

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R M.1903-1
(09/2019)

**Caractéristiques et critères de protection
applicables aux stations terriennes de
réception du service de radionavigation par
satellite (espace vers Terre) et aux
récepteurs du service de radionavigation
aéronautique fonctionnant dans
la bande 1 559-1 610 MHz**

Série M

**Services mobile, de radiorepérage et d'amateur
y compris les services par satellite associés**

Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	Vocabulaire et sujets associés

Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2020

© UIT 2020

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

RECOMMANDATION UIT-R M.1903-1

Caractéristiques et critères de protection applicables aux stations terriennes de réception du service de radionavigation par satellite (espace vers Terre) et aux récepteurs du service de radionavigation aéronautique¹ fonctionnant dans la bande 1 559-1 610 MHz

(Questions UIT-R 217-2/4 et UIT-R 288/4)

(2012-2019)

Domaine d'application

Les caractéristiques et les critères de protection applicables aux stations terriennes de réception du service de radionavigation par satellite (SRNS) et à certaines stations de réception du service de radionavigation aéronautique (SRNA) fonctionnant dans la bande 1 559-1 610 MHz sont exposés dans la présente Recommandation. Ces informations sont destinées à être utilisées pour analyser l'incidence sur les récepteurs du SRNS (espace vers Terre) et du SRNA fonctionnant dans la bande 1 559-1 610 MHz des brouillages radioélectriques causés par des sources radioélectriques autres que celles du SRNS.

Mots clés

SRNS, critères de protection, incidence des brouillages radioélectriques

Abréviations/glossaire

BBGA	bruit blanc gaussien additif
CES	coefficient d'espacement spectral
MDPQD	modulation par déplacement de phase en quadrature à décalage
PDC	facteur d'utilisation des impulsions (<i>pulse duty cycle</i>)
PNT	localisation, navigation et synchronisation (<i>position, navigation and timing</i>)
PRF	fréquence de répétition des impulsions (<i>pulse repetition frequency</i>)
RHCP	polarisation circulaire dextrogyre (<i>right-hand circular polarization</i>)
SQPN	bruit pseudo-aléatoire en quatre phases décalées (<i>staggered quadrature pseudo-random noise</i>)

Recommandations et Rapports connexes de l'UIT

Recommandation UIT-R M.1318-1 Modèle d'évaluation des brouillages continus causés par des sources radioélectriques autres que celles du service de radionavigation par satellite aux systèmes et réseaux du service de radionavigation par satellite fonctionnant dans les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz, 1 559-1 610 MHz et 5 010-5 030 MHz

¹ Voir la Note 3.

- Recommandation UIT-R M.1787-3 Description des systèmes et réseaux du service de radionavigation par satellite (espace vers Terre et espace-espace) et caractéristiques techniques des stations spatiales d'émission fonctionnant dans les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz
- Recommandation UIT-R M.1901-2 Orientations générales concernant les Recommandations UIT-R relatives aux systèmes et réseaux du service de radionavigation par satellite fonctionnant dans les bandes de fréquences 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz, 1 559-1 610 MHz, 5 000-5 010 MHz et 5 010-5 030 MHz
- Recommandation UIT-R M.1902-1 Caractéristiques et critères de protection applicables aux stations terriennes de réception du service de radionavigation par satellite (espace vers Terre) fonctionnant dans la bande 1 215-1 300 MHz
- Recommandation UIT-R M.1904-1 Caractéristiques, critères de qualité de fonctionnement et critères de protection applicables aux stations de réception du service de radionavigation par satellite (espace-espace) fonctionnant dans les bandes de fréquences 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz
- Recommandation UIT-R M.1905-1 Caractéristiques et critères de protection applicables aux stations terriennes de réception du service de radionavigation par satellite (espace vers Terre) fonctionnant dans la bande 1 164-1 215 MHz
- Recommandation UIT-R M.1906-1 Caractéristiques et critères de protection des stations spatiales de réception et caractéristiques des stations terriennes d'émission du service de radionavigation par satellite (Terre vers espace) fonctionnant dans la bande 5 000-5 010 MHz
- Recommandation UIT-R M.2030-0 Méthode d'évaluation du brouillage par impulsions causé par des sources radioélectriques autres que celles du service de radionavigation par satellite aux systèmes et réseaux du service de radionavigation par satellite fonctionnant dans les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz
- Recommandation UIT-R M.2031-1 Caractéristiques et critères de protection des stations terriennes de réception et caractéristiques des stations spatiales d'émission du service de radionavigation par satellite (espace vers Terre) fonctionnant dans la bande 5 010-5 030 MHz

L'Assemblée des radiocommunications,

considérant

- a) que les systèmes et réseaux du service de radionavigation par satellite (SRNS) fournissent dans le monde entier des informations précises pour de nombreuses applications de localisation, de navigation et de référence de temps, y compris des informations des informations sur les aspects de sécurité pour certaines bandes de fréquences, dans certaines circonstances et pour certaines applications;
- b) que toute station terrienne dotée des équipements appropriés peut recevoir des informations sur la navigation provenant des systèmes et réseaux du SRNS dans le monde entier;

- c) qu'il existe divers systèmes et réseaux du SRNS opérationnels ou en projet;
- d) qu'il est impératif de protéger les systèmes et réseaux du SRNS fonctionnant dans la bande de fréquences 1 559-1 610 MHz;
- e) qu'il existe des services de sécurité du SRNS et que l'utilisation de ces services va augmenter dans l'avenir;
- f) que l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) a élaboré des normes pour le système mondial de navigation par satellite (GNSS), dont les éléments comprennent les systèmes et réseaux du SRNS;
- g) que l'Organisation maritime internationale (OMI) exige que les navires soient équipés du SRNS pour la navigation dans les détroits et pour les manœuvres d'accostage;
- h) que, pour un grand nombre d'applications du SRNS, aéronautiques au non aéronautiques, on utilise ou prévoit d'utiliser la bande 1 559-1 610 MHz;
- i) que la Recommandation UIT-R M.1787 fournit les descriptions techniques des systèmes et réseaux du SRNS ainsi que les caractéristiques techniques des stations spatiales d'émission fonctionnant dans les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz;
- j) que la Recommandation UIT-R M.1904 fournit les caractéristiques techniques et les critères de protection des stations spatiales de réception du SRNS (espace-espace) fonctionnant dans les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz;
- k) que la Recommandation UIT-R M.1901 donne des orientations générales sur la présente Recommandation et d'autres Recommandations UIT-R relatives aux systèmes et réseaux du SRNS fonctionnant dans les bandes de fréquences 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz, 1 559-1 610 MHz, 5 000-5 010 MHz et 5 010-5 030 MHz,

reconnaissant

- a) que la bande 1 559-1 610 MHz est attribuée à titre primaire au SRNS (espace vers Terre) et (espace-espace) et au SRNA dans les trois Régions;
- b) que plusieurs récepteurs de signaux du SRNS utilisés dans des applications de services de sécurité traitent ces signaux de diverses manières, comme indiqué dans l'Annexe 2;
- c) qu'un certain nombre de systèmes complémentaires des systèmes et réseaux du SRNS, existants ou en projet, prennent en charge les services de sécurité,

notant

que la Recommandation UIT-R M.1343 définit les caractéristiques techniques essentielles des stations terriennes mobiles systèmes mondiaux du SMS à satellites non géostationnaires fonctionnant dans la bande 1-3 GHz,

recommande

- 1 d'utiliser les caractéristiques et les critères de protection des stations terriennes de réception indiquées dans l'Annexe 2 pour analyser l'incidence sur les récepteurs du SRNS (espace vers Terre) et certains récepteurs du SRNA visés dans la Note 3 qui fonctionnent dans la bande 1 559-1 610 MHz des brouillages causés par des sources radioélectriques autres que celles du SRNS;
- 2 de prévoir une marge de sécurité, comme indiqué dans l'Annexe 1, pour assurer la protection des aspects et des applications de sécurité du SRNS et du SRNA, lors des analyses de brouillage;
- 3 de considérer que les Notes suivantes font partie intégrante de la présente Recommandation.

NOTE 1 – La présente Recommandation n'est pas destinée à servir de point de départ pour les futures modifications qui pourraient être apportées aux niveaux maximaux des rayonnements non désirés dans la bande 1 559-1 610 MHz indiqués dans les Annexes des Recommandations UIT-R M.1343-1 et UIT-R M.1480 pour les stations terriennes mobiles du SMS, et dans la Recommandation UIT-R SM.1757 pour la technologie ultra large bande. Les niveaux maximaux des rayonnements non désirés pour la bande 1 559-1 610 MHz indiqués dans les Recommandations UIT-R M.1343-1 et UIT-R M.1480 ont été définies pour un scénario de brouillage bien particulier et ne sont pas censés être appliqués, sans un complément d'étude, à d'autres systèmes que les stations terriennes mobiles du SMS fonctionnant dans la gamme 1-3 GHz. Les niveaux indiqués dans la Recommandation UIT-R SM.1757 concernent spécifiquement la technologie ultra large bande.

NOTE 2 – La marge de sécurité aéronautique de 6 dB, telle qu'indiquée au § 3 de l'Annexe 1, a été définie pour une application de radionavigation aéronautique du SRNS et du SRNA bien particulière dans la bande 1 559-1 610 MHz, et n'est pas censée s'appliquer aux applications non aéronautiques. Le niveau de la marge de sécurité, à appliquer le cas échéant aux applications non aéronautiques du SRNS, sera fixé après un complément d'étude.

NOTE 3 – Dans certains cas décrits dans l'Annexe 2, certains types de récepteurs fonctionnent avec des émetteurs de Terre qui émettent, en utilisant l'attribution au SRNA à titre primaire avec égalité des droits, un signal de radionavigation de type SRNS destiné à être reçu par des récepteurs de station d'aéronef qui reçoivent aussi des signaux du SRNS (espace vers Terre).

Annexe 1

Marge pour les applications de sécurité du SRNS

1 Introduction

Une pratique en vigueur depuis longtemps à l'UIT et à l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) consiste à réserver une portion du bilan de liaisons de brouillage à une marge de sécurité afin d'assurer la protection du service de radionavigation. Ces marges sont généralement de l'ordre de 6 à 10 dB, ou davantage. En outre, il y a à l'UIT de nombreux précédents s'agissant de l'existence d'une marge de sécurité pour les applications de sécurité du service de radionavigation aéronautique, par exemple:

«Quelles que soient les intentions initiales du planificateur du spectre radioélectrique, il ne fait aucun doute que la pression résultant des demandes d'attributions additionnelles aux divers services de radiocommunication peut amener à considérer effectivement les critères de protection aéronautique comme des critères de partage avec les services non aéronautiques. De ce fait, un service de sécurité doit prendre beaucoup de précautions afin que tout service radioélectrique partageant la même bande soit soumis aux contraintes nécessaires pour préserver une marge suffisante dans toutes les circonstances vraisemblables, de sorte que le brouillage préjudiciable total n'excède jamais les critères de protection applicables.»²

² Ce texte figurait dans l'Annexe 5 de l'ancienne Recommandation UIT-R M.1477 (Genève, 2000).

De plus, la Recommandation UIT-R M.1318-1 contient dans son Annexe, un modèle d'évaluation des niveaux de brouillage causés aux récepteurs du SRNS par des sources radioélectriques autres que celles du SRNS. Ce modèle utilise un facteur appelé «marge de protection (dB)», afin d'assurer la protection conformément au numéro 4.10 du RR.

2 Objet de la marge de sécurité

Une marge de sécurité (appelée parfois facteur de sécurité publique) est essentielle pour les applications liées à la sécurité de la vie humaine, compte tenu du risque réel mais non quantifiable de perte de vies humaines lié aux brouillages radioélectriques. Pour les applications liées à la sécurité de la vie humaine, toutes les sources de brouillage doivent être prises en compte.

3 Marge de sécurité et applications de radionavigation aéronautique

3.1 Marge de sécurité et radionavigation aéronautique: rappel

L'utilisation de marges de sécurité dans les systèmes de navigation est une pratique bien établie. L'OACI spécifie une marge de sécurité de 6 dB pour le système d'atterrissage aux hyperfréquences (MLS) (Annexe 10 de la Convention de l'OACI: Normes et pratiques recommandées internationales. Télécommunications aéronautiques, Volume 1 – Auxiliaires de radionavigation (Pièce jointe G, Tableau G-2)). Le système d'atterrissage aux instruments (ILS) applique une marge de sécurité de 8 dB (voir la Recommandation UIT-R SM.1009-1, Appendice 3 de l'Annexe 2). Dans chaque cas, la marge est définie en fonction de la puissance de la porteuse du système de navigation.

En d'autres termes, pour vérifier la qualité de fonctionnement de ces systèmes, on retranche au niveau nominal la marge de sécurité pour obtenir la puissance du signal utile qu'on utilise ensuite pour déterminer si le système offre la qualité de fonctionnement requise en présence de brouillage. Autrement dit, le constructeur est tenu de concevoir l'équipement de façon qu'il puisse tolérer le niveau de brouillage le plus élevé attendu lorsque le niveau du signal utile qu'il reçoit est inférieur au niveau nominal.

Dans le cas du système mondial de navigation par satellite (GNSS)³, cette approche n'est pas possible car si l'on réduisait la puissance de la porteuse de 6 dB ou plus par rapport à la puissance nominale, des satellites pourraient ne pas être pris en compte dans l'algorithme de poursuite du récepteur. La puissance reçue en provenance du satellite est relativement limitée, de sorte que les récepteurs du GNSS fonctionnent sur une plage dynamique limitée. Pour les récepteurs du GNSS, le principal paramètre de mesure de la qualité du signal reçu est le rapport $C/N_{0,EFF}$, c'est-à-dire le rapport entre la puissance de la porteuse rétablie, C , et la densité spectrale de puissance de brouillage + bruit effective $N_{0,EFF}$. Les récepteurs du GNSS doivent pouvoir fonctionner lorsque $C/N_{0,EFF}$ est proche de la valeur minimale, zone où des paramètres de qualité de fonctionnement importants comme le taux d'erreur sur les mots détecté ou l'erreur de phase de la porteuse augmentent rapidement lorsque le rapport $C/N_{0,EFF}$ diminue légèrement en raison, par exemple du brouillage.

³ Le GNSS est un système mondial de navigation par satellite, ensemble de systèmes du SRNS fournissant des signaux de satellite de radionavigation aéronautique, normalisés par l'OACI.

3.2 Marge de sécurité pour le GNSS dans la bande 1 559-1 610 MHz

Comme pour les systèmes MLS et ILS, l'approche suivie pour le GNSS consiste à définir un niveau de brouillage radioélectrique non aéronautique (RFI)⁴ que le récepteur doit pouvoir tolérer tout en fonctionnant conformément aux spécifications. Pour le GNSS, la limite test de brouillage RFI (c'est-à-dire le seuil nominal) est supérieure au niveau de brouillage environnemental cumulatif maximal admissible, d'une valeur correspondant à la marge de sécurité. Plus précisément, si la limite test de brouillage continu cumulatif pour le GNSS est $J_{agg,max}$ (dBW) et si une marge de sécurité, M (dB), est utilisée, niveau maximal du brouillage RFI environnemental continu cumulatif sûr, $J_{safe,max}$ (dBW), est:

$$J_{safe,max} = J_{agg,max} - M$$

Pour le GNSS dans la bande 1 559-1 610 MHz, la marge de sécurité nécessaire, M (dB), est de 6 dB.

On a utilisé une marge de sécurité de 5,6 dB pour définir la valeur limite de -70 dB(W/MHz) (voir la Recommandation UIT-R M.1343). Toutefois, pour les applications générales, cette marge est légèrement augmentée pour atteindre 6 dB, valeur comprise dans l'intervalle défini pour les services de sécurité, et adoptée par l'UIT-R pour d'autres applications liées à la sécurité de la vie humaine (voir § 3.1 ci-dessus).

Par exemple un récepteur de navigation aérienne SBAS de type 1 offrant une approche de précision de catégorie I (voir Tableau 2 de l'Annexe 2) et fonctionnant dans la bande $1\,575,42 \pm 12$ MHz est conçu et testé pour tolérer un seuil de brouillage cumulatif large bande de $-140,5$ dB(W/MHz) en mode poursuite. En appliquant une marge de sécurité de 6 dB comme dans l'équation ci-dessus au niveau seuil de brouillage cumulatif, on obtient une valeur de $-146,5$ dB(W/MHz) pour le niveau de brouillage admissible reçu.

La protection des applications du GNSS liées à la sécurité de la vie humaine exige une marge de sûreté aéronautique d'au moins 6 dB. Des marges supplémentaires peuvent s'avérer indispensables, en fonction:

- de l'incidence des statistiques sur tous les paramètres pris en considération dans les analyses de brouillage, à moins que la situation la plus défavorable ait été prise pour hypothèse; et
- des sources de brouillages RF qui n'ont pas été spécifiquement prises en compte dans les analyses de brouillage, mais qui risquent de contribuer au brouillage du GNSS.

3.3 Radionavigation aéronautique: répartition des risques de brouillage et mises en conformité

3.3.1 Répartition des risques de brouillage

Les analyses de brouillage qui sont utilisées pour les réseaux de communications et qui reposent sur la notion de non-disponibilité du service, ne sont pas applicables aux services liés à la sécurité de la vie humaine puisque l'interruption d'un service de ce type n'est pas acceptable dès lors que sa fréquence dépasse un seuil de 1×10^{-6} /h (voir ci-dessous). De plus, elles ne prennent pas en compte les rayonnements non essentiels imputables au vieillissement ou au mauvais fonctionnement du matériel, ainsi qu'aux variations de la qualité de fonctionnement observées d'un appareil à l'autre. De plus, il est tentant de ne pas tenir compte de l'effet des sources de brouillage dont la présence n'est

⁴ Par brouillage non aéronautique on entend un brouillage provenant de sources autres que l'équipement de mesure de distance (DME), du système de navigation aérienne tactique (TACAN) ou l'équipement installé à bord de l'aéronef doté d'un récepteur GNSS.

pas systématique. Toutefois, les spécialistes de l'aéronautique s'emploient à quantifier les risques associés à des événements susceptibles de provoquer des interruptions du service ou d'être à l'origine d'informations trompeuses, même à des événements qui peuvent être considérés comme très improbables.

Les équipements aéronautiques doivent impérativement être conçus pour prendre en charge des événements très rares, dans l'hypothèse où ces derniers se produisent effectivement. Puisque le nombre d'heures de vol des appareils civils se compte par millions chaque année, la probabilité d'occurrence à un endroit quelconque au cours d'une année d'un événement très rare ($1 \times 10^{-6}/h$) est une quasi-certitude. Aussi importe-t-il de prendre conscience de la nécessité d'évaluer les risques en cause lors de la réalisation des analyses de brouillage.

Les normes de l'OACI concernant les récepteurs SBAS (système complémentaire basé sur des satellites) et GBAS (système complémentaire basé au sol) aéroportés du GNSS exigent l'annonce d'une alerte de navigation lorsque le niveau de sensibilité d'un récepteur aux brouillages RF est dépassé. L'analyse des risques associés au GNSS évalue à 1×10^{-5} par approche la probabilité de perte de continuité due à un brouillage ne provenant pas du GNSS, lors des approches de catégorie I. L'exigence de continuité vise à limiter la fréquence des événements de brouillages RF à un événement pour 100 000 approches. Au cours des approches de précision, la marge de sécurité aéronautique de 6 dB risque d'être absorbée par les variations du rapport $C/N_{0,EFF}$ du GNSS, tel qu'indiqué dans le § 3.1. Aussi, toute augmentation du niveau de brouillage dû aux services non aéronautiques au-delà de la limite de $-146,5$ dB(W/MHz) (d'après l'exemple cité au § 3.2) provoquerait-elle un événement de perte de continuité au niveau du récepteur GNSS. La définition de la marge de sécurité propre à l'UIT-R indiquée au § 3.1 pour les systèmes d'atterrissage aux instruments privilégie cette interprétation. Tel qu'indiqué, les perturbations radioélectriques sont alors évaluées pour une valeur minimale du rapport $C/N_{0,EFF}$, en certains points de l'espace couverts par le système ILS. Autrement dit, l'existence d'une marge de sécurité ne revient pas à attribuer une probabilité au signal de brouillage.

3.3.2 Mises en conformité

Tout projet de partage d'une bande SRNA/SRNS doit prendre en considération les modes de défaillance du service fourni. Le projet doit nécessairement définir toutes les défaillances susceptibles de menacer l'ancien service de sécurité et fournir la description de ces modes de défaillance. Il faut également que le projet en question traite des modalités de notification aux usagers du service de sécurité et analyse le temps nécessaire à cette notification. Le projet doit en outre indiquer comment les principales caractéristiques de toutes les défaillances à envisager seront archivées en vue d'une analyse ultérieure. Parmi les défaillances en question, devraient figurer notamment les glissements de fréquences dans la bande d'émission ou les émissions hors bande; les glissements à l'intérieur du spectre d'émission – par exemple bande étroite et large bande – devraient également être pris en compte.

Le projet doit en outre indiquer précisément comment la marge de sécurité proposée serait observée en présence de tous les scénarios de fonctionnement appropriés. Ces analyses devraient notamment comporter des calculs d'affaiblissement sur la voie de transmission depuis l'émetteur du service proposé jusqu'à tous les usagers du service de sécurité. Ces analyses devraient prendre en considération tous les niveaux de proximité probables du service proposé par rapport aux utilisateurs du service de sécurité en situation d'urgence qui se trouvent dans des aéronefs, à bord de navires ou au sol.

Par ailleurs, le projet devrait aussi étudier l'éventualité de la présence de plusieurs sources de brouillage, ainsi que la proximité probable du service proposé par rapport aux installations radioélectriques fixes utilisées par le service de sécurité.

Enfin, le projet devrait examiner l'incidence sur le service de sécurité des ajouts récents ou prévus.

3.4 Conclusions

1 La marge de sécurité de 6 dB du GNSS se traduit par une marge bien inférieure à 6 dB pour le rapport $C/N_{0,EFF}$. Cette valeur du rapport $C/N_{0,EFF}$ est inférieure aux marges de sécurité établies pour d'autres systèmes de navigation définis par l'OACI, mais elle est comprise dans l'intervalle des valeurs de marges admises au sein de l'UIT-R pour les services de sécurité.

2 L'évaluation de la sécurité établie par les services de radionavigation exige que la probabilité d'une source de brouillage RF dû à des services non aéronautiques d'une intensité supérieure à sa limite de protection ne dépasse pas le niveau de 1 pour 100 000 approches de catégorie I. Ce risque de perte de continuité n'est pas pris en compte dans la marge de sécurité du GNSS.

3 Le niveau admissible de brouillage dû à des services non aéronautiques est un nombre fixe et correspond au brouillage cumulatif dû à l'ensemble des sources connues. En cas de création de nouveaux services, leurs émissions doivent être limitées en intensité de façon à ne pas dépasser le niveau total admissible.

Annexe 2

Caractéristiques techniques et critères de protection applicables aux stations terriennes de réception du SRNS (espace vers Terre) fonctionnant dans la bande 1 559-1 610 MHz

1 Introduction

La présente Annexe a pour objet de fournir une description de certaines applications des récepteurs du SRNS, de donner brièvement des informations sur les signaux du SRNS dans la bande 1 559-1 610 MHz et les niveaux de protection applicables aux récepteurs du SRNS. Des informations plus détaillées sur les signaux utilisés par les récepteurs du SRNS sont données dans la Recommandation UIT-R M.1787. La Section 2 décrit les applications du SRNS. Les Sections 3 et 4 indiquent les seuils de puissance brouilleuse cumulative maximale reçue à ne pas dépasser pour assurer la protection des récepteurs du SRNS et récapitulent les caractéristiques techniques et, les critères de protection. Les niveaux de protection indiqués sont, en règle générale, censés s'appliquer aux sources de brouillage continu et de brouillage par impulsions⁵ autres que celles du SRNS.

Les valeurs seuil pour la puissance brouilleuse cumulative maximale reçue (sources radioélectriques autres que celles du SRNS) sont données dans le Tableau 2. Pour le brouillage à bande étroite, la valeur de la puissance reçue utilisée est associée à une limite supérieure de la largeur de bande de brouillage. Pour le brouillage large bande, la densité spectrale de puissance reçue utilisée est associée à une limite inférieure de la largeur de bande de brouillage. Les valeurs seuil correspondent au brouillage cumulatif à la sortie de l'antenne de réception.

⁵ L'expression «brouillage par impulsions» désigne ici des brouillages comprenant des salves de transmission suivies de périodes de non-transmission. La compatibilité avec le SRNS est fonction de la puissance et de la durée de la salve et du coefficient d'utilisation des impulsions.

2 Applications du SRNS

Plusieurs types de récepteurs du SRNS utilisés pour des applications particulières sont décrits dans la présente Annexe. Pour un petit nombre de récepteurs aéronautiques, les critères sont relativement bien définis. Dans le même temps, on sait que certaines applications non aéronautiques sont plus sensibles au brouillage. Dans certains cas, cela s'explique pour un affaiblissement sur le trajet excessif (par exemple signal reçu faible) et dans d'autres cas par un affaiblissement supplémentaire lié au traitement du signal (par exemple, dans le cas de traitement à code partiel). Avec l'affaiblissement du SRNS, les applications utilisant des récepteurs plus sensibles au brouillage RFI vont être utilisées. Il faudra donc mettre à jour la présente Recommandation pour en tenir compte.

2.1 Récepteurs aéronautiques SRNS

2.1.1 Récepteur d'approche de précision SBAS de catégorie I

Un système SBAS permet de fournir des données d'intégrité et de correction des erreurs de mesure régionales du SRNS, à l'aide d'un signal émis par un satellite OSG.

Type 1

Ce type de récepteur aéronautique est un récepteur de navigation embarqué conçu pour fournir une approche de précision OACI de catégorie I. Il doit respecter les prescriptions d'une spécification SBAS. Il poursuit les signaux L1 C/A du SRNS et des signaux L1 SBAS AMRC⁶. Les signaux SBAS L1 ont des codes similaires à ceux des signaux L1 C/A transmis sur la même fréquence porteuse (1 575,42 MHz). Les caractéristiques de ce type de récepteur sont indiquées dans le Tableau 2, colonne 1.

Type 2

Ce type de récepteur aéronautique est aussi un récepteur de navigation embarqué conçu pour une approche de précision OACI de catégorie 1.

Toutefois, il fonctionne avec des signaux AMRF du SRNS et SBAS⁷ simultanément sur plusieurs fréquences porteuses. Il poursuit des signaux du SRNS et des signaux SBAS qui peuvent être sur des porteuses différentes. Les caractéristiques de ce type de récepteur sont indiquées dans le Tableau 2, colonne 2.

⁶ Le sigle «AMRC» renvoie à l'utilisation d'une technique de modulation à accès multiple par répartition en code dans laquelle tous les satellites du SRNS et/ou SBAS émettent sur la même fréquence porteuse mais avec des codes de modulation différents. D'autres précisions concernant les signaux sont données dans l'Annexe 1 (GLONASS) et l'Annexe 2 (GPS) de la Recommandation UIT-R M.1787.

⁷ Le sigle «AMRF» renvoie à une technique de modulation à accès multiple par répartition en fréquence dans laquelle tous les satellites du SRNS utilisent le même code de modulation mais chaque satellite émet sur une fréquence porteuse différente. D'autres précisions concernant les signaux sont données dans l'Annexe 1 (GLONASS) de la Recommandation UIT-R M.1787.

2.1.2 Récepteur d'approche de précision GBAS de catégorie II/III

Type 1

Ce type de récepteur aéronautique est un récepteur de navigation embarqué conçu pour une approche de précision OACI de catégorie II/III. Il doit suivre les signaux de satellite du SRNS (L1 C/A) ainsi que les signaux de liaison de données GBAS dans la bande des ondes métriques. Ce récepteur reçoit des signaux AMRC. Les caractéristiques de ce type de récepteur sont indiquées dans le Tableau 2, colonne 3.

Type 2

Ce type de récepteur aéronautique est un récepteur de navigation embarqué conçu pour une approche de précision OACI de catégorie II/III. Ce type de récepteur fonctionne avec des signaux AMRF du SRNS simultanément sur plusieurs fréquences porteuses. Il doit suivre les signaux de satellite du SRNS ainsi que les signaux de liaison de données GBAS dans la bande des ondes métriques. Il peut aussi fonctionner avec des informations provenant d'émetteurs de Terre du SRNA qui émettent des signaux de radionavigation analogues aux signaux du SRNS (espace vers Terre) à destination de stations d'aéronef. Les caractéristiques de ce type de récepteur sont indiquées dans le Tableau 2, colonne 4.

2.1.3 Récepteur de référence au sol SBAS

Ce type de récepteur aéronautique est un récepteur de référence au sol qui est utilisé avec un réseau au sol SBAS pour déterminer les temps de propagation dans l'ionosphère et l'intégrité des signaux du SRNS. Ce récepteur fait appel à une technique à code partiel qui exploite une fonctionnalité unique rendue possible par l'architecture particulière des signaux du SRNS selon laquelle la poursuite est effectuée sur les signaux L1 et L2 à code P(Y), facilitée par une connaissance d'une part de la phase dynamique de la porteuse obtenue par poursuite de la porteuse et du signal L1 à code C/A⁸ et d'autre part du rythme moyen de cryptage. Cette technique de corrélation croisée permet de mesurer le temps de propagation du signal L2, ce qui rend possible la détermination des variations du temps de propagation de signaux dues à l'ionosphère. Ce schéma de corrélation croisée est rendu possible en partie par le fait que les signaux L1 et L2 à code P(Y) ont des codes identiques. Ce récepteur doit aussi acquérir et poursuivre les signaux de satellites SBAS à la même fréquence que la porteuse L1 C/A. Les récepteurs à code partiel sont plus sensibles au brouillage car ils fonctionnent sans avoir l'avantage de la connaissance du code Y⁹. Les récepteurs au sol SBAS ont un rôle déterminant, par exemple le contrôle de l'intégrité des signaux du SRNS au niveau des stations au sol SBAS dans des emplacements fixes connus. Il faut donc assurer à ces récepteurs une protection appropriée – par exemple des zones tampon physiques – pour garantir un accès continu ininterrompu aux signaux du SRNS. Les caractéristiques de ce type de récepteur sont indiquées dans le Tableau 2, colonne 5.

Les récepteurs au sol SBAS ont un rôle déterminant, par exemple le contrôle de l'intégrité des signaux du SRNS au niveau des stations au sol SBAS dans des emplacements fixes connus. Il faut donc assurer à ces récepteurs une protection appropriée – par exemple des zones tampon physiques – pour garantir un accès continu ininterrompu aux signaux du SRNS.

⁸ Les signaux L1 C/A et L1 P(Y) sont dans la bande de fréquences 1 559-1 610 MHz du SRNS tandis que les signaux L2 P(Y) sont dans la bande 1 215-1 300 MHz du SRNS. D'autres précisions concernant les signaux sont données dans l'Annexe 2 (GPS) de la Recommandation UIT-R M.1787.

⁹ Le code Y est un code P modifié et crypté, ayant le même débit d'éléments et les mêmes caractéristiques de modulation que le code P.

2.1.4 Récepteur d'approche de précision utilisé en navigation aérienne

Ce type de récepteur est un récepteur utilisé en navigation aérienne et conçu pour fournir une approche de précision. Il peut utiliser des signaux AMRF et AMRC du SRNS et peut fonctionner simultanément sur plusieurs porteuses. Les caractéristiques de ce type de récepteur sont indiquées dans le Tableau 2, colonne 6.

Les caractéristiques de ces récepteurs de navigation aérienne peuvent aussi s'appliquer aux récepteurs conçus pour des applications terrestres ou maritimes qui ne sont pas décrites dans la présente Annexe.

2.2 Récepteurs de haute précision

Il s'agit de récepteurs conçus pour fournir une précision de localisation de 1 à 2 cm en temps réel, en mode dynamique, en utilisant une technique bifréquence ou des signaux sur trois fréquences et aussi des réseaux SBAS. Leurs caractéristiques sont similaires à celles des récepteurs de référence au sol SBAS à code partiel utilisés en aéronautique décrits plus haut mais certaines applications peuvent être plus sensibles aux brouillages que ces applications aéronautiques étant donné que ces récepteurs de haute précision fonctionnent dans des environnements contraints, par exemple en présence de feuillages. Les récepteurs et les systèmes de haute précision sont utilisés dans des applications où l'on a besoin d'une grande précision de localisation (agriculture, construction, extraction des ressources minières, gestion des ressources naturelles, science et surveillance).

Les récepteurs de haute précision du SRNS utilisent une technique à code partiel selon laquelle l'acquisition et la poursuite se font sur deux ou trois signaux du SRNS sur différentes porteuses (par exemple signaux L1 et L2 P(Y)), facilitées par une connaissance de la phase dynamique de la porteuse obtenue à partir de la poursuite de code de l'un des signaux (par exemple, L1 C/A). Ces récepteurs doivent être protégés dans toutes les bandes du SRNS utilisées. Deux méthodes de base sont utilisées: 1) corrélation croisée des signaux du SRNS dans les différentes bandes; ou 2) poursuite indépendante des signaux du SRNS. Il existe aussi des variantes ou des combinaisons de ces deux méthodes. Quoiqu'il en soit, l'objectif est de fournir une estimation des temps de propagation dans l'ionosphère ou une série indépendante de mesures de la phase de la porteuse, ce qui contribue à supprimer rapidement les ambiguïtés de longueur d'onde. Ce processus permet d'améliorer la précision de localisation, même lorsque le récepteur est en mouvement. Le schéma de corrélation croisée est possible si les signaux ont des codes identiques presque synchronisés. Les signaux sur une fréquence porteuse sont décalés en phase et subissent un retard dû à la propagation dans l'ionosphère par rapport aux signaux sur une autre fréquence porteuse du même satellite. Toutefois, lorsque les signaux ont un code et une fréquence porteuse Doppler identiques, il est possible de faciliter la poursuite à code partiel en utilisant des boucles de poursuite à bande très étroite.

De nouveaux modèles de ces récepteurs peuvent aussi poursuivre le signal L2C¹⁰ s'il est disponible depuis un satellite particulier, auquel cas, il se peut que ces récepteurs ne fonctionnent pas en mode à code partiel pour ce satellite. Toutefois, étant donné que ces récepteurs fonctionneraient dans un réseau au sol conjointement avec des récepteurs à code partiel et parallèlement à une poursuite à code partiel des signaux de satellite sans L2C, leur sensibilité au brouillage est la même que celle des récepteurs à code partiel.

On peut aussi utiliser des récepteurs multibandes dans des réseaux de qualité commerciale. Dans les applications de ce type, il est possible de traiter des signaux du SRNS selon des méthodes à code partiel pour déterminer le retard de propagation des signaux dans l'ionosphère. Le réseau utilise cette information pour améliorer la précision sur une région étendue.

¹⁰ D'autres précisions concernant le signal L2C sont données dans l'Annexe 2 (GPS) de la Recommandation UIT-R M.1787.

Les récepteurs multibandes des réseaux au sol commerciaux sont généralement plus sensibles au brouillage que les récepteurs à code partiel utilisés en aéronautique décrits au § 2.1 ci-dessus, même s'ils peuvent aussi poursuivre le signal L2C émis par tel ou tel satellite. Ils sont généralement conçus pour fonctionner dans un environnement dynamique et n'utilisent pas, en règle générale, de référence de fréquence précise. Les seuils de brouillage indiqués dans le Tableau 2 pour les récepteurs de haute précision du SRNS s'appliquent aussi aux récepteurs de qualité commerciale à code partiel.

À noter que les seuils de poursuite pour ces récepteurs à code partiel (voir la colonne «haute précision» du Tableau 2) sont basés sur les signaux poursuivis les plus sensibles. Par exemple, dans certaines applications utilisant des récepteurs fonctionnant dans la bande 1 559-1 610 MHz, le signal le plus sensible peut se trouver dans la bande 1 215-1 300 MHz, auquel cas les critères de protection pertinents sont donnés dans la Recommandation UIT-R M.1902.

Trois types de récepteurs sont indiqués dans la colonne 11 du Tableau 2; chacun de ces récepteurs utilise un type de signal de satellite du SRNS différent (soit AMRC, pour les signaux L1 P(Y) et C/A; soit, pour les signaux GLONASS, AMRC et/ou AMRF), une gamme de fréquences et des largeurs de bande de filtre différentes. Les critères de protection et les autres caractéristiques sont les mêmes.

2.3 Récepteurs du SRNS assistés

Il s'agit de récepteurs commerciaux du SRNS portatifs et assistés. Les récepteurs de cette catégorie fonctionnent dans des environnements «contraints» (feuillage dense, à l'intérieur de bâtiments ou canyons urbains). Ils sont parfois «assistés par téléphone cellulaire» étant donné que les informations d'assistance (Doppler, synchronisation, données de navigation) sont fournies en temps réel pour permettre une acquisition et une poursuite des signaux du SRNS en présence d'un affaiblissement important (par exemple murs de bâtiments). En cas de feuillage dense ou d'affaiblissement par les murs, il n'y a pas lieu de définir des niveaux normalisés pour les signaux du SRNS reçus. Les seuils de puissance brouilleuse ne peuvent donc pas être rapportés aux niveaux des signaux reçus.

Par conséquent, l'approche retenue consiste à définir le seuil de densité, de puissance brouilleuse cumulative à un niveau qui ne fera pas augmenter le niveau plancher de bruit total de plus de 1 dB au-dessus du niveau plancher du bruit environnemental. Ce niveau est celui d'un environnement en intérieur (-144 dBW/MHz), qui se traduit par une densité de puissance de bruit du récepteur de -141 dBW/MHz pour un récepteur présentant un facteur de bruit de 3 dB, et aboutit à un seuil de densité de puissance brouilleuse large bande -146,9 dBW/MHz, à la sortie d'une antenne passive à polarisation circulaire présentant un gain de 0 dBi. Dans le cas d'un brouillage cumulatif à bande étroite (voir Fig. 1), le seuil de puissance brouilleuse est alors de -156,9 dBW. Étant donné que ces récepteurs sont généralement assistés, les seuils d'acquisition et de poursuite sont identiques. Les caractéristiques de ce type de récepteur sont indiquées dans le Tableau 2, colonne 7.

2.4 Récepteurs polyvalents

Cette catégorie comprend plusieurs types de récepteurs du SRNS. Ces récepteurs sont conçus pour la navigation des véhicules, la navigation des piétons pour une localisation générale, etc. Trois types de récepteurs sont indiqués dans le Tableau 2, colonne 8, et un type est indiqué dans la colonne 9. Les trois types de récepteurs polyvalents N° 1 (colonne 8) utilisent des signaux de types différents (AMRC pour le signal L1 C/A; ou, pour les signaux GLONASS, AMRC et/ou AMRF) ainsi que des gammes de fréquences et une largeur de bande de précorrélation différentes. Les critères de protection et les autres caractéristiques sont les mêmes. Le récepteur polyvalent N° 2 (colonne 9) utilise des

signaux AMRC (B1-C)¹¹ et ses caractéristiques et critères de protection sont différents de ceux du récepteur polyvalent N° 1.

2.5 Localisation à l'intérieur de bâtiments

Les récepteurs du SRNS de cette catégorie sont conçus pour être utilisés à l'intérieur de bâtiments et leur rapport C/N_0 est généralement faible (c'est-à-dire, récepteurs sensibles). Étant donné qu'on ne peut pas utiliser la poursuite de la porteuse avec les signaux de faible puissance présents à l'intérieur de bâtiments, seule la poursuite de code est utilisée avec ce type de récepteur. Trois types de récepteurs sont indiqués dans le Tableau 2, colonne 10; chacun utilise un type de signal de satellite du SRNS différent (AMRC ou, pour les signaux GLONASS, AMRC et/ou AMRF) ainsi que des gammes de fréquences et une largeur de bande de précorrélacion différentes.

3 Seuils de brouillage continu pour le SRNS dans le cas de sources radioélectriques autres que celles du SRNS

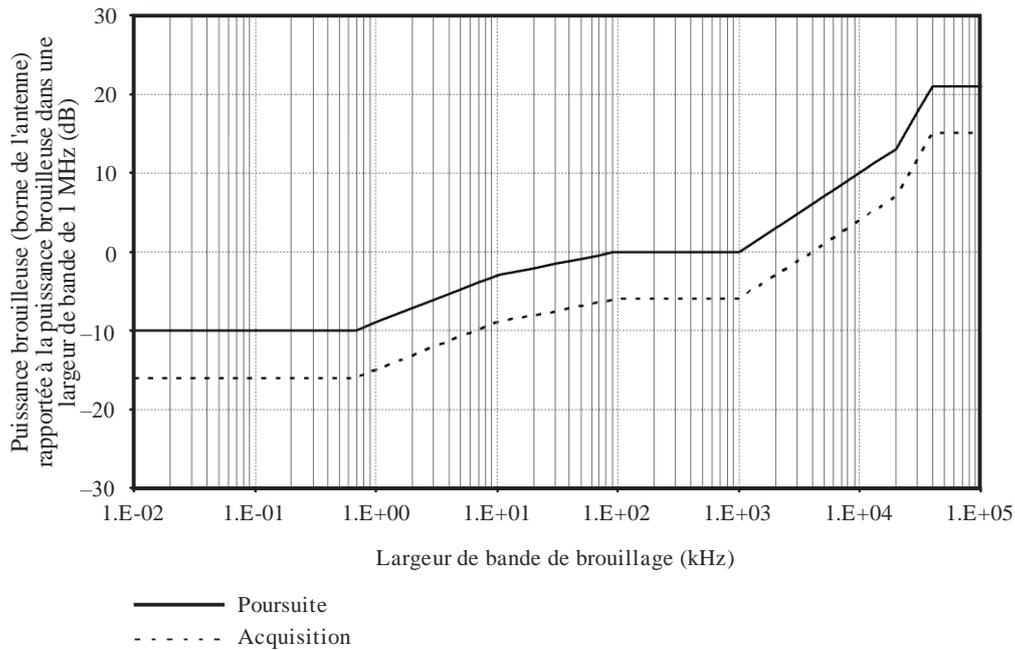
Dans les descriptions qui suivent, les niveaux de puissance reçue à la sortie de l'antenne correspondent aux niveaux de puissance qui tiennent compte du gain maximal de l'antenne en direction des sources de brouillage. Un exemple de spécification du SRNS, s'agissant des niveaux relatifs de brouillage cumulatif en fonction de la largeur de bande de la source de brouillage pour des récepteurs utilisant le signal L1 C/A, est donné dans la Fig. 1. Les niveaux de brouillage indiqués dans la Fig. 1 sont rapportés au niveau de puissance seuil en mode poursuite sur une largeur de bande de brouillage de 1,0 MHz qui est spécifié pour certains types de récepteur L1 C/A dans le Tableau 2 (comme indiqué dans la Note 1).

La courbe du mode d'acquisition (Fig. 1) s'applique aux récepteurs SBAS et GBAS de Type 1. La courbe du mode d'acquisition pour les récepteurs assistés du SRNS et les récepteurs de haute précision est identique à celle de la Fig. 1. Les points de rupture de largeur de bande et les valeurs des niveaux relatifs pour les courbes de la Fig. 1 sont donnés dans le Tableau 1.

¹¹ D'autres précisions concernant le signal B1-C sont données dans l'Annexe 7 (COMPASS) de la Recommandation UIT-R M.1787.

FIGURE 1

Seuils relatifs de puissance de brouillage continu pour certains types de récepteurs utilisant le signal L1 C/A



M.1903-01

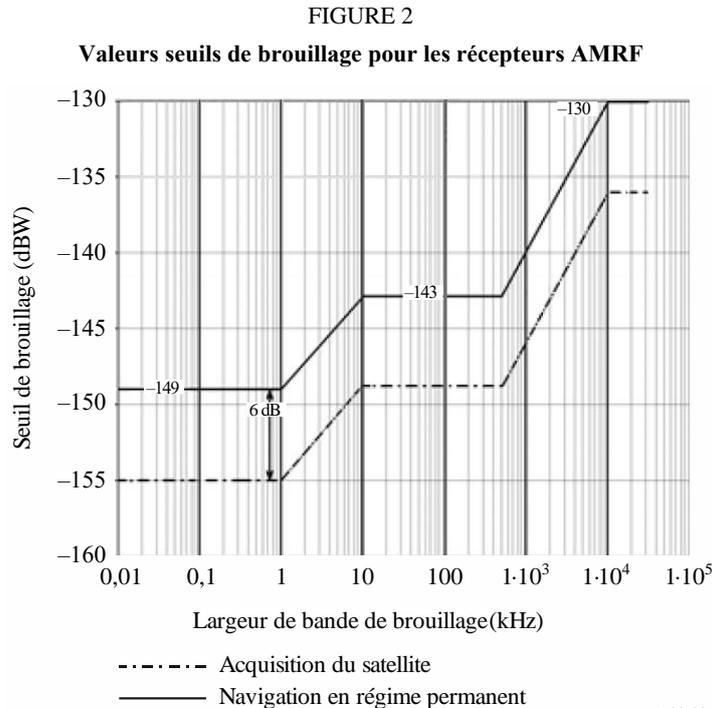
TABLEAU 1

Seuils relatifs de puissance de brouillage continu pour certains types de récepteurs utilisant le signal L1 C/A

Largeur de bande	Niveau de brouillage relatif
$0 \leq BW_I \leq 700 \text{ Hz}$	-10 dB
$700 \text{ Hz} < BW_I \leq 10 \text{ kHz}$	Progression linéaire de -10 dB à -3 dB
$10 \text{ kHz} < BW_I \leq 100 \text{ kHz}$	Progression linéaire de -3 dB à 0 dB
$100 \text{ kHz} < BW_I \leq 1 \text{ MHz}$	0 dB
$1 \text{ MHz} < BW_I \leq 20 \text{ MHz}$	Progression linéaire de 0 à 13 dB ⁽¹⁾
$20 \text{ MHz} < BW_I \leq 30 \text{ MHz}$	Progression linéaire de 13 à 19,4 dB ⁽¹⁾
$30 \text{ MHz} < BW_I \leq 40 \text{ MHz}$	Progression linéaire de 19,4 à 21 dB ⁽¹⁾
$40 \text{ MHz} < BW_I$	21 dB*

⁽¹⁾ Pour des largeurs de bande de brouillage de plus de 1 MHz, la densité spectrale de puissance brouilleuse ne doit pas être supérieure à la valeur seuil large bande pertinente indiquée dans le Tableau 2 sur la plage de fréquences $1\,575,42 \pm 10 \text{ MHz}$.

La Fig. 2 illustre le cas de récepteurs utilisés en navigation aérienne qui poursuivent des signaux AMRF du SRNS et indiquent les niveaux seuil de brouillage correspondants en fonction de la largeur de bande de la source de brouillage. Il convient de noter que les valeurs seuils indiquées dans la Fig. 2 n'intègrent pas la marge de sécurité (environ 6 dB) normalement appliquée par l'OACI dans les normes pertinentes.



4 Caractéristiques techniques et critères de protection des récepteurs du SRNS

Le Tableau 2 indique les caractéristiques techniques et les critères de protection (seuils de brouillage cumulatif maximums) pour plusieurs applications représentatives du SRNS dans la bande 1 559-1 610 MHz. Davantage de précisions sur les signaux du SRNS sont données dans la Recommandation UIT-R M.1787. Les modalités d'application des marges de sécurité pour la protection des récepteurs du SRNS sont données dans l'Annexe 1.

Le Tableau 2 propose différents niveaux de protection selon le type ou l'application du récepteur du SRNS. Les récepteurs et applications suivants ont été inclus dans le Tableau:

- Récepteur SBAS de catégorie I (2 types) et récepteur GBAS de catégorie II/III (2 types) (voir les § 2.1.1 et 2.1.2 ci-dessus, et le Tableau 2, colonnes 1 à 4 ci-après)
- Récepteur de référence au sol SBAS (voir le § 2.1.3 ci-dessus et le Tableau 2, colonne 5)
- Récepteur d'approche de précision utilisé en navigation aérienne (voir le § 2.1.4 ci-dessus et le Tableau 2, colonne 6)
- Récepteur de haute précision (3 types) (voir le § 2.2 ci-dessus et Tableau 2, colonne 11)
- Récepteurs assistés du SRNS (voir le § 2.3 ci-dessus et le Tableau 2, colonne 7)
- Récepteur polyvalent N° 1 (3 types) (voir le § 2.4 ci-dessus et le Tableau 2, colonne 8)
- Récepteur polyvalent N° 2 (voir le § 2.4 ci-dessus et le Tableau 2, colonne 9)
- Localisation en intérieur (3 types) (voir le § 2.5 ci-dessus et le Tableau 2, colonne 10).

TABLEAU 2

**Caractéristiques techniques et rapports de protection applicables aux récepteurs du SRNS (espace vers Terre)
fonctionnant dans la bande 1 559-1 610 MHz**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Application (voir § 4) Paramètre	SBAS Catégorie I Type 1	SBAS Catégorie I Type 2	GBAS Catégorie II/ III Type 1	GBAS Catégorie II/ III Type 2	Récepteur de référence au sol SBAS*	Récepteur d'approche de précision utilisé en navigation aérienne	Récepteur assisté du SRNS	Récepteur polyvalent N° 1	Récepteur polyvalent N° 2	Localisation à l'intérieur des bâtiments	Haute précision* (Note 11)
Plage de fréquences du signal (MHz)	1 575,42 ± 15,345	1 602 + 0,5625K ± 5,11, où K = -7, ..., +6 et 1 602 + 0,5625N ± 0,511, où N = +7, ..., +12 (Note 12)	1 575,42 ± 15,345	1 602 + 0,5625K ± 5,11, où K = -7, ..., +6 et 1 602 + 0,5625N ± 0,511, où N = -12, ..., -8 (Note 15)	1 575,42 ± 15,345	1 602 + 0,5625K ± 5,11, où K = -7, ..., +6 (Note 17) 1 600,995 ± 7,7	1 575,42 ± 15,345	1 575,42 ± 12 1 602 + 0,5625K ± 5,11, où K = -7, ..., +6 1 600,995 ± 7,7	1 561,098 ± 2,046 1 589,742 ± 2,046	1 575,42 ± 12 1 602 + 0,5625K ± 5,11, où K = -7, ..., +6 1 600,995 ± 7,7 1 575,42 ± 15,345	1 602 + 0,5625K ± 5,11, où K = -7, ..., +6 1 600,995 ± 7,7
Gain maximal de l'antenne du récepteur dans l'hémisphère supérieur (dBi)	+3,0 (circulaire) (Note 5)	+7 (circulaire) (Note 13)	+3,0 (circulaire) (Note 5)	+7 (circulaire) (Notes 13 et 16)	-2,0 (circulaire) (Note 6)	+7 (circulaire) (Note 13)	0,0	6	3	6	+3,0
Gain maximal de l'antenne du récepteur dans l'hémisphère inférieur (dBi)	-5,0 (rectiligne) (Note 7)	-10 (circulaire)	-5,0 (rectiligne) (Note 8)	-10 (circulaire)	-9,0 (circulaire) (Note 6)	-10 (circulaire)	0,0	6 (Note 18)	-10	6 (Note 18)	-5,0 (Note 10)
Largeur de bande à 3 dB du filtre RF (MHz)	24,0	30	24,0	30	24,0	30	30,69	32 30	4,196	32 30	30,69 ou 32 30

TABLEAU 2 (suite)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Application (voir § 4) Paramètre	SBAS Catégorie I Type 1	SBAS Catégorie I Type 2	GBAS Catégorie II/ III Type 1	GBAS Catégorie II/ III Type 2	Récepteur de référence au sol SBAS*	Récepteur d'approche de précision utilisé en navigation aérienne	Récepteur assisté du SRNS	Récepteur polyvalent N° 1	Récepteur polyvalent N° 2	Localisation à l'intérieur des bâtiments	Haute précision* (Note 11)	
Largeur de bande à 3 dB du filtre de précorrélacion (MHz)	20,46	22	20,46	22	20,46	22 25	20,46	2 22 25	4,096	2 22 25	20,46 22 25	
Température de bruit du système de réception (K)	513	400	513	400	513	400	513	645	330	645	513	
<i>Valeurs de seuil pour les brouillages continus</i>												
Niveau de puissance seuil du brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie de l'antenne passive (dBW), en mode poursuite	-150,5 (Notes 1 et 2)	-149 (Notes 3 et 14)	-150,5 (Notes 1 et 2)	-149 (Notes 3 et 14)	-160,0 (Note 9)	-149 (Notes 3 et 14)	-156,9 (Note 2)	-152 (Note 2, AMRC) (Note 3, AMRF et AMRC (fréquence porteuse 1 600,995 MHz)))	-150 (Note 4)	-184 (Note 2, AMRC) (Note 3, AMRF et AMRC (fréquence porteuse 1 600,995 MHz)))	-157,4 (Note 2)	-157,4 (Note 3)
Niveau de puissance seuil du brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie de l'antenne passive (dBW), en mode acquisition	-156,5 (Notes 1 et 2)	-155 (Notes 3 et 14)	-156,5 (Notes 1 et 2)	-155 (Notes 3 et 14)	-157,4 (Note 9)	-155 (Notes 3 et 14)	-156,9 (Note 2)	-158 (Note 2, AMRC) (Note 3, AMRF et AMRC (fréquence porteuse 1 600,995 MHz)))	-156 (Note 4)	-190 (Note 2, AMRC) (Note 3, AMRF et AMRC (fréquence porteuse 1 600,995 MHz)))	-157,4 (Note 2)	-157,4 (Note 3)

TABLEAU 2 (*fin*)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Application (voir § 4) Paramètre	SBAS Catégorie I Type 1	SBAS Catégorie I Type 2	GBAS Catégorie II/ III Type 1	GBAS Catégorie II/ III Type 2	Récepteur de référence au sol SBAS*	Récepteur d'approche de précision utilisé en navigation aérienne	Récepteur assisté du SRNS	Récepteur polyvalent N° 1	Récepteur polyvalent N° 2	Localisation à l'intérieur des bâtiments	Haute précision* (Note 11)	
Niveau de densité de puissance seuil du brouillage cumulatif large bande à la sortie de l'antenne passive (dB(W/MHz)), en mode poursuite	-140,5 (Notes 1 et 2)	-140 (Notes 3 et 14)	-140,5 (Notes 1 et 2)	-140 (Notes 3 et 14)	-146,0 (Note 9)	-140 (Notes 3 et 14)	-146,9 (Note 2)	-136 (Note 2, AMRC) (Note 3, AMRF et AMRC (fréquence porteuse 1 600,995 MHz)))	-140 (Note 4)	-142 (Note 2, AMRC) (Note 3, AMRF et AMRC (fréquence porteuse 1 600,995 MHz)))	-147,4 (Note 2)	-147,4 (Note 3)
Niveau de densité de puissance seuil du brouillage cumulatif large bande à la sortie de l'antenne passive (dB(W/MHz)), en mode acquisition	-146,5 (Notes 1 et 2)	-146 (Notes 3 et 14)	-146,5 (Notes 1 et 2)	-146 (Notes 3 et 14)	-147,4 (Note 9)	-146 (Notes 3 et 14)	-146,9 (Note 2)	-142 (Note 2, AMRC) (Note 3, AMRF et AMRC (fréquence porteuse 1 600,995 MHz)))	-146 (Note 4)	-148 (Note 2, AMRC) (Note 3, AMRF et AMRC (fréquence porteuse 1 600,995 MHz)))	-147,4 (Note 2)	-147,4 (Note 3)
<i>Valeurs de seuil pour les brouillages par impulsions (voir la Note 22)</i>												
Niveau de saturation m à l'entrée du récepteur (dBW) (Note 19) (Note 22)	-135 (Note 20)	-80	-135 (Note 20)	-80	-135 (Note 20)	-80		-70	-70	-100	-120	
Niveau de survie du récepteur (dBW) (Note 22)	-10 (Note 21)	-1	-10 (Note 21)	-1	-10 (Note 21)	-1		-20	-20	-17	-20	
Temps de rétablissement après surcharge (s) (Note 22)	$25,0 \times 10^{-6}$	$(1 \text{ à } 5) \times 10^{-6}$	$25,0 \times 10^{-6}$	$(1 \text{ à } 5) \times 10^{-6}$	$25,0 \times 10^{-6}$	$(1 \text{ à } 5) \times 10^{-6}$		30×10^{-6}	30×10^{-6}	30×10^{-6}	$(1 \text{ à } 30) \times 10^{-6}$	

Notes relatives au Tableau 2:

* Ces colonnes du tableau couvrent les caractéristiques et les seuils pour les récepteurs fonctionnant dans la bande 1 559-1 610 MHz (les récepteurs AMRC de ce type fonctionnent avec les signaux décrits dans l'Annexe 2 de la Recommandation UIT-R M.1787). Pour les caractéristiques et les seuils applicables aux récepteurs qui effectuent l'acquisition et la poursuite des signaux du SRNS dans les bandes 1 215-1 300 MHz et/ou 1 164-1 215 MHz, voir également les Recommandations UIT-R M.1903 et/ou UIT-R M.1905.

NOTE 1 – Lorsqu'elle est utilisée dans le modèle d'évaluation des brouillages de la Recommandation UIT-R M.1318-1, la valeur seuil est insérée dans la Ligne (a) et 6 dB (marge de sécurité, telle que décrite dans l'Annexe 1) est insérée dans la ligne (b) du gabarit d'évaluation.

NOTE 2 – Le brouillage continu à bande étroite est réputé avoir une largeur de bande de moins de 700 Hz. Le brouillage continu large bande est réputé avoir une largeur de bande de plus de 1 MHz. Les valeurs seuils pour des largeurs de bande de brouillage comprises entre 700 Hz et 1 MHz sont données dans le § 3 (voir Fig. 1 et Tableau 1). Ces valeurs sont pour les signaux L1 à code C/A et ne sont pas destinées à être utilisées dans des environnements où le brouillage par impulsions est important.

NOTE 3 – Pour le traitement des signaux AMRF et AMRC (fréquence porteuse 1 600,995 MHz, le brouillage continu à bande étroite est réputé avoir une largeur de bande de moins de 1 kHz. Le brouillage continu large bande est réputé avoir une largeur de bande de plus de 500 kHz. Les valeurs seuil pour des largeurs de bande de brouillage comprises entre 1 kHz et 500 kHz sont indiquées sur la Fig. 2.

NOTE 4 – Le brouillage continu à bande étroite est réputé avoir une largeur de bande de moins de 700 Hz. Le brouillage continu large bande est réputé avoir une largeur de bande de plus de 1 MHz.

NOTE 5 – Le gain maximal de l'antenne de réception à polarisation circulaire dextrogyre (RHCP) dans l'hémisphère supérieur s'applique pour des angles d'élévation d'au moins 75° par rapport au plan horizontal de l'antenne.

NOTE 6 – La valeur du gain maximal dans l'hémisphère supérieur indiquée s'applique à un angle d'élévation de 30° (angle arrivée où le brouillage RFI attendu est maximal). La valeur du gain maximal dans l'hémisphère inférieur indiquée s'applique à un angle d'élévation de 5°.

NOTE 7 – La valeur du gain maximal indiquée s'applique à un angle d'élévation de 0°. Pour des angles d'élévation compris entre 0° et -30° le gain maximal chute à -10 dBi et reste constant à -10 dBi pour des angles d'élévation compris entre -30° et -90°.

NOTE 8 – La valeur du gain maximal dans l'hémisphère inférieur indiquée s'applique à un angle d'élévation de 0°. Pour des angles d'élévation compris entre 0° et -30° le gain maximal chute -10 dBi et reste constant à -10 dBi pour des angles d'élévation compris entre -30° et -45°. Pour des angles d'élévation compris entre -45° et -90° la limite du gain maximal est -13 dBi.

NOTE 9 – Les valeurs de poursuite s'appliquent au signal L1 SBAS. Les seuils de poursuite sont basés sur la spécification FAA FAA-E-2892B, Modification N° 0012. Les valeurs d'acquisition s'appliquent au signal L1 C/A avec un rapport I/N de -6 dB. Les limites de largeur de bande pour le brouillage continu à bande étroite et large bande sont respectivement de 700 Hz (max.) et 1 MHz (min.). Les valeurs seuils des largeurs de bande de brouillage entre ces limites ne sont pas précisées et appelleront peut-être un complément d'étude.

NOTE 10 – La valeur du gain maximal dans l'hémisphère inférieur indiquée s'applique à des angles d'élévation inférieurs à +10°.

NOTE 11 – Les caractéristiques et les niveaux de protection indiqués dans cette colonne s'appliquent aussi aux récepteurs du SRNS qui sont conçus pour fonctionner pour des applications du SRNS spécialisées (par exemple. réseaux au sol monofréquence, navigation de précision) (voir § 2.2 définition des récepteurs de haute précision.) Les paramètres relatifs à la réponse aux brouillages par impulsions pour ce type de récepteur nécessitent un complément d'étude parallèlement aux travaux de l'UIT-R sur une méthode générale d'évaluation des brouillages RFI par impulsions.

NOTE 12 – Ce type de récepteur fonctionne simultanément sur plusieurs fréquences porteuses. Ces fréquences sont définies par la relation $f_c \text{ (MHz)} = 1\,602 + 0,5625K$, où $K = -7, \dots, +6$ (signaux du SRNS) et $f_c \text{ (MHz)} = 1\,602 + 0,5625N$, où $N = +7, \dots, +12$ (signaux SBAS).

NOTE 13 – Le gain minimal de l'antenne de réception pour un angle d'élévation de 5° est de $-5,5$ dBi.

NOTE 14 – Ce seuil devrait tenir compte de tous les brouillages cumulatifs. La valeur seuil n'inclut pas de marge de sécurité.

NOTE 15 – Ce type de récepteur fonctionne simultanément sur plusieurs fréquences porteuses. Ces fréquences sont définies par la relation $f_c \text{ (MHz)} = 1\,602 + 0,5625K$, $K = -7, \dots, +6$ (signaux du SRNS) et $f_c \text{ (MHz)} = 1\,602 + 0,5625N$, où $N = -12, \dots, -8$ (signaux du SRNA).

NOTE 16 – Le gain minimal de l'antenne de réception pour un angle d'élévation de 5° est de -21 dBi (signaux du SRNA).

NOTE 17 – Ce type de récepteur fonctionne simultanément sur plusieurs fréquences porteuses. Ces fréquences sont définies par la relation $f_c \text{ (MHz)} = 1\,602 + 0,5625K$, où $K = -7, \dots, +6$. Les récepteurs de navigation fabriqués avant 2006 peuvent fonctionner avec des signaux de navigation ayant des fréquences porteuses pour lesquelles (K) est compris entre -7 et $+12$.

NOTE 18 – Étant donné que l'antenne, dans certaines applications de récepteurs du SRNS pourraient être pointées pratiquement dans n'importe quelle direction, le gain maximal de l'antenne dans l'hémisphère inférieur pourrait (dans le cas le plus défavorable) être égal au gain maximal dans l'hémisphère supérieur.

NOTE 19 – Sauf indication contraire, pour les récepteurs fonctionnant sur la fréquence porteuse $1\,575,42$ MHz, le niveau de saturation à l'entrée du récepteur s'applique sur la largeur de bande à -3 dB du filtre RF correspondant, (colonne 4 de ce tableau), à condition que la largeur de bande à -3 dB du filtre RF du récepteur ne s'étende pas au-delà de la bande $1\,559-1\,610$ MHz. Pour les autres fréquences porteuses, la largeur de bande correspondante RF pour le niveau de saturation à l'entrée du récepteur est actuellement à l'étude.

NOTE 20 – Ces niveaux de saturation à l'entrée du récepteur sont donnés pour une puissance dans une largeur de bande de 1 MHz.

NOTE 21 – Ces niveaux de survie sont le niveau de puissance de crête pour un signal par impulsions avec un coefficient d'utilisation maximal de 10% .

NOTE 22 – Les valeurs indiquées dans ces rangées doivent être utilisées pour l'évaluation des brouillages provenant de sources de brouillage par impulsions conjointement avec la méthode décrite dans la Recommandation UIT-R M.2030.
