégrité du niveau de protection définies au § 3.6.7.1.2.2.

*Note.— La diffusion des paramètres B est facultative pour les messages de type 101. Le Supplément D, § 7.5.11, contient des éléments indicatifs sur les paramètres B dans les messages de type 101.*

3.6.7.2.2.4.1 Diffusion des paramètres d'intégrité des signaux électromagnétiques pour les sous-systèmes sol FAST D. Les sous-systèmes sol qui prennent en charge GAST D fourniront Sigma\_PR\_gnd\_D dans le message de type 11 et les paramètres B pour chaque correction de pseudodistance dans le message de type 1 de façon à satisfaire à la spécification relative au risque d'intégrité du niveau de protection définie au § 3.6.7.1.2.2.1.

3.6.7.2.2.4.2 Pour les systèmes FAST D diffusant le message de type 11, si  $\sigma_{pr\_gnd}$  est codé comme non valide dans le message de type 1, alors le Sigma\_PR\_gnd\_D pour le satellite correspondant dans le message de type 11 sera également codé comme non valide.

3.6.7.2.2.5 Les mesures provenant d'un récepteur de référence seront contrôlées, et les mesures erronées et les mesures provenant d'un récepteur défaillant ne seront pas utilisées dans le calcul des corrections de pseudodistance.

3.6.7.2.2.6 *Rediffusion des messages de type 1, de type 2, de type 11 ou de type 101.* Pour un type de mesure donné dans une trame donnée, la teneur des données sera identique dans toutes les



diffusions d'un message ou d'une paire liée de messages de type 1, de type 2, de type 11 ou de type 101 provenant de toutes les stations émettrices GBAS utilisant un même identificateur GBAS.

3.6.7.2.2.7 *Identification des données.* Le sous-système sol GBAS donnera au champ IOD de chaque bloc de mesures de distance la valeur IOD transmise par la source de mesure correspondant aux éphémérides utilisées pour calculer la correction de pseudodistance.

3.6.7.2.2.8 *Application des modèles d'erreur relatifs aux signaux.* Les corrections ionosphériques et troposphériques ne seront pas appliquées aux pseudodistances utilisées pour calculer les corrections de pseudodistance.

3.6.7.2.2.9 *Paire liée de messages de type 1, de type 11 ou de type 101.* Si une paire liée de messages de type 1, de type 11 ou de type 101 est transmise :

- a) les deux messages auront le même compte Z modifié ;
- b) ils contiendront au moins une correction de pseudodistance ;
- c) le bloc de mesures pour un satellite donné ne sera pas diffusé plus d'une fois dans une paire de messages liée ;
- d) les deux messages seront diffusés dans des créneaux temporels différents.
- e) l'ordre des valeurs B sera le même dans les deux messages ;
- f) pour un type de mesure particulier, le nombre de mesures et les données à faible taux de mise à jour seront calculés séparément pour chacun des deux messages ;
- g) dans le cas de FAST D, lorsqu'une paire de messages de type 1 liés est transmise, il y aura également une paire de messages de type 11 liés ;
- h) si les types de messages liés de type 1 ou de type 11 sont utilisés, les satellites seront divisés en les mêmes ensembles et dans le même ordre dans les messages de type 1 et les messages de type 11.

Note.— Les messages de type 1 peuvent comprendre des satellites supplémentaires non disponibles dans les messages de type 11, mais l'ordre relatif des satellites disponibles dans les deux messages est le même dans les messages de type 1 et de type 11. Le traitement embarqué n'est pas possible pour les satellites inclus dans le message de type 11 mais non inclus dans le message de type 1 correspondant.

3.6.7.2.2.9.1 *Recommandation* – Il est recommandé de n'utiliser des messages liés que lorsqu'il y a plus de corrections de pseudodistance à transmettre que ne peut en contenir un seul message de type 1.

3.6.7.2.2.10 *Spécifications relatives au compte Z modifié*



3.6.7.2.2.10.1 *Actualisation du compte Z modifié.* Le compte Z modifié des messages de type 1, de type 11 ou de type 101 pour un type de mesure donné avancera à chaque trame.

3.6.7.2.2.10.2 Si un message de type 11 est diffusé, les messages de type 1 et de type 11 correspondants auront le même compte Z modifié.

#### 3.6.7.2.2.11 *Paramètres de décorrélation des éphémérides*

3.6.7.2.2.11.1 Paramètres de décorrélation des éphémérides pour les services d'approche. Les sous-systèmes sol qui diffusent le bloc de données supplémentaires 1 dans le message de type 2 diffuseront le paramètre de décorrélation des éphémérides dans le message de type 1 pour chaque source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base de façon à satisfaire aux spécifications relatives au risque d'intégrité du sous-système sol définies au § 3.6.7.1.2.1.1.1.

3.6.7.2.2.11.2 Paramètres de décorrélation des éphémérides pour GAST D. Les sous-systèmes sol classés FAST D diffuseront le paramètre de décorrélation des éphémérides dans le message de type 11 pour chaque source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base de façon à satisfaire aux spécifications relatives au risque d'intégrité des signaux électromagnétiques du sous-système sol définies au § 3.6.7.1.2.1.1.3.

3.6.7.2.2.11.3 *Service de localisation GBAS.* Les sous-systèmes sol qui assurent le service de localisation GBAS diffuseront le paramètre de décorrélation des éphémérides dans le message de type 1 pour chaque source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base de façon à satisfaire aux spécifications relatives au risque d'intégrité des signaux électromagnétiques du sous-système sol définies au § 3.6.7.1.2.1.4.

#### 3.6.7.2.3 *Données sur le GBAS*

3.6.7.2.3.1 *Paramètres relatifs au retard troposphérique.* Le sous-système sol diffusera dans le message de type 2 un indice de réfraction, une hauteur d'échelle et un coefficient d'incertitude de réfraction de façon à satisfaire aux spécifications relatives au risque d'intégrité du niveau de protection définies au § 3.6.7.1.2.2.

#### 3.6.7.2.3.2 Indicateur GCID

3.6.7.2.3.2.1 Indicateur GCID pour FAST A, B ou C. L'indicateur GCID sera mis à 1 si le sous-système sol satisfait aux spécifications énoncées aux § 3.6.7.1.2.1.1.1, 3.6.7.1.2.2.1, et 3.6.7.1.3.1, 3.6.7.3.2 et 3.6.7.3.3.1, mais pas à toutes les spécifications des § 3.6.7.1.2.1.1.2, 3.6.7.1.2.1.1.3, 3.6.7.1.2.2.1.1 et 3.6.7.1.3.2, sinon il prendra la valeur 7.

Note.— Certaines des spécifications applicables à FAST D sont les mêmes que celles qui s'appliquent à FAST A, B et C. Il se peut qu'un sous-système sol satisfasse à certaines des spécifications applicables à FAST D, mais « pas à toutes ». Dans ce cas, l'indicateur GCID serait



mis à 1 pour indiquer que le sous-système sol ne satisfait qu'aux spécifications applicables à FAST A, B ou C.

3.6.7.2.3.2.2 Indicateur GCID pour FAST D. L'indicateur GCID sera mis à 2 si le sous-système sol satisfait aux spécifications énoncées aux § 3.6.7.1.2.1.1.1, 3.6.7.1.2.1.1.2, 3.6.7.1.2.1.1.3, 3.6.7.1.2.2.1.1, 3.6.7.1.2.2.1, 3.6.7.1.3.1, 3.6.7.1.3.2, 3.6.7.3.2 et 3.6.7.3.3, sinon il sera réglé conformément à 3.6.7.2.3.2.1.

3.6.7.2.3.2.3 Les valeurs 3 et 4 du GCID sont réservées pour de futurs types de services et ne seront pas utilisées.

3.6.7.2.3.3 *Précision de position du centre de phase de l'antenne de référence GBAS.* Pour chaque récepteur de référence GBAS, l'erreur sur la position du centre de phase de l'antenne de référence sera inférieure à 8 cm par rapport au point de référence GBAS.

3.6.7.2.3.4 *Précision des levés du point de référence GBAS.* L'erreur des levés du point de référence GBAS, dans le système WGS-84, sera inférieure à 0,25 m dans le plan vertical et à 1 m dans le plan horizontal.

**Note.**— *Le Supplément D, § 7.16, contient des éléments indicatifs à ce sujet.*

3.6.7.2.3.5 *Paramètre d'estimation de l'incertitude ionosphérique.*

3.6.7.2.3.5.1 Paramètre d'estimation de l'incertitude ionosphérique pour tous les sous-systèmes sol.

Le sous-système sol diffusera un paramètre de gradient de retard ionosphérique dans le message de type 2 de manière à satisfaire aux spécifications du § 3.6.7.1.2.2 relatives au risque d'intégrité du niveau de protection.

3.6.7.2.3.5.2 Paramètre d'estimation de l'incertitude ionosphérique pour les sous-systèmes sol FAST D. Le sous-système sol diffusera un paramètre de gradient de retard ionosphérique dans le message de type 2, bloc de données supplémentaires 3, de manière à satisfaire aux spécifications du § 3.6.7.1.2.2 relatives au risque d'intégrité du niveau de protection.

**Note.**— Le Supplément D, § 7.5.6.1.3 et 7.5.6.1.4, contient des éléments indicatifs sur la délimitation de l'erreur dans le domaine de la position FAST D pour les erreurs ionosphériques.

3.6.7.2.3.6 Les sous-systèmes sol qui assurent le service de localisation GBAS diffuseront les paramètres des limites de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides au moyen du bloc de données supplémentaires 1 dans le message de type 2.

3.6.7.2.3.7 Tous les sous-systèmes sol diffuseront les paramètres des limites de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides au moyen du bloc de données supplémentaires 1 dans le message de type 2.



3.6.7.2.3.8 Les sous-systèmes sol qui diffusent le bloc de données supplémentaires 1 dans le message de type 2 doivent satisfaire aux spécifications suivantes :

3.6.7.2.3.8.1 *Distance utile maximale.* Le sous-système sol fournira la distance utile maximale ( $D_{max}$ ) . Lorsque le service de localisation est assuré les spécifications relatives au risque d'intégrité du sous-système sol définies au § 3.6.7.1.2.1.4 et les spécifications relatives au risque d'intégrité du niveau de protection définies au § 3.6.7.1.2.2 seront respectées à l'intérieur de  $D_{max}$ . Lorsque le service d'approche est assuré, la distance utile maximale comprendra au moins tous les volumes de service d'approche pris en charge.

3.6.7.2.3.8.2 *Paramètres de détection manquée des éphémérides.* Le sous-système sol diffusera les paramètres de détection manquée des éphémérides pour chaque constellation satellitaire de base de façon à satisfaire aux spécifications relatives au risque d'intégrité du sous-système sol définies au § 3.6.7.1.2.1.

3.6.7.2.3.8.3 *Indication de service de localisation GBAS.* S'il ne satisfait pas aux spécifications des § 3.6.7.1.2.1.2 et 3.6.7.1.2.2.2, le sous-système sol indiquera au moyen du paramètre RSDS que le service de localisation GBAS n'est pas assuré.

3.6.7.2.3.9 Si les données VHF sont diffusées sur plus d'une fréquence à l'intérieur de la zone de service GRAS, chaque station émettrice GBAS rattachée au sous-système sol GRAS diffusera des blocs de données supplémentaires 1 et 2.

3.6.7.2.3.9.1 Les données VHF diffusées comprendront les paramètres du bloc de données supplémentaires 2 pour identifier les numéros de canal et l'emplacement des stations émettrices GBAS adjacentes et avoisinantes rattachées au sous-système sol GRAS.

*Note.— Ces informations facilitent le transfert d'une station émettrice GBAS aux autres stations émettrices GBAS rattachées au sous-système sol GRAS.*

#### 3.6.7.2.4 *Données de segment d'approche finale*

3.6.7.2.4.1 *Précision des points de données FAS.* L'erreur d'analyse relative entre les points de données FAS et le point de référence GBAS sera inférieure à 0,25 m sur le plan vertical et à 0,40 m sur le plan horizontal.

3.6.7.2.4.2 Le code CRC du segment d'approche finale devrait être attribué au moment de l'élaboration des procédures, puis conservé tel quel en tant que partie intégrante du bloc de données FAS.

3.6.7.2.4.3 Le GBAS devrait offrir la possibilité de donner la valeur 1111 1111 aux paramètres FASVAL et FASLAL, quel que soit le bloc de données FAS, dans le premier cas pour restreindre l'utilisation des données aux écarts latéraux, et dans le second pour indiquer que l'approche ne devrait pas être utilisée.



3.6.7.2.4.4 LTP/FTP pour FAST D. Pour une approche qui prend en charge GAST D, le point LTP/FTP dans la définition correspondante du FAS se situera à l'intersection de l'axe de piste et du seuil d'atterrissage.

Note.— Les systèmes embarqués peuvent calculer la distance jusqu'au seuil d'atterrissage au moyen du LTP/FTP. Pour les approches GAST D, le LTP/FTP doit être au seuil de façon à ce que ces calculs de la distance restant à parcourir expriment fidèlement la distance jusqu'au seuil.

3.6.7.2.4.5 Emplacement du FPAP pour FAST D. Pour une approche qui prend en charge GAST D, le point FPAP dans la définition correspondante du FAS se situera sur le prolongement de l'axe de piste et le paramètre □ Décalage longitudinal sera codé pour indiquer correctement l'extrémité aval de la piste.

3.6.7.2.5 *Données relatives à la disponibilité prévue des sources de mesure de distance*

Note.— Ces données sont facultatives pour les sous-systèmes sol FAST A, B, C ou D, mais pourraient être requises par de futurs types d'opération.

3.6.7.2.6 Spécifications fonctionnelles générales sur le renforcement

3.6.7.2.6.1 Recommandation.— Il est recommandé que les sous-systèmes sol GBAS classés FAST C ou FAST D assurent un renforcement basé au minimum sur le GPS.

54

3.6.7.2.6.2 Recommandation.— Il est recommandé que les sous-systèmes sol classés FAST C soient capables de traiter et de diffuser des corrections pour au moins 12 satellites de chaque constellation de base pour laquelle des corrections différentielles sont fournies.

3.6.7.2.6.3 Les sous-systèmes sol classés FAST D seront capables de traiter et de diffuser des corrections différentielles pour au moins 12 satellites d'une constellation de base.

Note.— La validation technique a seulement été achevée pour le GAST D appliqué au GPS.

3.6.7.2.6.4 Recommandation.— Il est recommandé que, toutes les fois que cela sera possible, des corrections différentielles pour tous les satellites visibles ayant un angle de site supérieur à 5 degrés au-dessus du plan horizontal local tangent à l'ellipsoïde à l'emplacement de référence du sous-système sol soient fournies pour chaque constellation de base pour laquelle le renforcement est assuré.

Note.— Dans le contexte ci-dessus, l'expression « toutes les fois que cela sera possible » signifie toutes les fois où le respect d'une autre spécification des présentes SARP (par exemple, § 3.6.7.3.3.1) n'empêche pas de fournir une correction différentielle pour un satellite particulier.

3.6.7.3 CONTRÔLE



#### 3.6.7.3.1 *Contrôle des signaux radioélectriques*

3.6.7.3.1.1 *Contrôle de la diffusion des données VHF.* Les transmissions de données seront contrôlées. Elles cesseront dans un délai<sup>8</sup> de 0,5 seconde en cas de non-concordance pendant une période de 3 secondes entre les données d'application transmises et les données d'application dérivées ou stockées par le système de contrôle avant la transmission.

Pour les sous-systèmes sol FAST D, la transmission des données cessera dans un délai de 0,5 seconde en cas de non-concordance persistante pendant toute période de 1 seconde entre les données d'application transmises et les données d'application dérivées ou stockées par le système de contrôle avant la transmission.

Note.— Pour les sous-systèmes sol qui prennent en charge l'authentification, cesser la transmission des données signifie cesser la transmission des messages de type 1 et des messages de type 11, le cas échéant, ou cesser la transmission des messages de type 101. Conformément au § 3.6.7.4.1.3, le sous-système sol doit encore transmettre des messages de façon que le pourcentage défini, ou un pourcentage supérieur, de chaque créneau assigné soit occupé. Cela peut être obtenu en transmettant des messages de type 2, de type 3, de type 4 et/ou de type 5.

3.6.7.3.1.2 *Contrôle des créneaux AMRT.* Le risque que le sous-système sol transmette un signal dans un créneau non attribué et ne détecte pas dans un délai de 1 seconde une transmission hors créneau qui ne respecte pas les limites définies au § 3.6.2.6 sera inférieur à  $1 \times 10^{-7}$  dans toute période de 30 secondes. En cas de détection de transmissions hors créneau, le sous-système sol cessera toute émission de données en moins de 0,5 seconde.

3.6.7.3.1.3 *Contrôle de la puissance de l'émetteur VDB.* La probabilité que la puissance émise des signaux à polarisation horizontale ou elliptique augmente de plus de 3 dB par rapport à la puissance nominale pendant plus de 1 seconde sera inférieure à  $2,0 \times 10^{-7}$  dans toute période de 30 secondes.

Note.— *La composante verticale n'est contrôlée que dans le cas de l'équipement GBAS/E.*

#### 3.6.7.3.2 *Contrôle des données*

3.6.7.3.2.1 *Contrôle de la qualité des diffusions.* Le contrôle effectué par le sous-système sol sera conforme aux spécifications relatives au délai d'alarme énoncées § 3.6.7.1.2.1. Le contrôle consistera :

a) à diffuser des messages de type 1 (et de type 11 si la diffusion de ce type est prévue) ou de type 101 sans blocs de mesures ;

b) à diffuser des messages de type 1 (et de type 11 si la diffusion de ce type est prévue) ou de type 101 avec le champ  $\delta_{pr\_gnd,i}$  (et  $\sigma_{pr\_gnd\_D,i}$  si ce champ est diffusé) indiquant que la source de mesure de distance est non valide, quelle que soit la source indiquée dans la trame précédente ;  
ou

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>200</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

c) à mettre fin à la diffusion des données.

*Note.— Les mesures des alinéas a) et b) sont préférables à l'alinéa c) si le mode de défaillance permet cette réponse, étant donné que le délai d'alarme des signaux électromagnétiques est habituellement moins élevé pour les alinéas a) et b).*

#### 3.6.7.3.3 Contrôle de l'intégrité des sources de mesure de distance GNSS

3.6.7.3.3.1 Le sous-système sol contrôlera les signaux des satellites afin de déceler d'éventuelles causes de mauvais fonctionnement du traitement différentiel des récepteurs embarqués conformes aux restrictions de poursuite spécifiées dans le Supplément D, § 8.11. Le délai d'alarme du moniteur sera conforme au § 3.6.7.1.2. Le moniteur mettra le paramètre  $\sigma_{pr\_gnd}$  à la valeur 1111 1111 pour le satellite ou exclura le satellite du message de type 1, de type 11 ou de type 101.

3.6.7.3.3.1.1 Le sous-système sol utilisera la crête de corrélation la plus élevée dans tous les récepteurs employés pour la génération des corrections de pseudodistance. 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 décrite dans le Supplément D, § 8.11.

3.6.7.3.3.2 Pour les sous-systèmes sol FAST D, la probabilité que l'erreur au point de seuil à l'atterrissage (LTP) de toute piste pour laquelle le sous-système sol prend en charge FAST D,  $|Er|$ , sur la pseudodistance corrigée lissée sur 30 secondes (§ 3.6.5.2) causée par une défaillance de la source de mesure de distance, ne soit pas détectée et prise en compte dans un délai de 1,5 seconde dans le message de type 11 diffusé se situera dans la région spécifiée au Tableau B-76 A.

Les défaillances de la source de mesure de distance pour lesquelles cette spécification s'applique sont les suivantes :

- a) déformation du signal (Note 1) ;
- b) divergence code-porteuse ;
- c) accélération excessive de la pseudodistance, par exemple un échelon ou autre changement rapide ;
- d) diffusion erronée des données d'éphémérides du satellite.

Note 1.— Voir l'Appendice D, § 8.11, pour de plus amples renseignements sur l'avionique GAEC-D concernant la déformation du signal.

56

Note 2.— Une fois qu'elle est détectée, une défaillance de la source de mesure de distance peut être traduite dans le message de type 11 :



- a) soit en supprimant du message de type 11 la correction pour le satellite correspondant,
- b) soit en marquant le satellite comme non valide en utilisant le codage de  $\sigma_{pr\_gnd\_D}$  (§ 3.6.4.11.4). Note 3.— La probabilité acceptable d'une région de détection manquée est définie en fonction de l'erreur de pseudodistance corrigée différenciellement. L'erreur de pseudodistance corrigée différenciellement,  $|Er|$ , comprend l'erreur résultant de la défaillance d'une seule source de mesure de distance, pourvu que l'avionique de l'aéronef applique correctement les corrections diffusées dans le message de type 11 du sous-système sol GBAS (c'est-à-dire la correction de pseudodistance et le taux de correction de distance définis au § 3.6.4.11) comme il est spécifié au § 3.6.8.3. L'évaluation de la performance Pmd comprend le bruit de bon fonctionnement du sous-système sol GBAS. La croissance de  $|Er|$  dans le temps devrait prendre en compte la latence des données du sous-système sol, mais pas la latence de l'élément embarqué, comme il est décrit au § 7.5.12.3.

Note 4.— Le Supplément D, § 7.5.12, contient des renseignements supplémentaires sur les spécifications relatives aux conditions et au contrôle des défaillances de la source de mesure de distance pour les sous-systèmes sol FAST D. Les messages manqués ne doivent pas nécessairement être considérés comme un des critères de la conformité à la présente spécification.

**Tableau B-76 A. Paramètres Pmd\_limit**

| Probabilité de détection manquée                      | Erreur de pseudodistance (mètres) |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| $P_{md\_limit} \leq 1$                                | $0 \leq  Er  < 0,75$              |
| $P_{md\_limit} \leq 10^{-(2,56 \square  Er  + 1,92)}$ | $0,75 \leq  Er  < 2,7$            |
| $P_{md\_limit} \leq 10^{-5}$                          | $2,7 \leq  Er  < \infty$          |

3.6.7.3.3.3 Pour les sous-systèmes sol FAST D, la probabilité qu'une erreur au LTP de toute piste pour laquelle le sous-système sol prend en charge le GAST D,  $|Er|$ , supérieure à 1,6 mètre sur la pseudodistance corrigée lissée sur 30 secondes (§ 3.6.5.2), causée par une défaillance de la source de mesure de distance, ne soit pas détectée et prise en compte dans un délai de 1,5 seconde dans le message de type 11 diffusé sera inférieure à  $1 \times 10^{-9}$  pour tout atterrissage lorsqu'elle est multipliée par la probabilité a priori ( $P_{apriori}$ ).

Les défaillances de la source de mesure de distance pour lesquelles cette spécification s'applique sont les suivantes :

- a) déformation du signal (Note 1) ;
- b) divergence code-porteuse ;

|                                                                                                                                            |                                                                                                                                         |                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br/>du Togo</p> | <p><b>RANT 10 – PART 1</b><br/><b>Télécommunications aéronautiques</b><br/><b>Aides radio à la navigation</b><br/><b>APPENDICES</b></p> | <p>Page: APP <b>202</b> de 244<br/>Révision: 01<br/>Date: 28/02/2019</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|

c) accélération excessive de la pseudodistance, par exemple, un échelon ou autre changement rapide ;

d) diffusion erronée des données d'éphémérides du satellite.

57

Note 1.— Voir l'Appendice D, § 8.11 pour de plus amples renseignements sur l'avionique GAEC-D concernant la déformation du signal.

Note 2.— Il est prévu que la probabilité à priori de chaque défaillance de la source de mesure de distance (Papriori) soit la même valeur que celle qui est utilisée dans l'analyse pour démontrer la conformité avec les spécifications relatives à la délimitation de l'erreur FAST C et D (voir Appendice B, § 3.6.5.5.1.1.1).

Note 3.— Une fois qu'elle est détectée, une défaillance de la source de mesure de distance peut être traduite dans le message de type 11:

- a) soit en supprimant du message de type 11 la correction pour le satellite correspondant,
- b) soit en marquant le satellite comme non valide en utilisant le codage de  $\sigma_{pr\_gnd\_D}$  (§ 3.6.4.11.4).

Note 4.— Le Supplément D, § 7.5.12, contient des renseignements supplémentaires sur les spécifications relatives aux conditions et au contrôle des défaillances de la source de mesure de distance pour les sous-systèmes sol FAST D. Les messages manqués ne doivent pas nécessairement être considérés comme un des critères de la conformité à la présente spécification.

#### 3.6.7.3.4 Atténuation du gradient ionosphérique

Pour les sous-systèmes sol FAST D, la probabilité d'une erreur ( $|Er|$ ) dans la pseudodistance corrigée lissée sur 30 secondes au LTP pour chaque piste prise en charge par GAST D, qui a) est causée par un gradient de retard ionosphérique spatial, b) est supérieure à la valeur EIG calculée à partir du message de type 2 diffusé et c) n'est pas détectée et prise en compte dans un délai de 1,5 seconde dans le message de type 11 diffusé sera inférieure à  $1 \times 10^{-9}$  pour tout atterrissage. Le sous-système sol FAST D limitera les paramètres de type 2 diffusés pour garantir que le EIG maximal à chaque LTP prenant en charge des opérations GAST D ne dépassera pas 2,75 mètres.

Note 1.— La probabilité totale d'un gradient de retard non détecté comprend la probabilité à priori du gradient et la probabilité d'une détection manquée par le ou les moniteur(s).

Note 2.— Des éléments indicatifs sur la validation, applicables à cette spécification, figurent au § 7.5.6.1.8.

#### 3.6.7.4 SPECIFICATIONS FONCTIONNELLES DES PROTOCOLES D'AUTHENTIFICATION

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>203</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

#### 3.6.7.4.1 *Spécifications fonctionnelles des sous-systèmes sol prenant en charge l'authentification*

3.6.7.4.1.1 Le système sol diffusera le bloc de données supplémentaires 4 avec le message de type 2, le champ définition du groupe de créneaux étant codé pour indiquer les créneaux qui sont assignés à la station sol.

3.6.7.4.1.2 Le sous –système sol ne diffusera chaque message de type 2 que dans un des ensembles de créneaux définis comme créneaux approuvés MT 2. Le premier créneau du groupe de créneaux approuvés MT 2 correspond au codage du SSID pour le sous-système sol. Le créneau A est représenté par SSID=0, le créneau B par 1, le créneau C par 2, et le créneau H par 7. Le groupe de créneaux

58

approuvés MT 2 comprend aussi le créneau qui suit le créneau qui correspond au SSID de la station s'il existe dans la trame. S'il n'y a pas de créneau supplémentaire avant la fin de la trame, seul le SSID est inclus dans l'ensemble.

Note.— Par exemple, le groupe de créneaux approuvés MT 2 pour SSID = 0 comprend les créneaux {A, B} tandis que le groupe de créneaux approuvés MT 2 pour SSID = 6 comprend les créneaux {G, H}. Le groupe de créneaux approuvés MT 2 pour SSID = 7 comprend le créneau {H} seulement.

3.6.7.4.1.2.1 L'ensemble de créneaux attribués à une station sol comprendra au minimum tous les créneaux approuvés MT 2 décrits au § 3.6.7.4.1.2.

3.6.7.4.1.3 *Occupation du créneau assigné.* Le sous–système sol transmettra les messages de manière à occuper 89% ou plus de chaque créneau assigné. Au besoin, les messages de type 3 seront utilisés pour remplir l'espace inutilisé dans un créneau temporel assigné.

Note 1.— Le Supplément D, § 7.21, contient des renseignements supplémentaires sur le calcul de l'occupation des créneaux.

Note 2.— Cette spécification s'applique à l'ensemble des transmissions de tous les émetteurs d'un sous-système sol GBAS. En raison du blocage des signaux, il est possible que toutes les transmissions ne soient pas reçues dans le volume de service.

3.6.7.4.1.4 *Codage de l'identificateur de trajectoire de référence.* La première lettre de chaque identificateur de trajectoire de référence inclus dans chaque bloc de données de segment d'approche finale (FAS) diffusé par le sous système sol dans des messages de type 4 sera sélectionnée de manière à indiquer le SSID du sous système sol, conformément au codage suivant :



Codage :      A = SSID 0  
                  X = SSID 1  
                  Z = SSID 2  
                  J = SSID 3  
                  C = SSID 4  
                  V = SSID 5  
                  P = SSID 6  
                  T = SSID 7

3.6.7.4.2      *Spécifications fonctionnelles des sous-systèmes sol qui ne prennent pas en charge l'authentification*

3.6.7.4.2.1      *Codage de l'identificateur de trajectoire de référence.* Les caractères de l'ensemble (A X Z J C V P T) ne seront pas utilisés comme premier caractère de l'identificateur de trajectoire de référence inclus dans le bloc FAS diffusé par le sous système sol à l'aide des messages de type 4.

3.6.8 ÉLÉMENTS D'AÉRONEF

3.6.8.1 Récepteur GNSS. Le récepteur GNSS compatible GBAS traitera les signaux provenant du GBAS conformément aux spécifications énoncées dans la présente section ainsi qu'aux § 3.1.3.1 et/ou 3.2.3.1 et/ou 3.5.8.1.

*Note.— Afin de garantir l'obtention de la performance requise et la réalisation des objectifs fonctionnels pour GAST D, il faut que l'équipement embarqué satisfasse à des normes de performance et fonctionnelles définies. Les normes de performances opérationnelles minimales applicables sont détaillées dans le document DO-253D de la RTCA.*

3.6.8.2 CRITÈRES DE PERFORMANCE

3.6.8.2.1 Précision du récepteur GBAS embarqué

3.6.8.2.1.1 Dans le cas du GPS et du GLONASS, la moyenne quadratique (rms) de la contribution totale du récepteur embarqué aux erreurs commises sera :

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

Où



$n$  =  $n^{\text{e}}$  source de mesure de distance  
 $\theta_n$  = angle de site de la  $n^{\text{e}}$  source de mesure de distance  
 $a_0, a_1$  et  $\theta_0$  = voir le Tableau B-77 dans le cas du GPS et le Tableau B-78 dans le cas du GLONASS

3.6.8.2.1.2 Dans le cas des satellites SBAS, la moyenne quadratique de la contribution totale du récepteur embarqué aux erreurs commises sera celle qui est indiquée au § 3.5.8.2.1 pour chacun des indicateurs de précision d'élément embarqué définis.

*Note.— La contribution du récepteur embarqué ne comprend pas l'erreur de mesure due aux trajets multiples provenant de la cellule de l'aéronef.*

**Tableau B-77. Spécification de précision des récepteurs GPS embarqués**

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

**Tableau B-78. Spécification de précision des récepteurs GLONASS embarqués**

| Indicateur de précision de l'élément embarqué | $\theta_n$<br>(degrés) | $a_0$<br>(mètres) | $a_1$<br>(mètres) | $\theta_0$<br>(degrés) |
|-----------------------------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|------------------------|
| A                                             | $\geq 5$               | 0,39              | 0,9               | 5,7                    |
| B                                             | $\geq 5$               | 0,105             | 0,25              | 5,5                    |

#### 3.6.8.2.2 Critères de performance des récepteurs de diffusion de données VHF (VDB)

3.6.8.2.2.1 *Gamme d'accord.* Le récepteur VDB pourra être accordé sur la gamme de fréquences 108,000 – 117,975 MHz par pas de 25 kHz.

3.6.8.2.2.2 *Gamme d'accrochage.* Le récepteur VDB permettra l'acquisition et la poursuite des signaux dans une bande de 418 Hz située de part et d'autre de la fréquence nominale assignée.

*Note.— La spécification précédente traduit la stabilité en fréquence du sous-système sol GBAS et le décalage Doppler maximal dû au déplacement de l'aéronef. Il est recommandé que la gamme dynamique de la commande automatique de fréquence prenne également en compte le bilan d'erreurs associé à la stabilité en fréquence du récepteur VDB embarqué.*

3.6.8.2.2.3 *Taux de messages non valides du récepteur VDB.* Le récepteur VDB présentera un taux de messages non valides inférieur ou égal à 1 sur 1 000 messages de données d'application, pleine longueur (222 octets), , dans les limites de l'intensité du champ RF définie au § 3.7.3.5.4.4 reçue par l'antenne de bord, pourvu que la variation de la puissance moyenne du signal reçu entre rafales successives dans un créneau temporel donné ne dépasse pas 40 dB. Les messages non valides



comprennent les messages perdus par le récepteur et ceux pour lesquels le contrôle de redondance cyclique s'avère négatif après application de la FEC.

*Note 1.— Une antenne de réception VDB embarquée peut être à polarisation horizontale ou verticale. En raison de la différence de force du signal dans les plans horizontal et vertical, la perte totale maximale liée au mode d'installation à bord dans le cas des antennes à polarisation horizontale, est supérieure de 4 dB à celle des antennes à polarisation verticale. Voir le Supplément D, § 7.2, pour des éléments indicatifs sur la détermination de la perte liée au mode d'installation à bord.*

*Note 2.— Il est acceptable de dépasser la spécification de variation de puissance du signal dans des parties limitées du volume de service lorsque les exigences opérationnelles le permettent. Voir les éléments indicatifs au Supplément D, § 7.12.4.1.*

**3.6.8.2.2.4 Décodage des créneaux temporels VDB.** Le récepteur VDB satisfera aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 pour tous les types de messages requis (§ 3.6.8.3.1.2.1) du sous-système sol GBAS sélectionné. Ces spécifications seront satisfaites en présence d'autres transmissions GBAS dans tous les créneaux temporels pour lesquels les niveaux observés sont conformes à ceux indiqués au § 3.6.8.2.2.5.1, alinéa b).

*Note.— Par « autres transmissions GBAS », il faut entendre : a) les autres types de messages présentant le même SSID, et b) les messages dont le SSID est différent.*

#### **3.6.8.2.2.5 Réjection sur canal commun**

**3.6.8.2.2.5.1 Diffusion de données VHF considérée comme la source de signaux non désirés.** Le récepteur VDB satisfera aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un signal de données non désiré émis sur un canal commun VHF et présentant une des caractéristiques suivantes :

a) attribué au ou aux mêmes créneaux temporels et de puissance inférieure de 26 dB ou moins à celle du signal VHF désiré à l'entrée du récepteur ;

b) attribué à un ou à des créneaux temporels différents et ne dépassant pas 72 dB au-dessus de l'intensité de champ minimale du signal VDB désiré définie au § 3.7.3.5.4.4 .

**3.6.8.2.2.5.2 VOR considéré comme la source de signaux non désirés.** Le récepteur VDB satisfera aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un signal VOR non désiré émis sur canal commun et de puissance inférieure de 26 dB à celle du signal VDB<sup>9</sup> désiré à l'entrée du récepteur.

#### **3.6.8.2.2.6 Réjection sur canal adjacent**



3.6.8.2.2.6.1 *Premiers canaux de 25 kHz adjacents ( $\pm 25$  kHz).* Le récepteur VDB satisfera aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un signal non désiré transmis sur un canal adjacent décalé de  $\pm 25$  kHz par rapport au canal désiré, et présentant une des caractéristiques suivantes :

- a) puissance supérieure de 18 dB à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est un autre signal VDB attribué au ou aux mêmes créneaux temporels ; ou
- b) puissance égale à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est le signal VOR.

3.6.8.2.2.6.2 *Deuxièmes canaux de 25 kHz adjacents ( $\pm 50$  kHz).* Le récepteur VDB satisfera aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un signal non désiré transmis sur un canal adjacent décalé de  $\pm 50$  kHz par rapport au canal désiré, et présentant une des caractéristiques suivantes :

- a) puissance supérieure de 43 dB à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est un autre signal VDB attribué au ou aux mêmes créneaux temporels ; ou
- b) puissance supérieure de 34 dB à celle du signal désiré si le signal non désiré est le signal VOR.

3.6.8.2.2.6.3 *Troisièmes canaux de 25 kHz adjacents et canaux adjacents suivants ( $\pm 75$  kHz ou plus).* Le récepteur VDB satisfera aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un signal non désiré transmis sur un canal adjacent décalé de  $\pm 75$  kHz ou plus par rapport au canal désiré, et présentant une des caractéristiques suivantes :

- a) puissance supérieure de 46 dB à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est un autre signal VDB attribué au ou aux mêmes créneaux temporels ; ou
- b) puissance supérieure de 46 dB à celle du signal désiré à l'entrée du récepteur si le signal non désiré est le signal VOR.

3.6.8.2.2.7 *Réjection des signaux hors canal provenant de sources situées à l'intérieur de la bande 108,000 – 117,975 MHz.* En l'absence de signal VDB dans le canal considéré, le récepteur VDB n'extraira pas de données d'un signal VDB non désiré transmis sur un autre canal assignable.

3.6.8.2.2.8 *Réjection des signaux provenant de sources situées à l'extérieur de la bande 108,000 – 117,975 MHz*

3.6.8.2.2.8.1 *Immunité de la VDB à l'égard du brouillage.* Le récepteur VDB satisfera aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence d'un ou de plusieurs signaux ayant la fréquence et le niveau de brouillage total spécifiés au Tableau B-79.



3.6.8.2.2.8.2 *Désensibilisation.* Le récepteur VDB satisfera aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence de signaux de diffusion FM VHF présentant les niveaux de signal indiqués dans les Tableaux B-80 et B-81.

3.6.8.2.2.8.3 *Immunité des signaux VDB à l'égard de l'intermodulation FM.* Le récepteur VDB satisfera aux spécifications énoncées au § 3.6.8.2.2.3 en présence de brouillage dû à des produits d'intermodulation du troisième ordre de deux signaux, engendrés par deux signaux de radiodiffusion FM VHF dont les niveaux sont :

$$2N_1 + N_2 + 3 [23 - S_{\max}] \leq 0$$

dans le cas des signaux de radiodiffusion sonore FM VHF dans la gamme 107,7 – 108,0 MHz, et à :

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

dans le cas des signaux de radiodiffusion sonore FM VHF au-dessous de 107,7 MHz, les fréquences des deux signaux de radiodiffusion sonore FM VHF produisant, dans le récepteur, un produit d'intermodulation du troisième ordre de deux signaux sur la fréquence VDB désirée.

$N_1$  et  $N_2$  sont les niveaux (dBm) des deux signaux de radiodiffusion sonore FM VHF à l'entrée du récepteur VDB. Aucun des deux niveaux ne dépassera les critères de désensibilisation spécifiés au § 3.6.8.2.2.8.2.

$\Delta f = 108,1 - f_1$ ,  $f_1$  étant la fréquence de  $N_1$ , le signal de radiodiffusion FM VHF le plus près de 108,1 MHz.

$S_{\max}$  est la puissance maximale du signal VDB désiré à l'entrée du récepteur

*Note.— Comme les spécifications d'immunité à l'égard de l'intermodulation FM ne sont pas appliquées aux canaux VDB fonctionnant au-dessous de 108,1 MHz, les fréquences inférieures à 108,1 MHz sont exclues des assignations générales. Le Supplément D, § 7.2.1.2, donne des renseignements supplémentaires à ce sujet.*

### 3.6.8.3 SPÉCIFICATIONS FONCTIONNELLES RELATIVES AUX ÉLÉMENTS EMBARQUÉS

*Note.— Sauf indication contraire, les spécifications ci-après s'appliquent à toutes les classifications d'équipement GBAS embarqué décrites dans le Supplément D, § 7.1.4.3.*

#### 3.6.8.3.1 Conditions d'utilisation des données

3.6.8.3.1.1 Le récepteur n'utilisera les données contenues dans un message GBAS que si le code CRC de ce dernier a été vérifié.



3.6.8.3.1.2 Le récepteur n'utilisera les données de message que si la séquence de bits composant l'identificateur de bloc-message (MBI) est 1010 1010.

3.6.8.3.1.2.1 Capacité de traitement des messages GBAS. Le récepteur GBAS traitera au minimum les types de messages GBAS indiqués au Tableau B-82.

3.6.8.3.1.2.2 *Traitement par l'équipement embarqué en vue de la comptabilité aval*

*Note – Des dispositions ont été prises pour permettre le développement futur des normes du GBAS afin de prendre en charge de nouvelles fonctionnalités. De nouveaux types de messages, de nouveaux blocs de données supplémentaires pour les messages de types 2 et de nouveaux blocs de données définissant les trajectoires de référence à inclure dans les messages de type 4 peuvent être définis. Pour faciliter la prise en charge de ces nouvelles fonctionnalités, tout l'équipement devrait être conçu de manière à ne pas tenir compte des types de données qui ne sont pas reconnus.*

3.6.8.3.1.2.2.1 *Traitement des types de messages inconnus.* L'existence de messages inconnus du récepteur embarqué n'empêchera pas le traitement correct des messages requis.

3.6.8.3.1.2.2.2 *Traitement des blocs de données longs de type 2 inconnus.* L'existence de blocs de données supplémentaires de messages de types 2 inconnus du récepteur embarqué n'empêchera pas le traitement correct des messages requis.

3.6.8.3.1.2.2.3 *Traitement de blocs de données de type 4 inconnus.* L'existence de blocs de données de type 4 inconnus du récepteur embarqué n'empêchera pas le traitement correct des messages requis.

*Note - Même si les SARP actuelles ne contiennent actuellement qu'une seule définition du bloc de données à inclure dans le message de type 4, les futures normes du GBAS pourraient comprendre d'autres définitions de la trajectoire de référence.*

3.6.8.3.1.3 Le récepteur n'utilisera que les blocs de mesures de distance pour lesquels le paramètre compte Z modifié est le même.

3.6.8.3.1.4 Si la  $D_{max}$  est diffusée par le sous-système sol, le récepteur n'appliquera les corrections de pseudodistance que lorsque la distance au point de référence GBAS est inférieure à la  $D_{max}$ .

3.6.8.3.1.5 Le récepteur n'appliquera que les corrections de pseudodistance qui proviennent du dernier ensemble de corrections reçu pour un type de mesure donné. Si le nombre de champs de mesure dans les types de messages (comme il est spécifié à l'Appendice B, § 3.6.7.2.1.1.1 pour le type de service actif) 101 les plus récents indique qu'il n'y a pas de blocs de mesures, le récepteur n'appliquera pas de corrections GBAS pour ce type de mesure.

3.6.8.3.1.6 Validité des corrections de pseudodistance

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>210</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

3.6.8.3.1.6.1 Lorsque le type de service actif est A, B ou C, le récepteur exclura de la solution de navigation différentielle toute source de mesure de distance pour laquelle la séquence de bits composant le paramètre  $\delta_{pr\_gnd}$  dans les messages de type 1 ou de type 101 est 1111 1111.

3.6.8.3.1.6.2 Si le type de service actif est D, le récepteur exclura de la solution de navigation différentielle toute source de mesure de distance pour laquelle la séquence de bits composant le paramètre  $\sigma_{pr\_gnd\_D}$  dans le message de type 11 ou  $\sigma_{pr\_gnd}$  dans le message de type 1 est « 1111 1111 ».

**Tableau B-79. Niveau maximal du signal non désiré à l'entrée du récepteur**

| Fréquence                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Niveau maximal du signal non désiré<br>à l'entrée du récepteur (en dB au-dessus du Smax)                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| de 50 kHz jusqu'à 88 MHz<br>88 MHz – 107,900 MHz<br>108,000 MHz – 117,975 MHz<br>118,000 MHz<br>118,025 MHz<br>de 118,050 MHz jusqu'à 1 660,5 MHz<br>Fréquence                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | - 12<br>(voir § 3.6.8.2.2.8.2 et 3.6.8.2.2.8.3)<br>Fréquences exclues<br>-43<br>-40<br>-12                                                                             |
| de 50 kHz jusqu'à 88 MHz<br>88 MHz – 107,900 MHz<br>108,000 MHz – 117,975 MHz<br>118,000 MHz<br>118,025 MHz<br>de 118,050 MHz jusqu'à 1 660,5 MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Niveau maximal du signal non désiré<br>à l'entrée du récepteur (en dB m au-dessus du Smax)<br>-12<br>(voir § 3.6.8.2.2.8.2)<br>Fréquences exclues<br>-43<br>-40<br>-12 |
| Notes.—<br>1. Les points adjacents désignés par ces fréquences sont liés par une relation linéaire.<br>2. Il se peut que ces spécifications ne permettent pas d'assurer la compatibilité entre les récepteurs VDB et les systèmes de communication VHF, notamment si l'aéronef utilise la composante à polarisation verticale de la diffusion des données VHF. Sans cette coordination entre les assignations de fréquences de communication et de navigation ou le respect d'une bande de garde à l'extrémité supérieure de la bande 112 – 117,975 MHz, les niveaux maximaux indiqués pour les canaux VHF de communication situés dans la partie inférieure (118,000, 118,00833, 118,01666, 118,025, 118,03333, 118,04166, 118,05) peuvent être dépassés à l'entrée des récepteurs VDB. Dans ce cas, il faudra prendre des mesures pour atténuer les signaux de communication à l'entrée des récepteurs VDB (par exemple, séparation des antennes). La compatibilité finale devra être assurée au moment de l'installation de l'équipement à bord de l'aéronef.<br>3. Smax est la puissance maximale du signal VDB désiré à l'entrée du récepteur. |                                                                                                                                                                        |

**Tableau B-80. Spécifications relatives à la fréquence de désensibilisation et**

|                                                                                                                                       |                                                                                                                               |                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <br>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br>du Togo | <b>RANT 10 – PART 1</b><br><b>Télécommunications aéronautiques</b><br><b>Aides radio à la navigation</b><br><b>APPENDICES</b> | Page: APP <b>211</b> de 244<br>Révision: 01<br>Date: 28/02/2019 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

**à la puissance des fréquences VDB de 108,025 à 111,975 MHz**

| Fréquence                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Niveau de puissance maximal des signaux<br>non désirés à l'entrée du récepteur (en dB au-dessus du Smax) |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 88 MHz ≤ f ≤ 102 MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 16                                                                                                       |
| 104 MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 11                                                                                                       |
| 106 MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 56                                                                                                       |
| 107,9 MHz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 9                                                                                                        |
| Notes.—<br>1. Les points adjacents désignés par ces fréquences sont liés par une relation linéaire.<br>2. La spécification relative à la désensibilisation ne s'applique pas aux porteuses FM au-dessus de 107,7 MHz ni aux canaux VDB à 108,025 ou 108,050 MHz. Voir Supplément D, § 7.2.1.2.2.<br>3. Smax est la puissance maximale du signal VDB désiré à l'entrée du récepteur. |                                                                                                          |

**Tableau B-81. Spécifications relatives à la fréquence de désensibilisation et à la puissance des fréquences VDB de 112,000 à 117,975 MHz**

| Fréquence                                                                                                                                                                              | Niveau de puissance maximal des signaux<br>non désirés à l'entrée du récepteur (en dB au-dessus du Smax) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 88 MHz ≤ f ≤ 104 MHz                                                                                                                                                                   | 16                                                                                                       |
| 106 MHz                                                                                                                                                                                | 11                                                                                                       |
| 107 MHz                                                                                                                                                                                | 6                                                                                                        |
| 107,9 MHz                                                                                                                                                                              | 1                                                                                                        |
| Notes.—<br>1. Les points adjacents désignés par ces fréquences sont liés par une relation linéaire.<br>2. Smax est la puissance maximale du signal VDB désiré à l'entrée du récepteur. |                                                                                                          |

**Tableau B-82. Types de messages traités par l'équipement embarqué**

| Classification de l'équipement GBAS<br>embarqué (GAEC) | Types de messages que doit au minimum<br>traiter l'équipement embarqué |
|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| IGAEC A                                                | MT 1 ou 101, MT 2 (y compris ADB 1 et 2 le cas échéant)                |
| GAEC B                                                 | MT 1, MT 2 (y compris ADB 1 et 2 le cas échéant), MT 4                 |
| IGAEC C                                                | MT 1, MT 2 (y compris ADB 1 le cas échéant), MT 4                      |
| GAEC D                                                 | MT 1, MT 2 (y compris ADB 1, 2, 3 et 4), MT 4, MT 11                   |

3.6.8.3.1.7 Le récepteur n'utilisera une source de mesure de distance dans la solution de navigation différentielle que si l'heure d'application indiquée dans le compte Z modifié du message de type 1, de type 11 ou de type 101 contenant le paramètre de décorrélation des éphémérides de cette source de mesure de distance remonte à moins de 120 s.



3.6.8.3.1.8 *Conditions d'utilisation des données pour la prise en charge des services d'approche.* 3.6.8.3.1.8.1 Durant les dernières étapes d'une approche, le récepteur n'utilisera que les blocs de mesures des messages de type 1, de type 11 ou de type 101 reçus au cours des 3,5 dernières secondes.

Note.— Le Supplément D, § 7.5.12.3, contient des éléments indicatifs sur le délai d'alarme.

3.6.8.3.1.8.2 Indications GCID

3.6.8.3.1.8.2.1 Lorsque le type de service actif est A, B ou C le récepteur n'utilisera les données de messages provenant d'un sous-système sol GBAS pour le guidage que si le GCID indique 1, 2, 3 ou 4 avant le début des dernières étapes d'une approche.

3.6.8.3.1.8.2.2 Lorsque le type de service actif est D, le récepteur n'utilisera les données de messages provenant d'un sous-système sol GBAS pour le guidage que si le GCID indique 2, 3 ou 4 avant le début des dernières étapes d'une approche.

3.6.8.3.1.8.3 Le récepteur ne tiendra pas compte des changements de GCID pendant les dernières étapes de l'approche.

3.6.8.3.1.8.4 Le récepteur n'assurera pas de guidage vertical fondée sur un bloc de données FAS précis transmis dans un message de type 4 si la valeur du paramètre FASVAL reçu avant le début des dernières étapes de l'approche est 1111 1111.

3.6.8.3.1.8.5 Le récepteur n'assurera pas de guidage d'approche fondé sur un bloc de données FAS précis transmis dans un message de type 4 si la valeur du paramètre FASLAL reçu avant le début des dernières étapes de l'approche est 1111 1111.

3.6.8.3.1.8.6 Le récepteur ne tiendra pas compte des changements de valeur des données FASLAL et FASVAL transmises dans un message de type 4 pendant les dernières étapes de l'approche.

3.6.8.3.1.8.7 Le récepteur n'utilisera les données FAS que si leur code CRC a été vérifié.

3.6.8.3.1.8.8 Le récepteur n'utilisera que les messages dans lesquels l'ID GBAS (de l'en-tête du bloc-message) correspond à l'ID GBAS de l'en-tête du message de type 4 qui contient les données FAS choisies ou du message de type 2 qui contient le RSDS choisi.

3.6.8.3.1.8.9 *Utilisation des données FAS*

3.6.8.3.1.8.9.1 Le récepteur utilisera les messages de type 4 pour déterminer le FAS pour l'approche de précision.

3.6.8.3.1.8.9.2 Le récepteur utilisera les messages de type 4 pour déterminer le FAS pour les approches qui sont prises en charge par le type de service d'approche GBAS (GAST) A ou B associée à un numéro de canal allant de 20 001 à 39 999.



3.6.8.3.1.8.9.3 Le récepteur utilisera le FAS conservé dans une base de données embarquée pour les approches qui sont prises en charge par le type de service d'approche GBAS (GAST) Aassociées à un numéro de canal allant de 40 000 à 99 999.

3.6.8.3.1.8.10 Quand le sous-système sol GBAS ne diffuse pas de message de type 4 et que les données FAS choisies sont mises à la disposition du récepteur à partir d'une base de données embarquée, le récepteur utilisera seulement les messages provenant du sous-système sol GBAS prévu.

#### 3.6.8.3.1.9 Conditions d'utilisation des données pour le service de localisation GBAS

3.6.8.3.1.9.1 Le récepteur n'utilisera que les blocs de mesures des messages de type 1 reçus au cours des 7,5 dernières secondes.

3.6.8.3.1.9.2 Le récepteur n'utilisera que les blocs de mesures des messages de type 101 reçus au cours des 5 dernières secondes.

3.6.8.3.1.9.3 Le récepteur n'utilisera les données de messages que s'il reçoit un message de type 2 contenant le bloc de données supplémentaires 1 et que si le paramètre RSDS de ce bloc indique que le service de localisation GBAS est assuré.

3.6.8.3.1.9.4 Le récepteur n'utilisera que les messages dans lesquels l'ID GBAS (de l'en-tête du bloc-message) correspond à l'ID GBAS de l'en-tête du message de type 2 qui contient le RSDS choisi.

#### 3.6.8.3.2 Intégrité

*Délimitation des erreurs commises par l'élément embarqué.* Pour chaque satellite utilisé dans la solution de navigation, le récepteur calculera le paramètre  $\sigma_{\text{récepteur}}$  de manière qu'une distribution normale à moyenne nulle et un écart type égal à  $\sigma_{\text{récepteur}}$  limite la contribution du récepteur à l'erreur de pseudodistance corrigée comme suit :

$$\int_y^{\infty} f_n(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ pour tous les } \frac{y}{\sigma} \geq 0 \text{ et}$$

$$\int_{-\infty}^{-y} f_n(x) dx \leq Q\left(\frac{y}{\sigma}\right) \text{ pour tous les } \frac{y}{\sigma} \geq 0$$

où :

$f(x)$  = densité de probabilité de l'erreur résiduelle de pseudodistance de l'aéronef

et



$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

3.6.8.3.2.2 *Utilisation des paramètres d'intégrité GBAS.* L'élément aéronef calculera et appliquera les niveaux de protection vertical, latéral et horizontal décrits au § 3.6.5.5 Si le paramètre  $B_{i,j}$  est mis à la valeur binaire 1000 0000, ce qui indique que la mesure n'est pas disponible, l'élément aéronef tiendra pour acquis que  $B_{i,j}$  est nul. Pour l'approche de précision de catégorie I et l'approche APV, l'élément aéronef vérifiera que les niveaux de protection vertical et latéral calculés sont inférieurs aux seuils d'alarme vertical et latéral correspondants définis au § 3.6.5.6.

#### 3.6.8.3.3 *Utilisation des éphémérides satellitaires*

3.6.8.3.3.1 *Vérification du paramètre IOD.* Le récepteur n'utilisera que les satellites pour lesquels l'IOD diffusé par le GBAS dans le message de type 1 ou de type 101 est le même que l'IOD de la constellation satellitaire de base pour les données d'horloge et d'éphémérides utilisées par le récepteur.

3.6.8.3.3.2 *Contrôle de redondance cyclique.* Le récepteur calculera le code CRC des éphémérides pour chaque source de mesure de distance de la ou des constellations satellitaires de base, utilisée pour le calcul de la position. Le code CRC calculé sera comparé, pour validation, au code CRC des éphémérides transmis dans le message de type 1 ou de type 101 avant de l'utiliser dans la solution de position et, dans la seconde précédant la réception d'un nouveau code CRC. Le récepteur cessera immédiatement d'utiliser les satellites pour lesquels la valeur calculée et la valeur transmise du code ne concordent pas.

#### 3.6.8.3.3.3 *Limites de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides*

3.6.8.3.3.3.1 *Limites de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour les services d'approche GBAS.* Si le sous-système sol fournit le bloc de données supplémentaires 1 dans les messages de type 2, l'élément embarqué calculera, moins de 1 s après la réception des paramètres diffusés nécessaires, les limites de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides (§ 3.6.5.8.1) pour chaque source de mesure de distance d'une constellation satellitaire de base utilisée dans la solution de position. L'élément embarqué vérifiera que les limites verticale et latérale ( $VEB_j$  et  $LEB_j$ ) calculées de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides ne sont pas supérieures aux seuils d'alarme vertical et latéral correspondants définis au § 3.6.5.6.

3.6.8.3.3.3.2 *Limite de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides pour le service de localisation GBAS.* L'élément embarqué calculera et appliquera la limite horizontale de l'erreur de position due aux erreurs des éphémérides ( $HEB_i$ ) définie au § 3.6.5.8.2 pour chaque source de

|                                                                                                                                            |                                                                                                                                         |                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Agence Nationale de l'Aviation Civile<br/>du Togo</p> | <p><b>RANT 10 – PART 1</b><br/><b>Télécommunications aéronautiques</b><br/><b>Aides radio à la navigation</b><br/><b>APPENDICES</b></p> | <p>Page: APP <b>215</b> de 244<br/>Révision: 01<br/>Date: 28/02/2019</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|

mesure de distance d'une constellation satellitaire de base utilisée dans la solution de position du service de localisation..

#### 3.6.8.3.4 *Perte de messages*

3.6.8.3.4.1 l'équipement embarqué fonctionnant avec le GAST C comme type de service actif, le récepteur fournira une alarme appropriée s'il n'a reçu aucun message de type 1 ou de type 101 au bout de 3,5 secondes. 3.6.8.3.4.2 Pour l'équipement embarqué fonctionnant avec le GAST A ou B comme type de service actif, le récepteur fournira une alarme appropriée s'il n'a reçu aucun message de type 1 ou de type 101 au bout de 3,5 secondes.

3.6.8.3.4.3 Pour l'équipement embarqué fonctionnant avec GAST D comme type de service actif, le récepteur fournira une alarme appropriée ou modifiera le type de service actif si l'une quelconque des conditions ci-après est remplie :

- a) La solution de position calculée se situe à moins de 200 pieds au-dessus du LTP/FTP pour l'approche sélectionnée et aucun message de type 1 n'a été reçu au cours de la dernière période de 1,5 seconde.
- b) La solution de position calculée se situe à moins de 200 pieds au-dessus du LTP/FTP pour l'approche sélectionnée et aucun message de type 11 n'a été reçu au cours de la dernière période de 1,5 seconde.
- c) La solution de position calculée se situe à 200 pieds ou plus au-dessus du LTP/FTP pour l'approche sélectionnée et aucun message de type 1 n'a été reçu au cours de la dernière période de 3,5 secondes.
- d) La solution de position calculée se situe à 200 pieds ou plus au-dessus du LTP/FTP pour l'approche sélectionnée et aucun message de type 11 n'a été reçu au cours de la dernière période de 3,5 secondes.

3.6.8.3.4.4 Pour le service de localisation GBAS utilisant les messages de type 1, le récepteur fournira une alarme appropriée s'il n'a reçu aucun message de type 1 au bout de 7,5 secondes.

3.6.8.3.4.45 Pour le service de localisation GBAS utilisant les messages de type 101, le récepteur fournira une alarme appropriée s'il n'a reçu aucun message de type 101 au bout de 5 secondes.

#### 3.6.8.3.5 *Mesures de pseudodistance à bord.*

3.6.8.3.5.1 *Lissage par la porteuse pour l'équipement embarqué.* L'équipement embarqué utilisera le lissage par porteuse standard de 100 secondes des mesures de la phase du code défini au § 3.6.5.1. Durant les 100 premières secondes après le démarrage du filtre, la valeur de x sera :

- a) une constante égale au pas d'échantillonnage divisé par 100 secondes ; ou
- b) une quantité variable définie par le pas d'échantillonnage divisé par le temps en secondes écoulé depuis le démarrage du filtre.

3.6.8.3.5.2 *Lissage par la porteuse pour l'équipement embarqué fonctionnant avec GAST D comme type de service actif.* L'équipement embarqué fonctionnant avec GAST D comme type de



service actif utilisera le lissage par la porteuse sur 30 secondes des mesures de la phase du code, comme il est défini au § 3.6.5.1.

*Note.— Pour l'équipement qui prend en charge GAST D, deux ensembles de pseudodistances lissées sont utilisés. La forme du filtre de lissage donnée au § 3.6.5.1 est la même pour les deux ensembles et seule la constante de temps diffère (c'est à dire 100 secondes et 30 secondes). Le Supplément D, § 7.19.3, contient des éléments indicatifs sur le lissage par la porteuse pour GAST D.*

**3.6.8.3.6 Spécifications relatives à la solution de position différentielle spécifique à un type de service.** L'équipement embarqué calculera toutes les solutions de position d'une manière qui soit conforme aux protocoles pour l'application des données (§ 3.6.5.5.1.1.2).

*Note.— La forme générale de la pondération utilisée dans la solution de position différentielle est donnée au § 3.6.5.5.1.1.2. La nature exacte des informations du sous-système sol qui sont utilisées dans la solution de position différentielle dépend du type de service (c'est-à-dire le service de localisation par rapport au service d'approche) et du type de service d'approche actif. Les spécifications particulières pour chaque type de service sont définies dans le document DO-253D de la RTCA. Le Supplément D, § 7.19, contient des renseignements supplémentaires sur le traitement normal de l'information de position.*

### **3.7 Protection contre le brouillage**

#### **3.7.1 CRITÈRES DE PERFORMANCE**

*Note 1.— Dans le cas des récepteurs GPS et GLONASS non renforcés, la protection contre le brouillage se mesure par rapport aux paramètres de performance suivants :*

|                                      | <b>GPS</b> | <b>GLONASS</b> |
|--------------------------------------|------------|----------------|
| <b>Erreur de poursuite (1 sigma)</b> | 0,36 m     | 0,8 m          |

*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 et GLONASS.*

*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 et 3.5.8.4.1.*

*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 sous-entendent un gain d'antenne minimal standard de -4,5 dBic pour les angles de site supérieurs à 5°, et un gain maximal de l'antenne de bord de –*



*10 dBic dans l'hémisphère inférieure. Dans le cas des antennes non standard présentant un gain minimal différent pour les angles de site supérieurs à 5°, le niveau de brouillage des signaux peut être modifié en conséquence, pourvu que le rapport signal-brouillage soit maintenu.*

*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.*

### 3.7.2 BROUILLAGE PAR ONDES ENTRETENUES

#### 3.7.2.1 RÉCEPTEURS GPS ET SBAS

3.7.2.1.1 Une fois en mode navigation stabilisée, les récepteurs GPS et SBAS satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à la borne l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-83 et illustrés à la Figure B-15, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de - 164 dBW à la borne de l'antenne.

3.7.2.1.2 Durant l'acquisition initiale des signaux GPS et SBAS (préalable à la navigation en mode stationnaire), 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.

#### 3.7.2.2 RÉCEPTEURS GLONASS

3.7.2.2.1 Les récepteurs GLONASS utilisés pour l'approche de précision ou utilisés à bord avec un système de communications par satellite satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs par ondes entretenues dont le niveau de puissance à l'entrée de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-84 et illustrés à la Figure B-16, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de -165,5 dBW à l'entrée de l'antenne.

3.7.2.2.2 Les critères de performance s'appliquant aux récepteurs GLONASS utilisés pour l'approche classique correspondront à des seuils de brouillage inférieurs de 3 dB à ceux du Tableau B-84. Pour les opérations en région terminale et en route en mode stationnaire et pour l'acquisition initiale des signaux GLONASS (préalable à la navigation en mode stationnaire), les seuils de brouillage admissibles seront inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau B-84.

### 3.7.3 BRUIT À LARGEUR DE BANDE LIMITÉE DE TYPE BROUILLAGE

#### 3.7.3.1 RÉCEPTEURS GPS ET SBAS

3.7.3.1.1 Une fois en mode de navigation stationnaire, les récepteurs GPS et SBAS utilisés pour l'approche de précision ou utilisés à bord avec un système de communications par satellite 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 l'entrée de



l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-85 et illustrés à la Figure B-17, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-164,5$  dBW à l'entrée de l'antenne.

*Note.*—  $B_{wi}$  représente ici la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.

3.7.3.1.2 Les critères de performance s'appliquant aux récepteurs GPS et SBAS utilisés pour l'approche classique correspondront à des seuils de brouillage sur signaux à caractère de bruit et à largeur de bande limitée inférieurs de 3 dB à ceux du Tableau B-85. Pour les opérations en région terminale et en route en mode stationnaire et pour l'acquisition initiale des signaux GPS et SBAS (préalable à la navigation en mode stationnaire), les seuils de brouillage admissibles sur signaux à caractère de bruit et à largeur de bande limitée seront inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau B-84.

### 3.7.3.2 RÉCEPTEURS GLONASS

3.7.3.2.1 Une fois en mode de navigation stationnaire, les récepteurs GLONASS utilisés pour l'approche de précision ou utilisés à bord avec un système de communications par satellite satisferont aux critères de performance relatifs aux signaux brouilleurs à caractère de bruit présents dans la gamme de fréquences  $f_k \pm B_{wi}/2$  et dont le niveau de puissance à l'entrée de l'antenne atteint l'un des seuils définis au Tableau B-86, dans l'hypothèse d'un niveau de signal désiré de  $-165,5$  dBW à l'entrée de l'antenne.

*Note.*—  $f_k$  est la fréquence centrale du canal GLONASS considéré ( $f_k = 1\,602\text{ MHz} + k \times 0,6525\text{ MHz}$ ,  $k = -7 \dots +13$ ), comme l'indique le Tableau B-16 et  $B_{wi}$  est la largeur de bande passante de bruit équivalente du signal brouilleur.

3.7.3.2.2 Les critères de performance s'appliquant aux récepteurs GLONASS utilisés pour l'approche classique correspondront à des seuils de brouillage sur signaux à caractère de bruit et à largeur de bande limitée inférieurs de 3 dB à ceux du Tableau B-85. Pour les opérations en région terminale et en route en mode stationnaire et pour l'acquisition initiale des signaux GLONASS (préalable à la navigation en mode stationnaire), les seuils de brouillage admissibles sur signaux à caractère de bruit et à largeur de bande limitée seront inférieurs de 6 dB à ceux du Tableau B-86.

*Note.*— Dans le cas des approches, il est supposé que le récepteur fonctionne en mode de poursuite, sans acquisition de nouveaux satellites.

**Tableau B-82. Types de messages traités par l'équipement embarqué**

| Performance théorique de l'équipement embarqué | Types de messages que doit au minimum traiter l'équipement embarqué |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| APV-I                                          | MT 1 ou 101, MT 2 (y compris ADB 1 et 2 le cas échéant)             |
| APV-II                                         | MT 1, MT 2 (y compris ADB 1 et 2 le cas échéant), MT 4              |
| Catégorie I                                    | MT 1, MT 2 (y compris ADB 1 le cas échéant), MT 4                   |



Gamme de fréquences  $f_i$  du signal brouilleur      Seuil de brouillage des récepteurs en mode  
de navigation stabilisée

**$f_i \leq 1\,315\text{ MHz}$**

**– 4,5 dBW**

**$1\,135\text{ MHz} < f_i \leq 1500\text{ MHz}$**

Décroissant linéairement de  
–4,5 dBW à 38 dBW

**$1500\text{ MHz} < f_i \leq 1525\text{ MHz}$**

Décroissant linéairement de  
–38 dBW à – 42 dBW

**$1525\text{ MHz} < f_i \leq 1565,42\text{ MHz}$**

Décroissant linéairement de  
–42 dBW à – 150,5 dBW

**$1565,42\text{ MHz} < f_i \leq 1585,42\text{ MHz}$**

**–150,5 dBW**

**$1585,42\text{ MHz} < f_i \leq 1610\text{ MHz}$**

croissant linéairement de  
–150,5 dBW à – 60 dBW

**$1610\text{ MHz} < f_i \leq 1618\text{ MHz}$**

Croissant linéairement de –60 dBW à –  
42 dBW\*

**$1618\text{ MHz} < f_i \leq 2000\text{ MHz}$**

Croissant linéairement de –60 dBW à –  
42 dBW\*

**$1610\text{ MHz} < f_i \leq 1625,5\text{ MHz}$**

Croissant linéairement de –60 dBW à –  
42 dBW\*\*

**$1625,5\text{ MHz} < f_i \leq 2000\text{ MHz}$**

Croissant linéairement de –22 dBW à –  
8,5 dBW\*\*

**$f_i > 2000$**

**– 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 communication par satellite**

**Tableau B-84. Seuils de brouillage applicables aux récepteurs GLONASS en mode de navigation stabilisée**

| Gamme de fréquences $f_i$ du signal<br>brouilleur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Seuil de brouillage des récepteurs en mode<br>de navigation stabilisée                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $f_i \leq 1\,315\text{ MHz}$<br>$1\,315\text{ MHz} < f_i \leq 1\,562,15625\text{ MHz}$<br>$1\,562,15625\text{ MHz} < f_i \leq 1\,583,65625\text{ MHz}$<br>$1\,583,65625\text{ MHz} < f_i \leq 1\,592,9525\text{ MHz}$<br>$1\,592,9525\text{ MHz} < f_i \leq 1\,609,36\text{ MHz}$<br>$1\,609,36\text{ MHz} < f_i \leq 1\,613,65625\text{ MHz}$<br>$1\,613,65625\text{ MHz} < f_i \leq 1\,635,15625\text{ MHz}$<br>$1\,613,65625\text{ MHz} < f_i \leq 1\,626,15625\text{ MHz}$<br>$1\,635,15625\text{ MHz} < f_i \leq 2\,000\text{ MHz}$<br>$1\,626,15625\text{ MHz} < f_i \leq 2\,000\text{ MHz}$<br>$f_i > 2\,000\text{ MHz}$ | <p>-4,5 dBW<br/> Décroissant linéairement de -4,5 dBW à -42 dBW<br/> Décroissant linéairement de -42 dBW à -80 dBW<br/> Décroissant linéairement de -80 dBW à -149 dBW<br/> -149 dBW<br/> Croissant linéairement de -149 dBW à -80 dBW<br/> Croissant linéairement de -80 dBW à -42 dBW*<br/> Croissant linéairement de -80 dBW à -22 dBW**<br/> Croissant linéairement de -42 dBW à -8,5 dBW*<br/> Croissant linéairement de -22 dBW à -8,5 dBW**<br/> -8,5 dBW</p> |

\* 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-85. Récepteurs GPS et SBAS en approche de précision en mode de navigation stabilisée : seuils de brouillage applicables aux signaux brouilleurs à caractère de bruit et à largeur de bande limitée**

| Largeur de bande brouillage                | Seuil de brouillage des récepteurs en<br>mode de navigation stabilisée |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| $0\text{ Hz} < Bw_i \leq 700\text{ Hz}$    | - 150,5 dBW                                                            |
| $700\text{ Hz} < Bw_i \leq 10\text{ kHz}$  | Croissant linéairement de - 150,5 à - 143,5 dBW                        |
| $10\text{ kHz} < Bw_i \leq 100\text{ kHz}$ | Croissant linéairement de - 143,5 à - 140,5 dBW                        |



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP **221** de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

**100 kHz < Bw<sub>i</sub> ≤ 1 MHz**

**- 140,5 dBW**

**1 MHz < Bw<sub>i</sub> ≤ 20 MHz**

Croissant linéairement de - 140,5 à - 127,5  
dBW\*

**20 MHz < Bw<sub>i</sub> ≤ 30 MHz**

Croissant linéairement de - 127,5 à - 121,1  
dBW\*

**30 MHz < Bw<sub>i</sub> ≤ 40 MHz**

Croissant linéairement de - 121,1 à - 119,5  
dBW\*

**40 MHz < Bw<sub>i</sub>**

**- 119,5 dBW\***

**\* Le seuil de brouillage ne doit pas dépasser - 140,5 KBW/MHz dans la gamme de fréquences 1 575,42 ± 10 MHz.**

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

| Largeur de bande du brouillage     | Seuil de brouillage                       |
|------------------------------------|-------------------------------------------|
| 0 Hz < Bw <sub>i</sub> ≤ 1 kHz     | -149 dBW                                  |
| 1 kHz < Bw <sub>i</sub> ≤ 10 kHz   | Croissant linéairement de -149 à -143 dBW |
| 10 kHz < Bw <sub>i</sub> ≤ 0,5 MHz | -143 dBW                                  |
| 0,5 MHz < Bw <sub>i</sub> ≤ 10 MHz | Croissant linéairement de -143 à -130 dBW |
| 10 MHz < Bw <sub>i</sub>           | -130 dBW                                  |

Tableau B-87. Seuils du brouillage par impulsions

|                                                                                                                  | GPS et SBAS           | GLONASS                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| <b>Gamme de fréquences</b><br><b>(pour les signaux dans la</b><br><b>bande et proches de la</b><br><b>bande)</b> | 1 575,42 MHz ± 20 MHz | 1 592,9525 MHz à 1 609,36<br>MHz |
| <b>Seuil de brouillage (à la</b><br><b>puissance de crête des</b>                                                | -20 dBW               | -20 dBW                          |



impulsions) pour un  
brouillage dans la bande et  
proche de la bande)

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

Largeur des impulsions

$\leq 125 \mu\text{s}$

$\leq 250 \mu\text{s}$

Largeur de bande du signal  
brouilleur

$\leq 1\%$

$\leq 1\%$

(brouillage dans la bande et  
proche de la bande)

$\geq 1 \text{ MHz}$

$\geq 500 \text{ kHz}$

**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.**

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

3.7.3.4 Les récepteurs SBAS et GBAS 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.

*Note.— Des éléments indicatifs sur cette spécification figurent au Supplément D, § 10.6.*

### **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.* Pour un angle de site au-dessus de l'horizon donné, le gain d'antenne minimal ne sera pas inférieur à celui qui est indiqué au Tableau B-88. Le gain d'antenne maximal ne dépassera pas +7 dBic pour les angles de site supérieurs à 5 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).

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

|                                                              | GPS et SBAS               | GLONASS                       |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Gamme de fréquences                                          | 1 575,42 MHz $\pm$ 10 MHz | 1 592,9525 MHz à 1 609,36 MHz |
| Seuil de brouillage (à la puissance de crête des impulsions) | -20 dBW                   | -20 dBW                       |
| Largeur des impulsions                                       | $\leq 125 \mu s$          | $\leq 250 \mu s$              |
| Facteur de durée des impulsions                              | $\leq 1 \%$               | $\leq 1 \%$                   |

**Tableau B-88. Gain d'antenne minimal — GPS, GLONASS et SBAS**

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

*Note.— Le gain de -5,5 dBic à un angle de site de 5 degrés convient pour une antenne L1. Un gain plus élevé pourrait être exigé dans l'avenir pour les signaux GNSS dans la bande L5/E5.*

### 3.9 Contrôle de redondance cyclique

Chaque code CRC sera le reste  $R(x)$  de la division modulo 2 de deux polynômes binaires :



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

où :

k = nombre de bits composant le code CRC

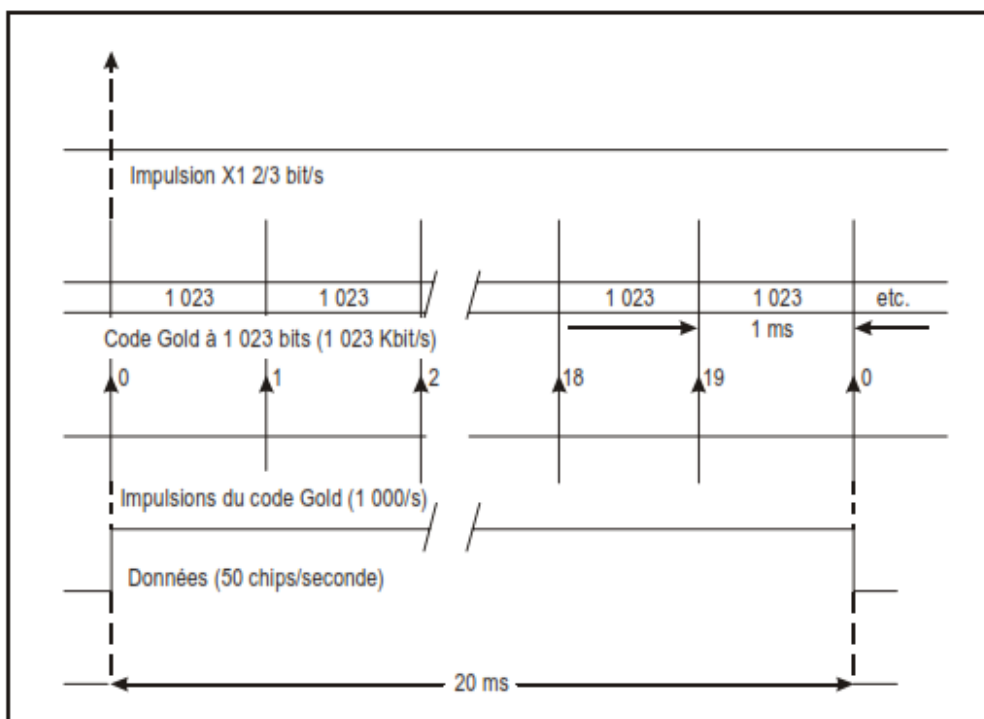
M(x) = champ données, composé des éléments que doit protéger le code CRC représenté sous forme de polynôme

G(x) = polynôme générateur du code CRC considéré

Q(x) = quotient de la division

Le reste de la division, R(x), contient le code CRC :

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



**Figure B-1. Synchronisation du code C/A**



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

## RANT 10 – PART 1

### Télécommunications aéronautiques

### Aides radio à la navigation

### APPENDICES

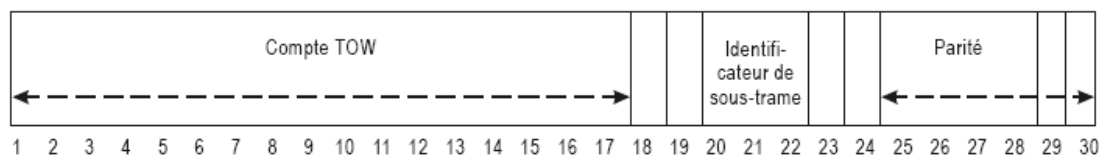
Page: APP 225 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019

|                            |     |     |                                                                                                                                                         |
|----------------------------|-----|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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         |

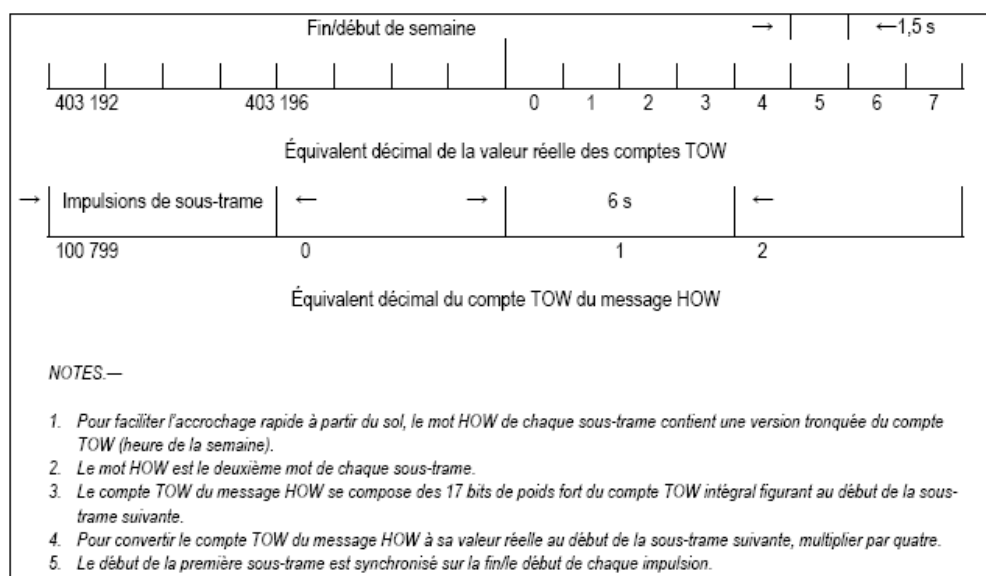
**Figure B-2. Structure de la trame**

| Préambule |   |   |   |   |   |   |   | Réservé |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Parité |    |    |    |    |    |
|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|----|
| 1         | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | MSB     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |        |    |    |    |    |    |
| 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9       | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25     | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |

**Figure B-3. Mot TLM**



**Figure B-4. Format du mot HOW**



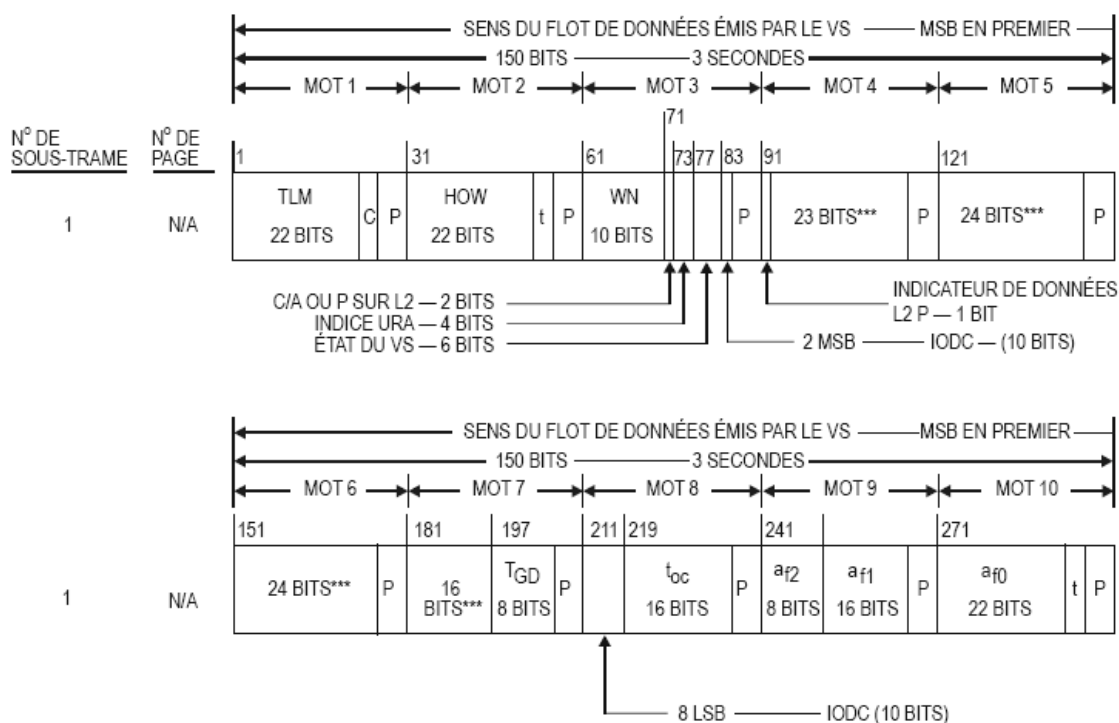
**Figure B-5. Schéma temporel du HOW**



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP **226** de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019



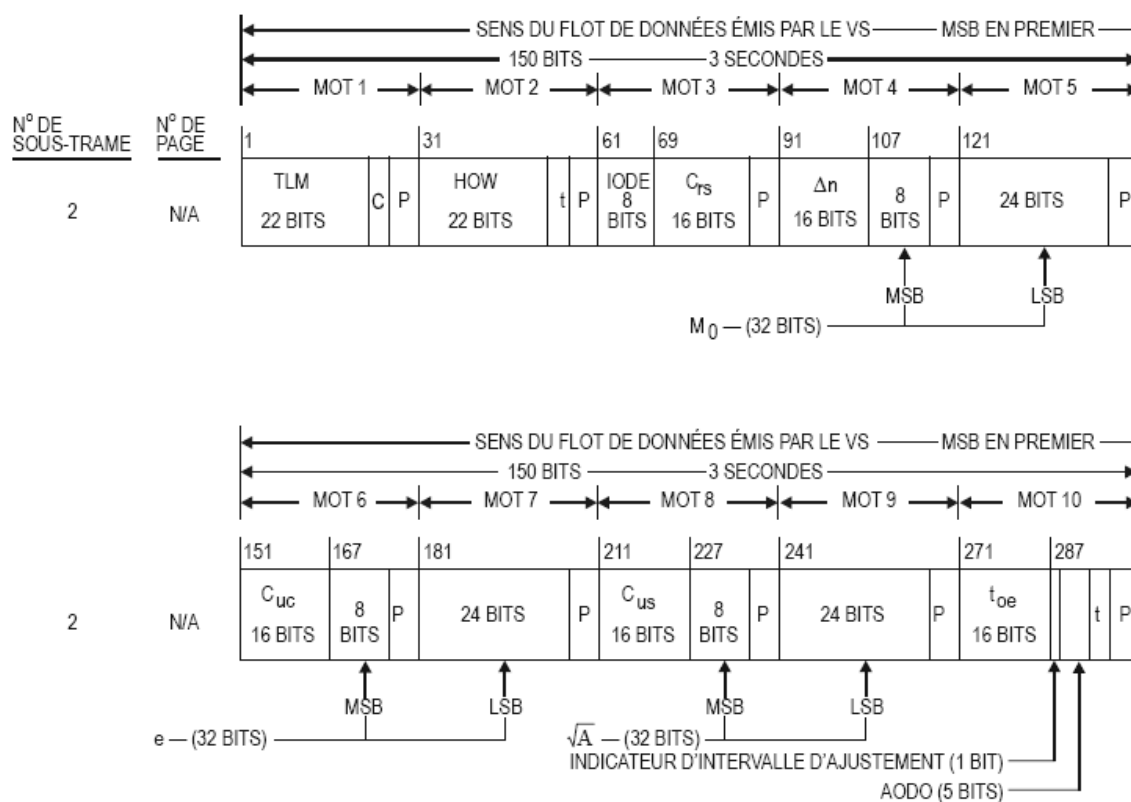
\*\*\* RÉSERVÉ(S)

P = 6 BITS DE PARITÉ

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

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

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



P = 6 BITS DE PARITÉ  
t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ  
C = BITS 23 ET 24 DU MOT TLM (RÉSERVÉS)

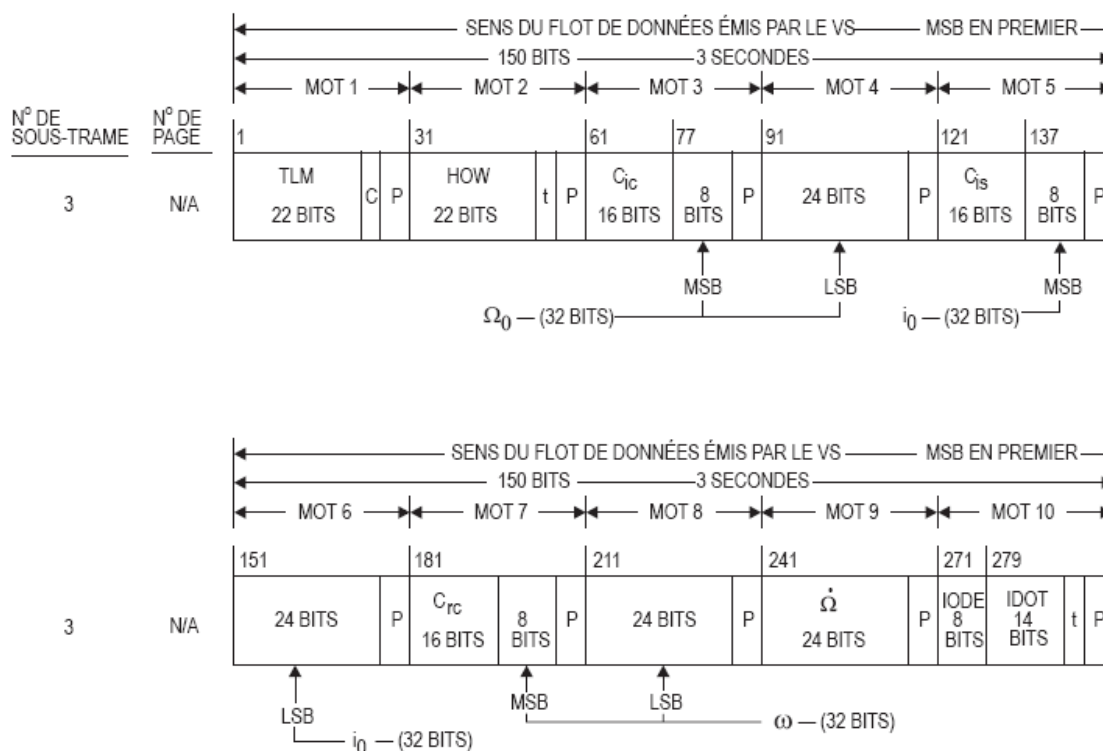
**Figure B-6. Format des données (page 2 de 11)**



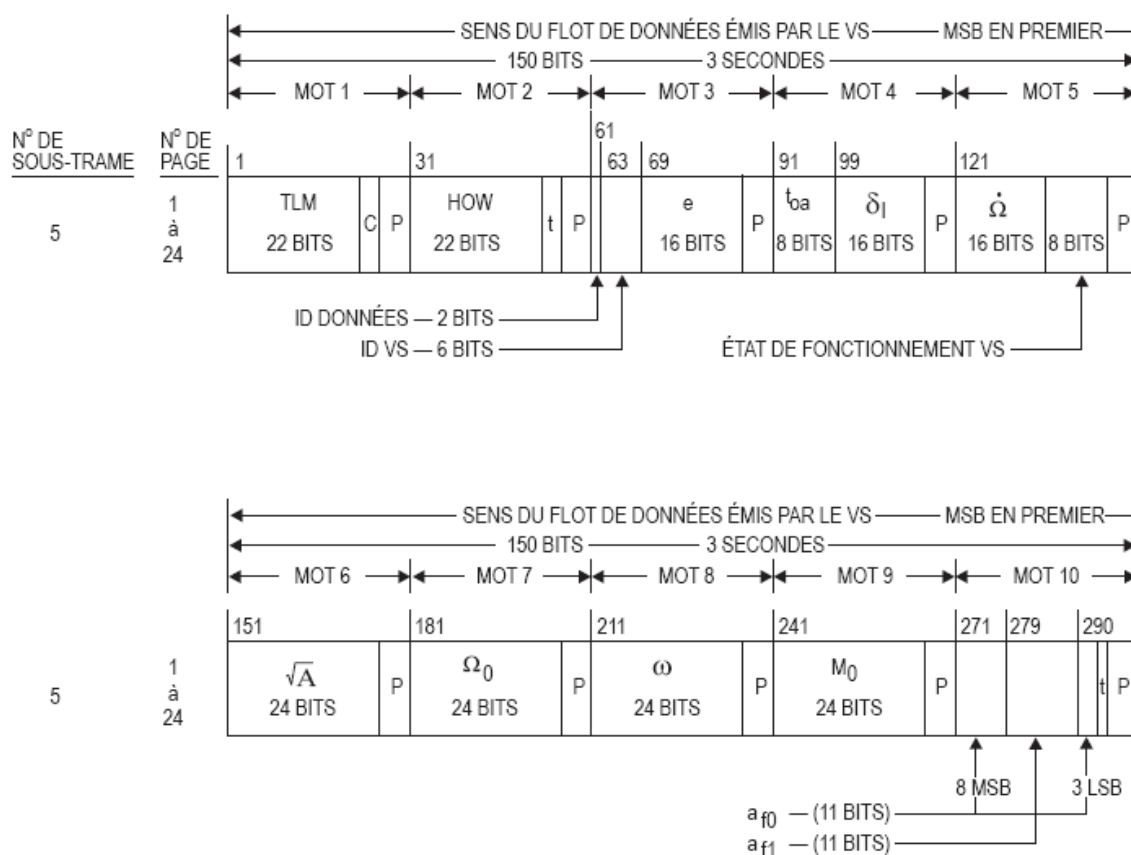
Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP **228** de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019



**Figure B-6. Format des données (page 3 de 11)**



P = 6 BITS DE PARITÉ

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

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

Note.— Les pages 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 et 10 de la sous-trame 4 ont le même format que les pages 1 à 24 de la sous-trame 5.

**Figure B-6. Format des données (page 4 de 11)**



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

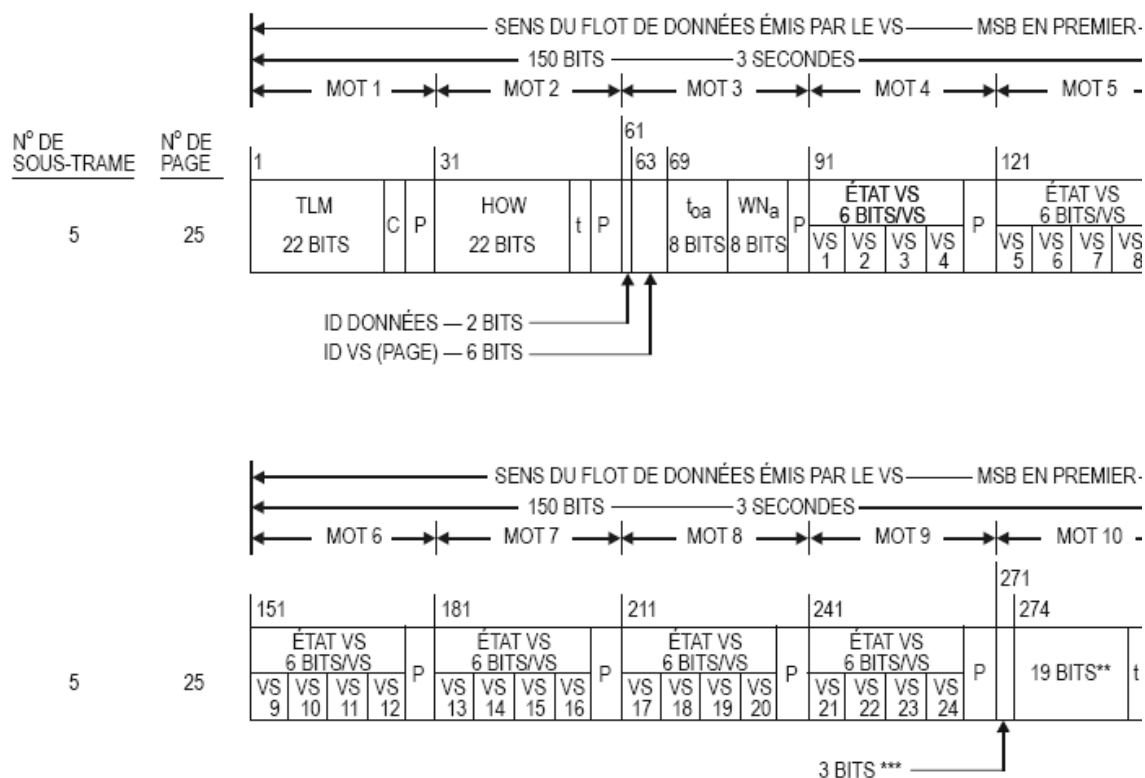
## RANT 10 – PART 1

### Télécommunications aéronautiques

### Aides radio à la navigation

### APPENDICES

Page: APP 230 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019



\*\* RÉSERVÉ(S) POUR LE SYSTÈME

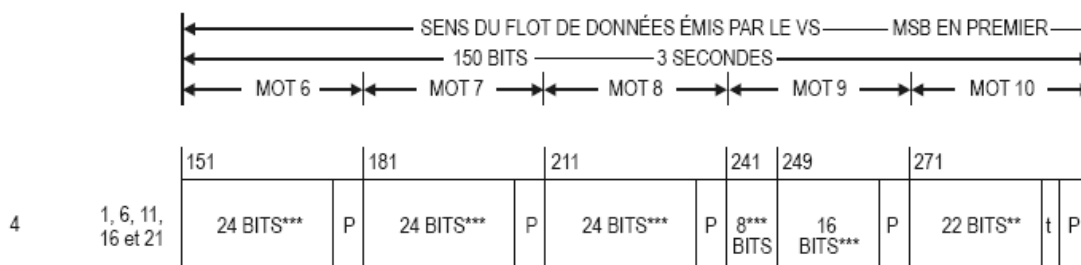
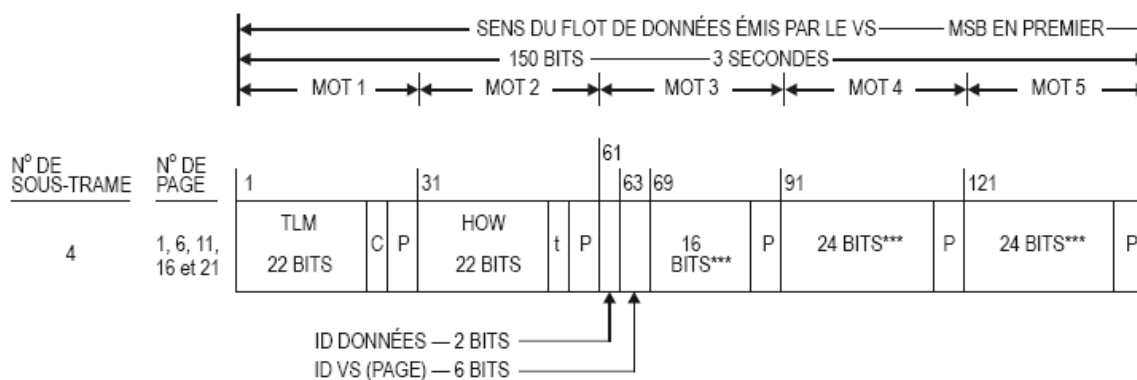
\*\*\* RÉSERVÉ(S)

P = 6 BITS DE PARITÉ

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

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

**Figure B-6. Format des données (page 5 de 11)**



\*\* RÉSERVÉ(S) POUR LE SYSTÈME

\*\*\* RÉSERVÉ(S)

P = 6 BITS DE PARITÉ

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

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

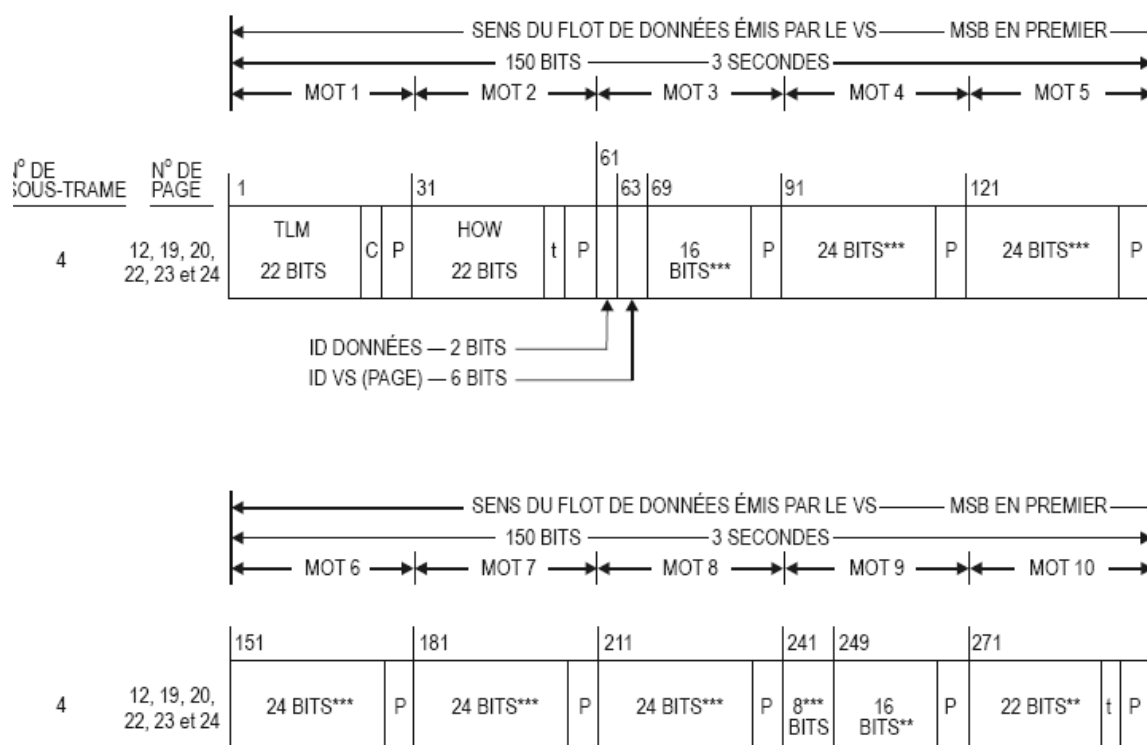
**Figure B-6. Format des données (page 6 de 11)**



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP 232 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019



\*\* RÉSERVÉ(S) POUR LE SYSTÈME

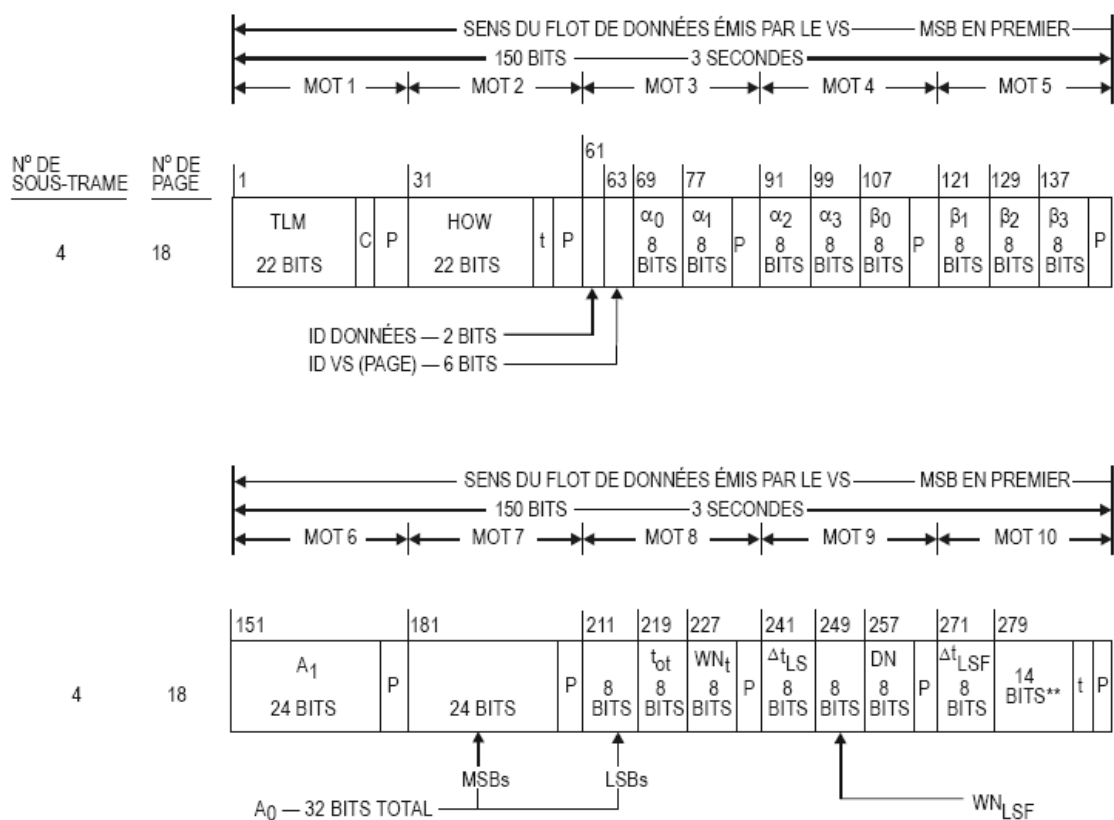
\*\*\* RÉSERVÉ(S)

P = 6 BITS DE PARITÉ

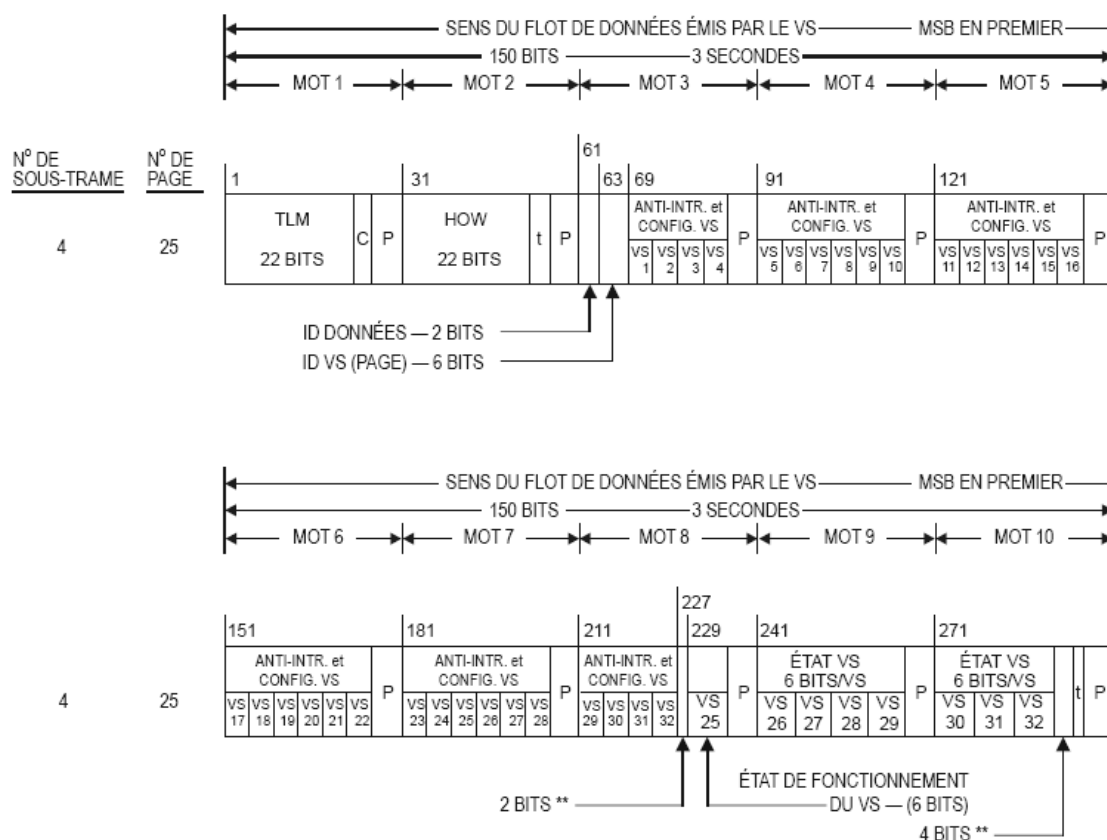
t = 2 BITS NON SIGNIFICATIFS UTILISÉS POUR LE CONTRÔLE DE PARITÉ

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

**Figure B-6. Format des données (page 7 de 11)**



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



\*\* RÉSERVÉ(S) POUR LE SYSTÈME

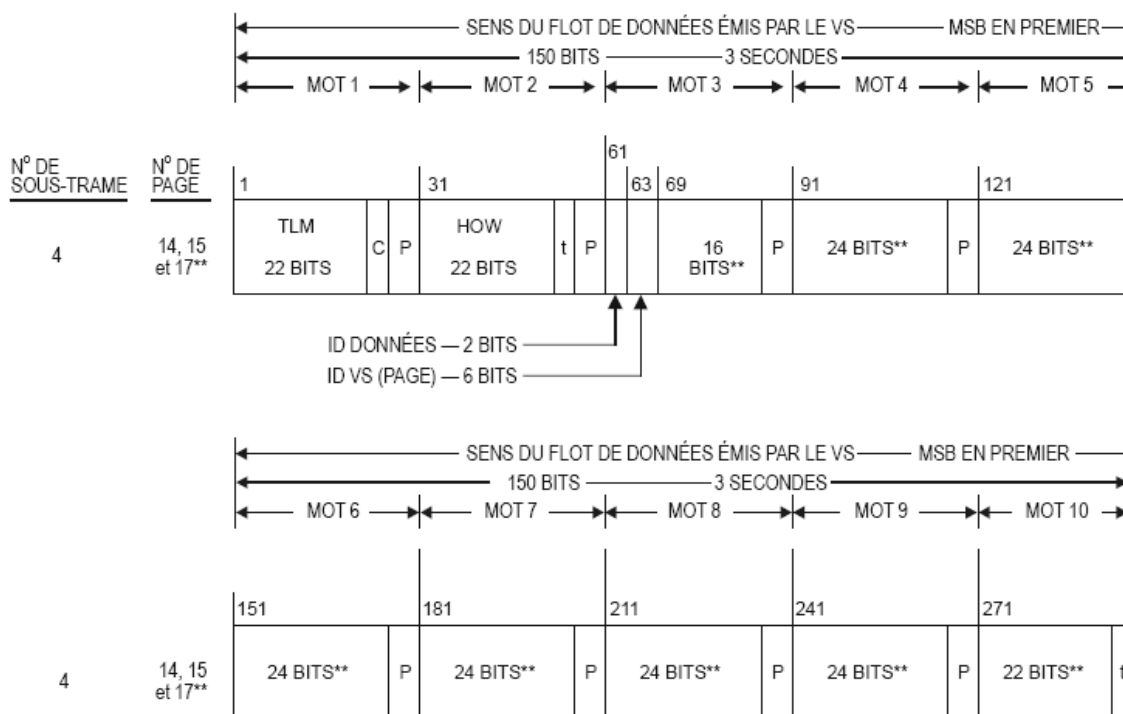
P = 6 BITS DE PARITÉ

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

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

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





\*\* 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)

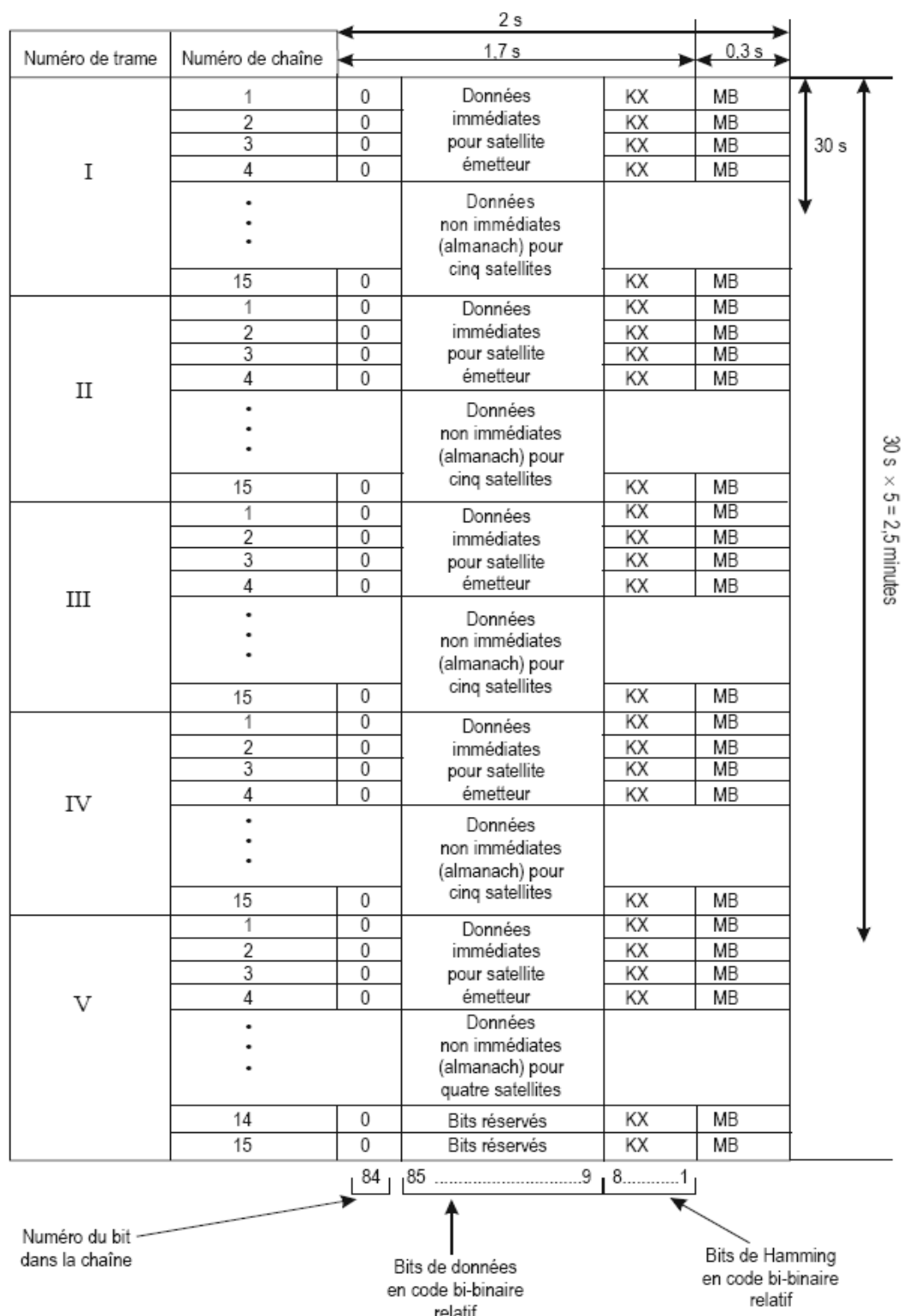
**Figure B-6. Format des données (page 11 de 11)**



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP 237 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019



**Figure B-7. Structure de la superframe**

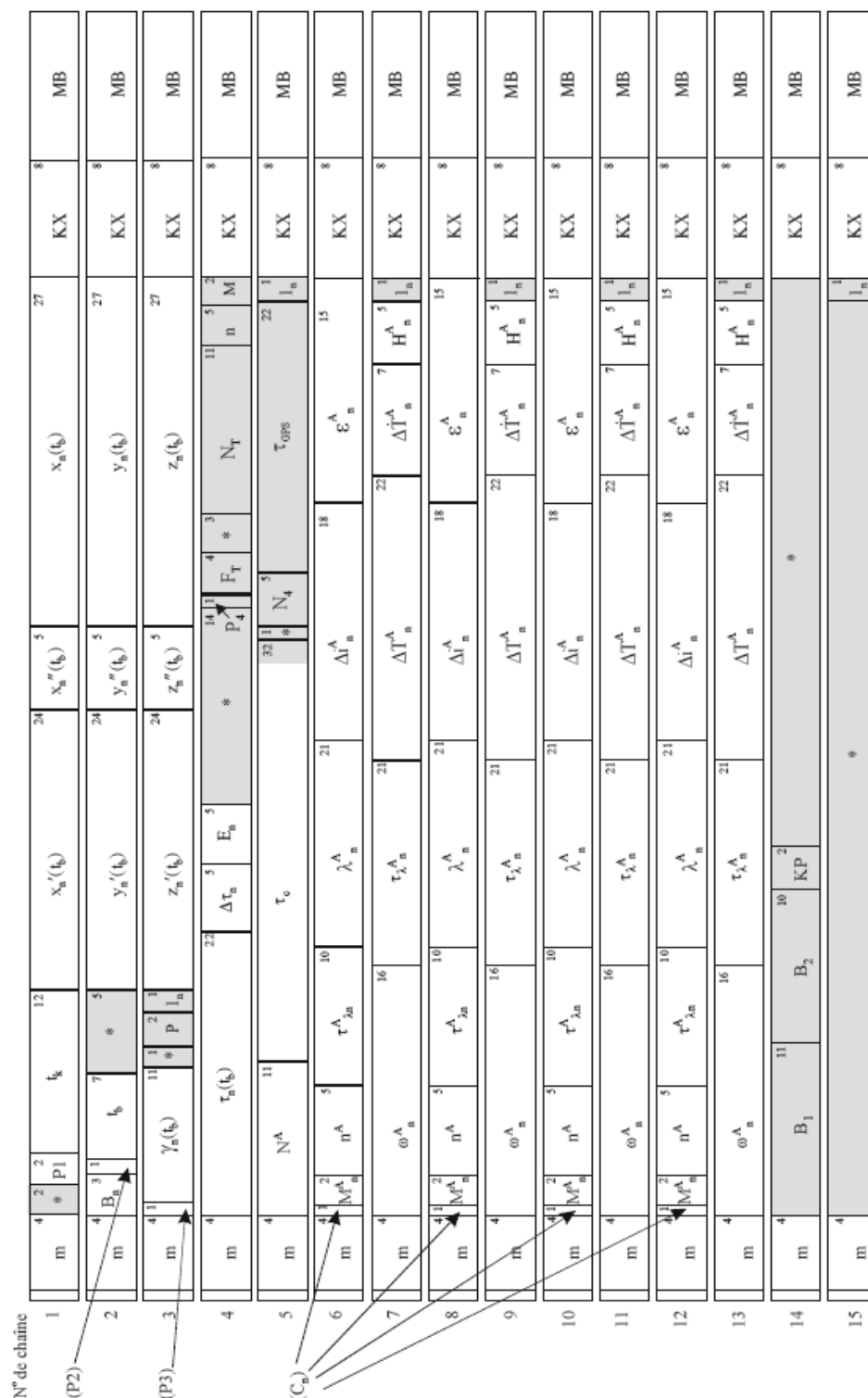




Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

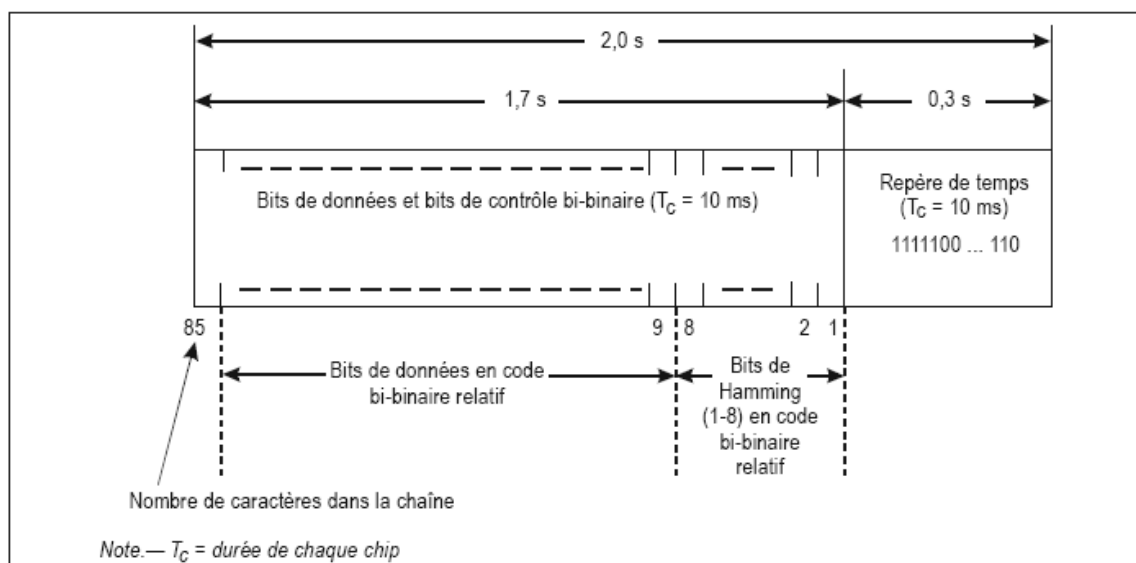
Page: APP 239 de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019



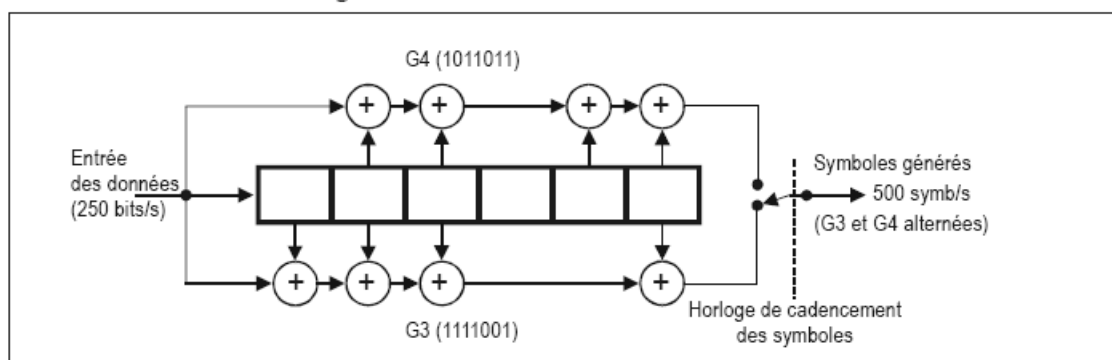
\* Bits réservés dans la trame.

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

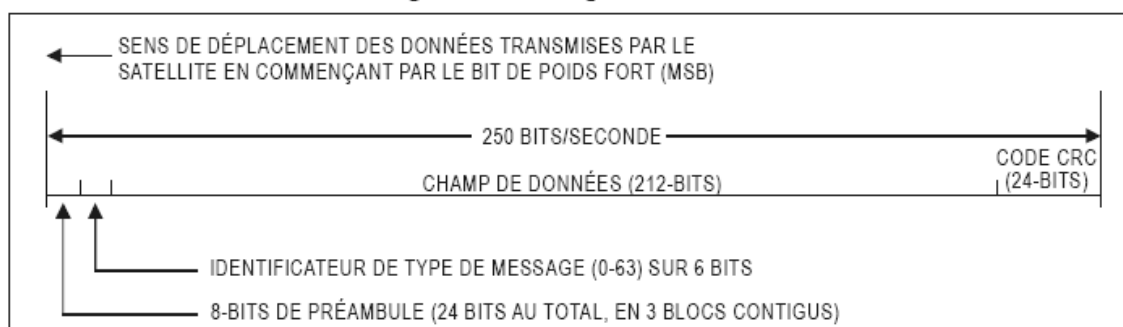
Figure B-9. Structure de la trame 5



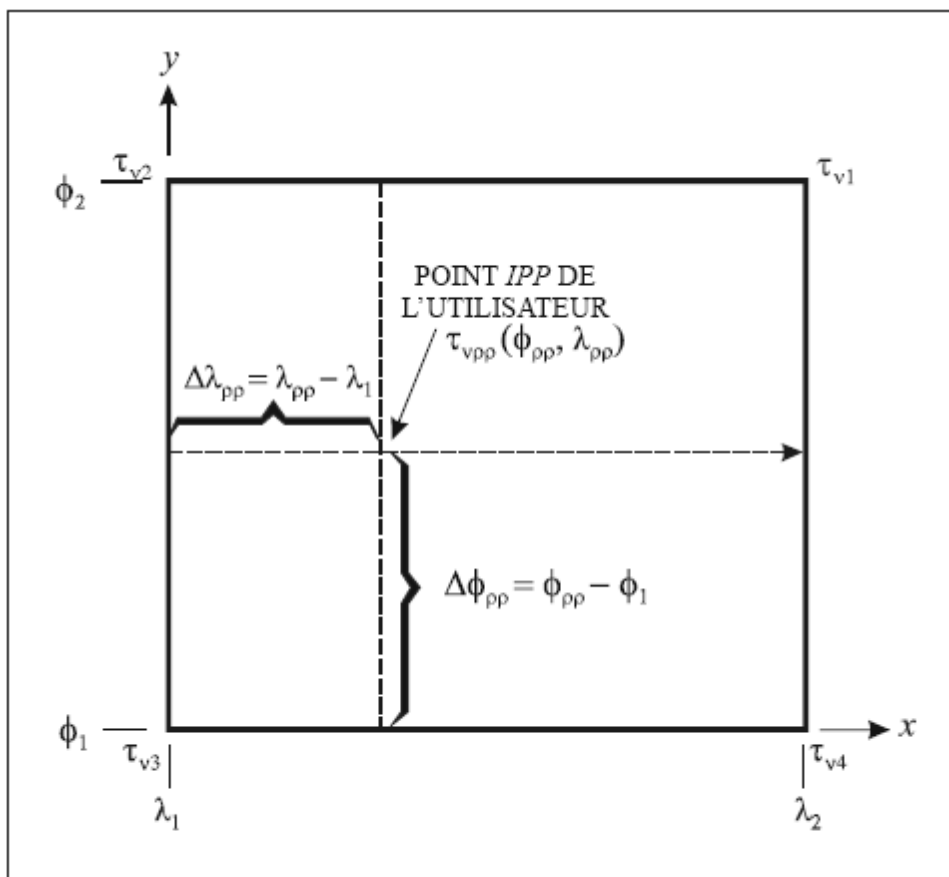
**Figure B-10. Structure des chaînes de données**



**Figure B-11. Codage à convolution**



**Figure B-12. Format des blocs de données**



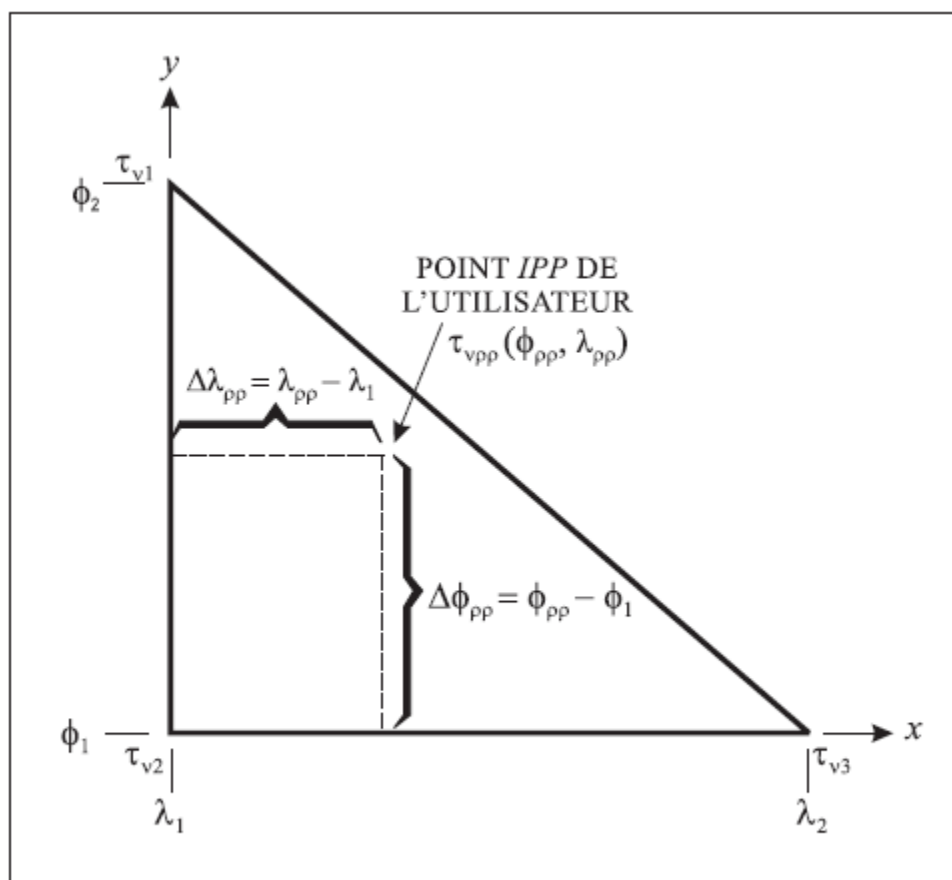
**Figure B-13. Interpolation du retard ionosphérique à partir de quatre points IGP**



Agence Nationale de l'Aviation Civile  
du Togo

# **RANT 10 – PART 1** **Télécommunications aéronautiques** **Aides radio à la navigation** **APPENDICES**

Page: APP **242** de 244  
Révision: 01  
Date: 28/02/2019



**Figure B-14. Convention de numérotation IGP (trois points IGP)**

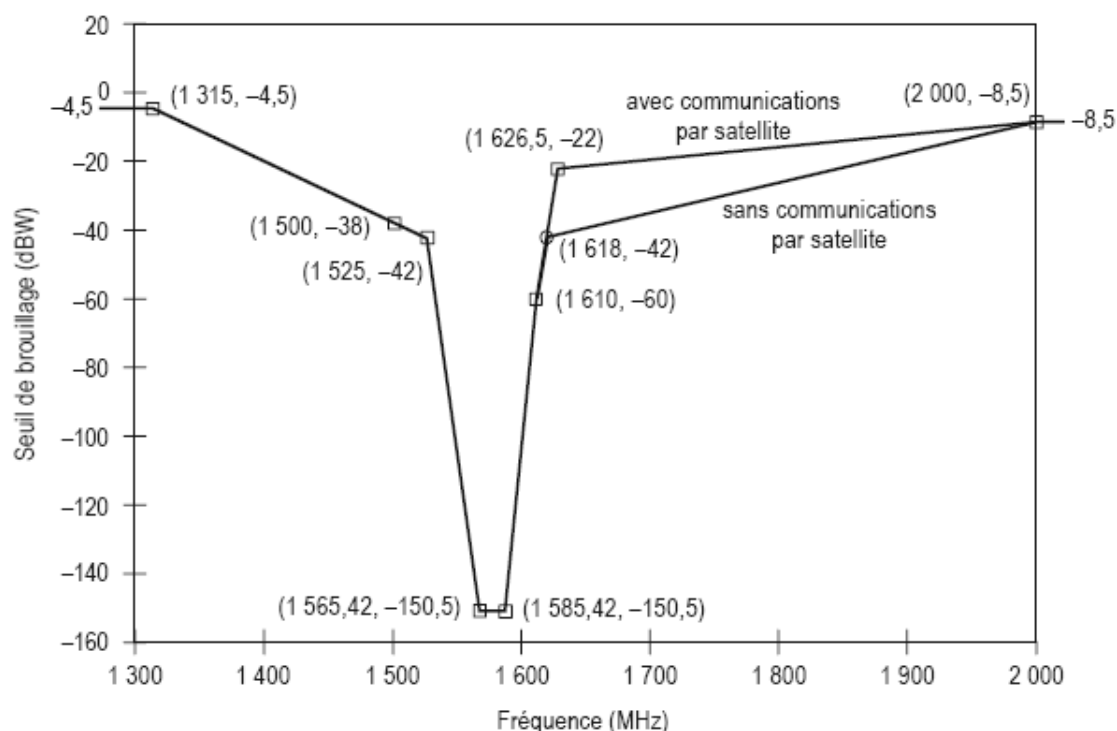


Figure B-15. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs GPS et SBAS en mode de navigation stabilisée

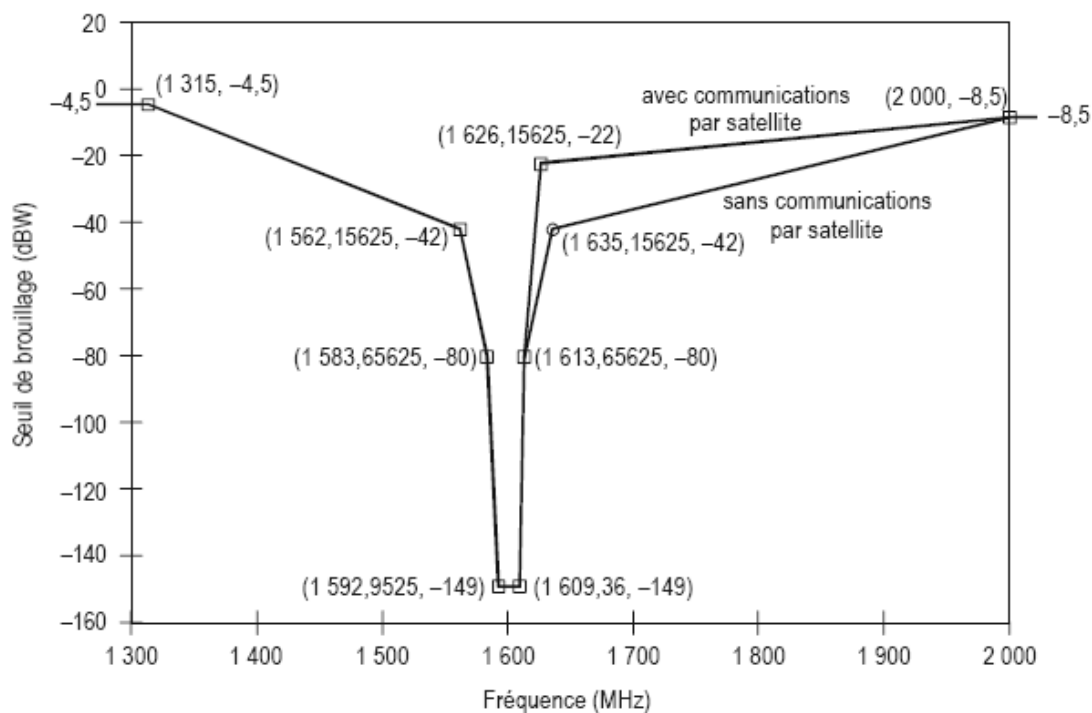


Figure B-16. Brouillage par ondes entretenues : seuils de brouillage des récepteurs GLONASS utilisés pour les approches de précision

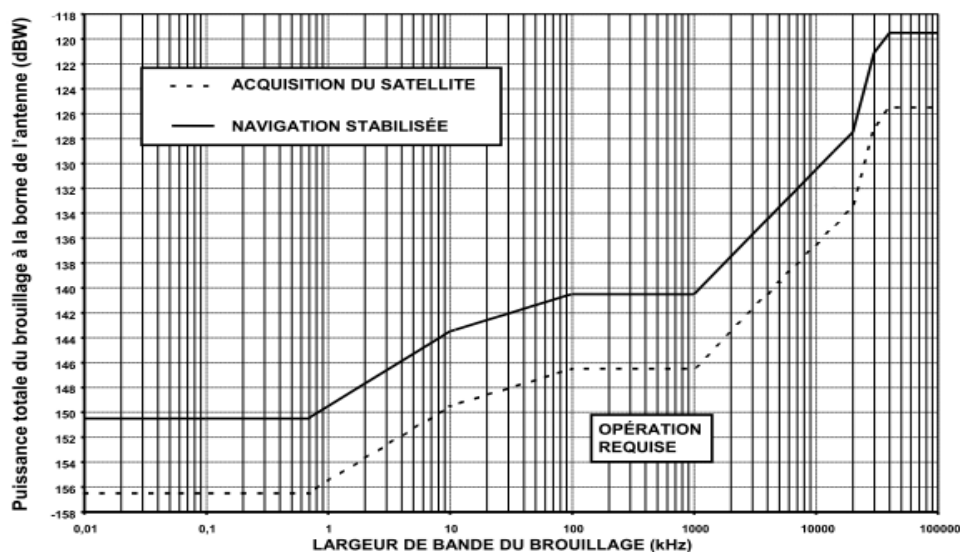


Figure B-17. Seuil de brouillage en fonction de la largeur de bande des récepteurs GPS et SBAS

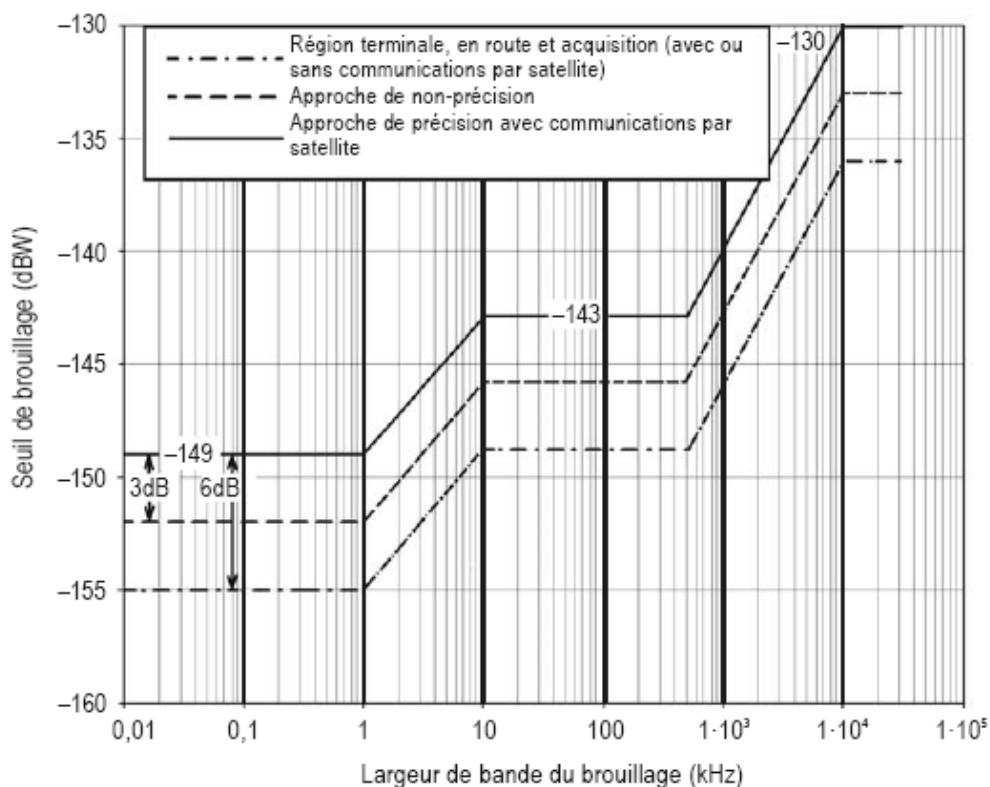


Figure B-18. Seuil de brouillage en fonction de la largeur de bande (GLONASS)