

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R M.1902-2
(01/2022)

**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**

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 œuvre 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

(Également 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	Émissions 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, 2022

© UIT 2022

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.1902-2

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

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

(2012-2019-2022)

Domaine d'application

Les caractéristiques et les critères de protection applicables aux stations terriennes de réception du service de radionavigation par satellite (SRNS) fonctionnant dans la bande 1 215-1 300 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) fonctionnant dans la bande 1 215-1 300 MHz des brouillages radioélectriques causés par des sources radioélectriques autres que celles du SRNS. Il convient de souligner que la présente Recommandation devrait être destinée à des applications civiles.

Mots clés

SRNS, critères de protection, incidence des brouillages radioélectriques

Abréviations/glossaire

BBGA	bruit blanc gaussien additif (<i>additive white gaussian noise</i>)
CES	coefficient d'espacement spectral (<i>spectral separation coefficient</i>)
MDPQD	modulation par déplacement de phase en quadrature à décalage (<i>staggered quadrature phase-shift keying</i>)
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 de l'UIT connexes

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
Recommandation UIT-R M.1787-4	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.1901-3 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.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 aéronautique fonctionnant dans la bande 1 559-1 610 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
- Rapport UIT-R M.2220-1 Méthode de calcul permettant de déterminer les paramètres du brouillage cumulatif de systèmes radiofréquence à impulsions fonctionnant dans les bandes de fréquences 1 164-1 215 MHz et 1 215-1 300 MHz et au voisinage de ces bandes et susceptibles d'influer sur les récepteurs aéroportés ou au sol du service de radionavigation par satellite fonctionnant dans ces bandes
- Rapport UIT-R M.2458-0 Applications du service de radionavigation par satellite dans les bandes de fréquences 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz

Rapport UIT-R M.2496

Utilisation des caractéristiques des récepteurs du SRNS pour évaluer les brouillages provenant de sources de brouillage par impulsions dans les bandes de fréquences 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

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 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 à l'échelle mondiale;
- c) 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;
- d) que la Recommandation UIT-R M.1904 fournit les caractéristiques techniques et les critères de protection des stations spatiales de réception fonctionnant dans le SRNS (espace-espace) dans les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz;
- e) que la Recommandation UIT-R M.1463 définit les caractéristiques des systèmes du service de radiopérage fonctionnant dans la bande 1 215-1 400 MHz;
- f) 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;
- g) que le Rapport UIT-R M.2220 définit une méthode de calcul permettant de déterminer les paramètres du brouillage cumulatif de systèmes radiofréquence à impulsions fonctionnant dans les bandes de fréquences 1 164-1 215 MHz et 1 215-1 300 MHz et au voisinage de ces bandes et susceptibles d'influer sur les récepteurs aéroportés ou au sol du service de radionavigation par satellite fonctionnant dans ces bandes;
- h) que le Rapport UIT-R M.2458 décrit les applications du SNRS dans les bandes de fréquences 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz;
- i) que le Rapport UIT-R M.2496 fournit des informations sur les caractéristiques de l'étage d'entrée des récepteurs du SRNS, y compris sur l'utilisation appropriée de ces paramètres pour évaluer les brouillages, et contient aussi des indications concernant les modèles de brouillage par impulsions pour les récepteurs du SNRS,

reconnaissant

- a) que la bande 1 215-1 300 MHz est attribuée à titre primaire au service d'exploration de la Terre par satellite (SETS) (active), au service de radiolocalisation, au SRNS (espace vers Terre et espace-espace) et au service de recherche spatiale dans les trois Régions;
- b) que, dans un certain nombre de pays, la bande 1 215-1 300 MHz contient également des attributions à titre primaire aux services fixe et mobile, et/ou au service de radionavigation (limité dans certains cas au service de radionavigation dans une partie de la bande);

c) que le numéro **5.329** du Règlement des radiocommunications dispose que la bande 1 215-1 300 MHz peut être utilisée par le service de radionavigation par satellite, sous réserve qu'il ne cause pas de brouillage préjudiciable au service de radionavigation autorisé au titre du numéro **5.331** et ne demande pas à être protégé vis-à-vis de ce service. Par ailleurs, la bande 1 215-1 300 MHz peut être utilisée par le service de radionavigation par satellite sous réserve qu'aucun brouillage préjudiciable ne soit causé au service de radiolocalisation. Le numéro **5.43** ne s'applique pas vis-à-vis du service de radiolocalisation. La Résolution **608 (CMR-03)** s'applique;

d) que le numéro **5.332** du Règlement des radiocommunications dispose que le SETS (active) dans la bande 1 215-1 300 MHz ne doit pas causer de brouillage préjudiciable au SRNS,

notant

que la Recommandation UIT-R RS.1749 définit les caractéristiques de divers radars spatioportés à synthèse d'ouverture fonctionnant dans la bande 1 215-1 300 MHz et que la Recommandation UIT-R RS.1347 préconise que le partage entre les radars spatioportés à synthèse d'ouverture et le SRNS soit considéré comme possible dans la bande 1 215-1 260 MHz compte tenu des démonstrations, y compris des essais de compatibilité au sol,

recommande

d'utiliser les caractéristiques et les critères de protection des stations terriennes de réception indiquées dans l'Annexe 1 pour analyser l'incidence sur les récepteurs du SRNS (espace vers Terre) fonctionnant dans la bande 1 215-1 300 MHz des brouillages causés par des sources radioélectriques autres que celles du SRNS.

Annexe 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

1 Introduction

Plusieurs classes de récepteurs qui diffèrent en termes de fonctions et de qualité de fonctionnement vont vraisemblablement utiliser les signaux de satellites du SRNS dans la bande de fréquences 1 215-1 300 MHz. Dans les paragraphes qui suivent, on trouvera une description générale de chaque type de récepteur ainsi que des caractéristiques et des critères de protection applicables aux différents récepteurs. Plusieurs de ces récepteurs sont des récepteurs multibandes qui utilisent ou prévoient d'utiliser des signaux du SRNS simultanément pour cette bande et une ou plusieurs autres bandes attribuées au SRNS.

2 Descriptions des applications des récepteurs du SRNS

Plusieurs types de récepteurs du SRNS existants ou en projet sont décrits dans les paragraphes qui suivent.

2.1 Récepteur de référence au sol du système SBAS1

Ce type de récepteur au sol est utilisé dans le réseau au sol du système complémentaire basé sur des satellites (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 s'effectue sur les signaux L1 et L2 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/A² et, d'autre part, du rythme moyen de cryptage. Cette technique de corrélation croisée donne la possibilité de mesurer le temps de propagation du signal à L2, ce qui permet de déterminer les variations de temps de propagation du signal dues à l'ionosphère. Elle est rendue possible par le fait que les signaux L1 et L2 P(Y) ont des codes identiques. Ce récepteur doit aussi acquérir et poursuivre les signaux de satellites SBAS sur la même fréquence que la porteuse L1 C/A. Les récepteurs à code partiel sont plus sensibles aux brouillages car ils fonctionnent sans avoir l'avantage de connaître le code Y³. L'acquisition est réalisée à l'aide du signal L1 à code C/A. Il n'y a pas d'acquisition à L2 pour ce type de récepteur. Les caractéristiques et les critères de protection applicables à ce récepteur sont indiqués dans le Tableau 1, colonne 1. Étant donné qu'il utilise les signaux L1 C/A et P(Y) simultanément avec le signal L2 P(Y), le récepteur est lui aussi sensible au brouillage dans la bande 1 559-1 610 MHz. Les critères de protection et d'autres caractéristiques du récepteur de référence au sol SBAS dans cette bande de fréquences sont spécifiés dans la Recommandation UIT-R M.1903.

Les récepteurs de référence au sol SBAS ont des rôles essentiels, par exemple le contrôle de l'intégrité des systèmes du SRNS au niveau des stations au sol SBAS dans des emplacements fixes connus. Pour garantir à ces récepteurs un accès ininterrompu aux signaux du SRNS, il faut prévoir une protection, par exemple, sans toutefois s'y limiter, sous forme de zones tampon physiques.

2.2 Récepteurs du SRNS à code partiel

2.2.1 Récepteurs de haute précision à code partiel

Ces récepteurs sont utilisés essentiellement pour des applications de surveillance et d'autres applications de localisation précise (par exemple, agriculture de précision, scientifique) où l'on a besoin de mesurer les temps de propagation dans l'ionosphère. Comme les récepteurs de référence au sol SBAS, ces récepteurs à code partiel utilisent une technique selon laquelle la poursuite s'effectue sur les signaux L1 et L2 P(Y), facilitée par une connaissance de la phase dynamique de la porteuse obtenue à partir de la poursuite de code L1 C/A. Deux méthodes de base sont utilisées: 1) corrélation croisée des signaux L1 et L2 P(Y); ou 2) poursuite indépendante des signaux. Pour pouvoir bien fonctionner, les récepteurs de haute précision acquièrent et poursuivent les signaux du SRNS dans deux ou trois bandes de fréquences et ils doivent être protégés dans toutes les bandes utilisées.

Il existe aussi des variantes ou des combinaisons de ces deux méthodes. Quoiqu'il en soit, l'objectif est de fournir une estimation du 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, même lorsque le récepteur est en mouvement. Ce processus permet d'améliorer la

¹ Le système SBAS permet de fournir des données d'intégrité et de correction des erreurs de mesure du SRNS via des signaux de satellite OSG.

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

³ 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.

précision de localisation. Le schéma de corrélation croisée est rendu possible par le fait que les signaux L1 et L2 ont des codes P(Y) identiques quasiment synchronisés. Les signaux L2 P(Y) sont retardés dans l'ionosphère par rapport aux signaux L1 P(Y) et aussi accompagnés d'avances de phase de la porteuse. Le signal L1 P(Y) a le même code et la même fréquence Doppler que le signal L1 C/A, ce qui facilite la poursuite à code partiel en utilisant des boucles de poursuite à largeur de bande très étroite. Ce récepteur aura des caractéristiques identiques à celles du récepteur de référence au sol SBAS décrit ci-dessus mais sa vulnérabilité au brouillage sera peut-être différente. Les caractéristiques de ce type de récepteur sont données dans le Tableau 1, colonne 2. Étant donné qu'il utilise aussi les signaux dans la bande 1 559-1 610 MHz, ce récepteur est vulnérable au brouillage dans cette bande. Les critères de protection et les autres caractéristiques dans la bande 1 559-1 610 MHz applicables aux récepteurs de haute précision de type AMRC sont donnés dans la Recommandation UIT-R M.1903.

2.2.2 Récepteurs de haute précision à code partiel intermédiaires utilisant le signal L2C

Ce récepteur a toutes les caractéristiques du récepteur de haute précision à code partiel décrit au § 2.2.1. Il acquiert et poursuit lui aussi le nouveau signal L2C⁴ sur la porteuse L2 reçu des satellites de génération ultérieure disponibles. Ce récepteur utilisera la technique à code partiel décrite ci-dessus pour acquérir et poursuivre les signaux L2 P(Y) de satellites de génération antérieure et pourra utiliser cette technique avec les signaux L2 P(Y) reçus des satellites de génération ultérieure, au moins pour donner des informations d'étalement pour un fonctionnement hybride L2C/L2 P(Y). Ce fonctionnement nécessite que soit connue la différence de phase entre les signaux L2C et L2 P(Y). Le signal L2C offre une plus grande robustesse que celle qui est disponible avec le fonctionnement à code partiel L2 P(Y) plus bénéfique dans des environnements contraints. Toutefois, étant donné que les récepteurs ayant cette fonctionnalité sont utilisés dans des applications qui utilisent les anciens récepteurs à code partiel L2 P(Y), en général, cette robustesse supplémentaire n'est pas toujours disponible. Les niveaux seuil de puissance brouilleuse spécifiés dans le Tableau 1, colonne 2, continuent de s'appliquer.

2.3 Récepteurs de haute précision

On entend par récepteurs de haute précision les récepteurs du SRNS utilisés dans le cadre de la présente Recommandation pour des applications nécessitant une très grande précision de positionnement (applications de surveillance, scientifiques et agricoles, par exemple). Ces récepteurs utilisent diverses techniques (par exemple, des techniques à code partiel) pour l'acquisition et la poursuite des signaux du SRNS dans deux ou trois bandes de fréquences attribuées à ce service pour la résolution de l'ambiguïté de phase de la porteuse et doivent être protégés dans toutes les bandes utilisées. Les caractéristiques et les niveaux de protection des récepteurs de haute précision sont aussi valables pour les récepteurs du SRNS conçus pour être utilisés dans des applications spécialisées du SRNS (réseaux au sol monofréquence et navigation de précision, par exemple).

Les récepteurs du SRNS de haute précision et les récepteurs conçus pour être utilisés dans des applications spécialisées du SRNS peuvent aussi fonctionner dans des environnements «contraints» (par exemple, en présence de feuillages). Deux types de récepteurs sont indiqués dans le Tableau 1, colonne 3 et colonne 3a; chacun utilise un type de signal de satellite du SRNS différent (par exemple, le signal LC2 ou les signaux B3 et B3A).

Le premier type de récepteur est un récepteur au sol qui effectue l'acquisition et la poursuite du signal L2C, mais pas nécessairement le signal L2 P(Y). La fonction de ce récepteur est la même que

⁴ D'autres précisions concernant le signal L2C sont données dans l'Annexe 2 (GPS) de la Recommandation UIT-R M.1787.

celle du récepteur de haute précision à code partiel décrit plus haut, mais la robustesse est plus grande en raison de l'acquisition et de la poursuite du signal L2C.

Ce type de récepteur acquiert et poursuit le nouveau code L2C reçu de certains satellites de génération ultérieure. Ce récepteur peut aussi utiliser la technique à code partiel décrite plus haut pour acquérir et poursuivre les signaux L2 P(Y) reçus de ces satellites et d'autres satellites, au moins pour fournir des données d'étalement pour un fonctionnement hybride L2C/L2 P(Y). Ce fonctionnement nécessite que soit connue la différence de phase entre les signaux L2C et L2 P(Y). Les caractéristiques de ce type de récepteur qui acquiert et poursuit le signal L2C sont données dans le Tableau 1, colonne 3. Le signal L2C offre une plus grande robustesse que celle qui est disponible avec un fonctionnement à code partiel L2 P(Y) plus bénéfique dans des environnements contraints. Toutefois, étant donné que les récepteurs ayant cette fonctionnalité sont utilisés dans des applications qui utilisent aussi les anciens récepteurs à code partiel L2 P(Y), en général, cette robustesse supplémentaire n'est pas toujours disponible. Les niveaux seuil de puissance brouilleuse spécifiés dans le Tableau 1, colonne 2, continuent de s'appliquer.

Le second type de récepteur est un récepteur au sol qui effectue l'acquisition et la poursuite des signaux B3 et B3A⁵. Les caractéristiques et les critères de protection applicables aux récepteurs de ce type sont indiqués dans le Tableau 1, colonne 3a.

2.4 Récepteurs de haute précision et d'authentification utilisant les signaux E6-BC et L6

Ce type de récepteur est un récepteur au sol qui effectue la poursuite du signal E6-BC. La fonction de ce récepteur consiste à effectuer la poursuite des composantes du signal large bande E6-B (données) ou E6-C (pilote), ou des deux signaux. Dans le cas du signal E6-B, le récepteur démodulera également les données transmises sur la composante de ce signal qui fournit, entre autres informations, les corrections relatives au radiopérage ponctuel précis (*PPP*). Lorsque le signal E6-C est traité, le récepteur procédera à une authentification avancée, y compris au déchiffrement du code d'étalement.

Les caractéristiques de ce type de récepteur qui traite le signal E6-BC sont indiquées dans le Tableau 1, colonne 3b. Étant donné que ce récepteur utilise aussi des signaux dans la bande de fréquences 1 559-1 610 MHz (au moins le signal E1-BC pour l'acquisition du signal), il est vulnérable au brouillage dans cette bande⁶. Les critères de protection et les autres caractéristiques dans la bande de fréquences 1 559-1 610 MHz indiquées pour les récepteurs de haute précision de type AMRC sont donnés dans la Recommandation UIT-R M.1903.

Les caractéristiques indiquées dans la colonne 3b s'appliquent également aux types de récepteur au sol pour le signal L6 (voir l'Annexe 4 (QZSS) de la Recommandation UIT-R M.1787 pour plus de précisions).

⁵ D'autres précisions concernant les signaux B3 et B3A sont données dans l'Annexe 7 (COMPASS) de la Recommandation UIT-R M.1787.

⁶ Le signal E1-BC est émis dans la bande de fréquences 1 559-1 610 MHz attribuée au SRNS, alors que le signal E6-BC est émis dans la bande de fréquences 1 215-1 300 MHz attribuée au SRNS. D'autres précisions sur ces signaux figurent dans l'Annexe 3 (Galileo) de la Recommandation UIT-R M.1787.

2.5 Récepteur de navigation aérienne

Il s'agit d'un récepteur embarqué conçu pour être utilisé dans toutes les phases de vol. Ce type de récepteur peut utiliser des signaux du SRNS AMRC et/ou AMRF⁷ et peut fonctionner simultanément sur plusieurs fréquences porteuses. Les caractéristiques de ce type de récepteur sont données dans le Tableau 1, colonne 4.

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

2.6 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 faible (c'est-à-dire récepteurs très sensibles). Étant donné qu'on ne peut pas utiliser la poursuite de la porteuse avec les signaux de faible puissance présents à l'intérieur des bâtiments, seule la poursuite de code est utilisée avec ce type de récepteur. Quatre types de récepteurs sont indiqués dans le Tableau 1, colonne 5; chacun utilise un type de signal de satellite du SRNS différent (AMRC pour le signal L2C ou pour les signaux B3 et B3A; AMRC et/ou AMRF pour les signaux GLONASS).

2.7 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. Quatre types de récepteurs sont indiqués dans le Tableau 1, colonne 6; chacun utilise un type de signal de satellite du SRNS différent (AMRC pour le signal L2C ou pour les signaux B3 et B3A; AMRC et/ou AMRF pour les signaux GLONASS).

3 Effets du brouillage radioélectrique par impulsions⁸

En plus du brouillage continu imputable à des sources très diverses, y compris des stations spatiales du SRNS, les récepteurs du SRNS fonctionnant dans la bande 1 215-1 300 MHz subissent un brouillage radioélectrique (RFI) par impulsions dans la bande et dans les bandes adjacentes imputable aux radars de radiolocalisation et aux émetteurs du SRNA. La présence de ce brouillage RFI par impulsions réduit la quantité de brouillage RFI continu qu'un récepteur du SRNS peut tolérer. La quantité de brouillage RFI par impulsions dépend du nombre de sources de brouillage situées dans l'horizon radioélectrique de l'antenne du récepteur du SRNS.

On a besoin d'une méthode d'analyse des brouillages RFI différente pour tenir compte du brouillage RFI par impulsions plus important dans la bande 1 215-1 300 MHz que dans la bande 1 559-1 610 MHz où ce brouillage est négligeable. Des études menées par deux organisations de

⁷ Le sigle «AMRF» renvoie à une technique de modulation en accès multiple par répartition en fréquence, selon laquelle tous les satellites du SRNS utilisent le même code de modulation, mais chaque satellite émet sur une fréquence porteuse différente. Le sigle «AMRC» renvoie à une technique de modulation en accès multiple par répartition en code, selon laquelle tous les signaux de satellite du SRNS sont transmis sur la même fréquence porteuse, mais avec des codes de modulation différents. D'autres précisions sur les signaux sont données dans l'Annexe 1 (GLONASS) et l'Annexe 2 (GPS) de la Recommandation UIT-R M.1787.

⁸ L'expression «brouillages continus» désigne ici des brouillages provenant de sources d'une puissance relativement constante généralement présents en permanence. Ces brouillages se distinguent des brouillages par impulsions, constitués de salves de transmission suivies de périodes sans transmission. La compatibilité des brouillages par impulsions avec les signaux du SRNS est fonction de la puissance et de la durée des salves et du facteur d'utilisation de la transmission.

normalisation dans le domaine de l'aéronautique⁹ ont permis d'élaborer une méthode d'analyse qui tient compte de l'effet conjugué des brouillages RFI par impulsions et continus¹⁰. Deux variantes de la méthode de base ont été élaborées selon le type de limitation des brouillages que les récepteurs du SRNS utilisent pour les sources de brouillage par impulsions: une pour les récepteurs utilisant une technique de «suppression des brouillages par impulsions» (conçue pour un fonctionnement dans des environnements de brouillage RFI par impulsions avec un facteur d'utilisation élevé) et une pour les récepteurs polyvalents à saturation (adaptée à un fonctionnement dans des environnements de brouillage RFI par impulsions avec un facteur d'utilisation faible). À titre d'exemple, le récepteur de référence au sol SBAS (voir § 2.1) intègre une technique de suppression des impulsions pour pouvoir mieux fonctionner en présence de brouillage RFI par impulsions.

4 Caractéristiques et critères de protection applicables aux récepteurs du SRNS

Le Tableau 1 indique les caractéristiques techniques et les critères de protection (seuils de brouillage cumulatifs maximaux) applicables à plusieurs récepteurs et applications représentatifs du SRNS dans la bande 1 215-1 300 MHz. D'autres précisions sur les signaux du SRNS sont données dans la Recommandation UIT-R M.1787.

Le Tableau 1 indique différents niveaux de protection selon les applications du SRNS. Les récepteurs et applications du SRNS suivants ont été inclus dans le Tableau:

- Récepteur de référence au sol SBAS (voir le § 2.1 et le Tableau 1, colonne 1).
- Récepteur de haute précision à code partiel (voir le § 2.2.1 et le Tableau 1, colonne 2) (à noter que la colonne 2 s'applique aussi au récepteur de haute précision à code partiel intermédiaire utilisant le signal L2C; voir § 2.2.2).
- Récepteur de haute précision (deux types) (voir le § 2.3 et le Tableau 1, colonne 3 et colonne 3a).
- Récepteurs de haute-précision et d'authentification utilisant les signaux E6-BC/L6 (voir le § 2.4 et le Tableau 1, colonne 3b).
- Récepteur de navigation aérienne (2 types) (voir le § 2.5 et le Tableau 1, colonne 4).
- Récepteur de localisation à l'intérieur de bâtiments (4 types) (voir le § 2.6 et le Tableau 1, colonne 5).
- Récepteurs polyvalents (4 types) (voir le § 2.7 et le Tableau 1, colonne 6).

⁹ RTCA, dont le siège est aux États-Unis et EUROCAE dont le siège est en Europe.

¹⁰ RTCA SC-159, «Assessment of the radio frequency interference relevant to the GNSS L5/E5A frequency band», RTCA Document N° RTCA/DO-292, Washington, DC, 29 juillet 2004.

TABLEAU 1

**Caractéristiques techniques et critères de protection applicables aux récepteurs du SRNS (espace vers Terre)
fonctionnant dans la bande 1 215-1 300 MHz**

Paramètre	1	2	3	3a	3b	4		5				6				
	Récepteur de référence au sol SBAS*	Récepteur de haute précision à code partiel*	Récepteur de haute précision utilisant le signal L2C*	Récepteur de haute précision utilisant les signaux B3 et B3A	Récepteur de haute précision et d'authentification utilisant les signaux E6-BC/L6	Récepteur de navigation aérienne (Note 10)		Localisation à l'intérieur de bâtiments				Récepteurs polyvalents				
Plage de fréquences du signal (MHz)	1 227,6 ± 15,345	1 227,6 ± 15,345	1 227,6 ± 15,345	1 268,52 ± 12	1 278,75 ± 21	1 246 + 0,4375*K ± 5,11, où K = -7, ..., +6 (Note 8)	1 248,06 + 7,7	1 227,6 ± 12	1 246 + 0,4375*K ± 5,11 où K = -7, ..., +6	1 248,06 + 7,7	1 268,52 ± 12	1 227,6 ± 12	1 246 + 0,4375*K ± 5,11 où K = -7, ..., +6	1 248,06 + 7,7	1 268,52 ± 12	
Gain maximal de l'antenne du récepteur dans l'hémisphère supérieur (dBi)	-2,0 circulaire (Note 3)	3,0 circulaire	3,0 circulaire	3,0 circulaire	3 circulaire	7 circulaire (Note 11)		6		3	6		3			
Gain maximal de l'antenne du récepteur dans l'hémisphère inférieur (dBi)	-5,0 circulaire (voir Note 3)	-7 rectiligne (10° angle d'élévation)	-7 rectiligne (< 10° angle d'élévation)	-7 rectiligne (< 10° angle d'élévation)	-6 circulaire (Note 15)	-10 circulaire		6 (Note 12)		-9	6 (Note 12)		-10			
Largeur de bande à 3 dB du filtre RF (MHz)	24,0	24,0	24,0	24,0	40,92 (Note 18)	42,0 (Note 18)	30		32	30	24	24	30	24		
Largeur de bande à 3 dB du filtre de précorrélacion (MHz)	20,46	20,46	20,46	20,46	40,92 (Note 18)	42,0 (Note 18)	20	25	2	20	25	20,46	2	20	25	20,46
Température de bruit du récepteur (K)	513	513	513	513	722 (Note 18)	645 (Note 18)	400		645		330	645		330		

TABLEAU 1 (suite)

	1	2	3	3a	3b	4	5		6	
Paramètre	Récepteur de référence au sol SBAS*	Récepteur de haute précision à code partiel*	Récepteur de haute précision utilisant le signal L2C*	Récepteur de haute-précision utilisant les signaux B3 et B3A	Récepteur de haute précision et d'authentification utilisant les signaux E6-BC/L6	Récepteur de navigation aérienne (Note 10)	Localisation à l'intérieur de bâtiments		Récepteurs polyvalents	
<i>Valeurs seuils 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	-137,5 (P(Y)) (Note 1)	-137,4 (P(Y)) (Note 1)	-151,4 (Note 1)	-157,4 (Note 2)	-134,5 (Note 16)	-149 (Note 1) (Note 9)	-193 (Note 1)	-193 (Note 2)	-158 (Note 1)	-150 (Note 2)
Niveau de puissance seuil du brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie de l'antenne passive (dBW) en mode acquisition	Voir Note 4	Voir Note 5	-157,4 (Note 1)	-157,4 (Note 2)	Voir la Note 17	-155 (Note 1) (Note 9)	-199 (Note 1)	-199 (Note 2)	-164 (Note 1)	-156 (Note 2)
Niveau de densité de puissance seuil du brouillage cumulatif large bande à la sortie de l'antenne passive (dB(W/MHz)) en mode poursuite	-147,5 (P(Y)) (Note 1)	-147,4 (P(Y)) (Note 1)	-147,4 (Note 1)	-147,4 (Note 2)	-140 (Note 16)	-140 (Note 1) (Note 9)	-150 (Note 1)	-145 (Note 2)	-139 (Note 1)	-140 (Note 2)
Niveau de densité de puissance seuil du brouillage cumulatif large bande à la sortie de l'antenne passive (dB(W/MHz)) en mode acquisition	Voir Note 4	Voir Note 5	-147,4 (Note 1)	-147,4 (Note 2)	Voir Note 17	-146 (Note 1) (Note 9)	-156 (Note 1)	-151 (Note 2)	-145 (Note 1)	-146 (Note 2)
<i>Valeurs seuils pour les brouillages par impulsions (voir la Note 14)</i>										
Niveau de saturation à l'entrée du récepteur (dBW) (Note 14)	-135,0 (Note 6) (Note 13)	-120 (Note 6)	-120 (Note 6)	-120 (Note 6)	-120 (Note 6)	-80	-70	-100	-70	-100
Niveau de survie du récepteur (dBW) (Note 14)	-10,0 (Note 7)	-20	-20	-20	-20	-1	-20	-17	-20	-17

TABLEAU 1 (suite)

	1	2	3	3a	3b	4	5	6
Paramètre	Récepteur de référence au sol SBAS*	Récepteur de haute précision à code partiel*	Récepteur de haute précision utilisant le signal L2C*	Récepteur de haute-précision utilisant les signaux B3 et B3A	Récepteur de haute précision et d'authentification utilisant les signaux E6-BC/L6	Récepteur de navigation aérienne (Note 10)	Localisation à l'intérieur de bâtiments	Récepteurs polyvalents
Temps de rétablissement après surcharge (s) (Note 14)	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$	(1 à 30) $\times 10^{-6}$	30×10^{-6}	30×10^{-6}

Notes relatives au Tableau 1:

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

Note 1: Pour le traitement des signaux P(Y), y compris celui utilisant les techniques à code partiel, le brouillage à bande étroite est réputé avoir une largeur de bande de moins de 100 kHz et le brouillage large bande est réputé avoir une largeur de bande de plus de 1 MHz. Pour le traitement du signal L2C, le brouillage à bande étroite est réputé avoir une largeur de bande de moins de 1 kHz et le brouillage large bande est réputé avoir une largeur de bande de plus de 1 MHz. Pour le traitement des signaux AMRF et AMRC (fréquence porteuse de 1 248,06 MHz), le brouillage continu à bande étroite est réputé avoir une largeur de bande de moins de 1 kHz et le brouillage continu large bande est réputé avoir une largeur de bande de plus de 500 kHz. Les valeurs seuils pour les largeurs de bande de brouillage comprises entre 100 kHz (signaux P(Y)) ou 1 kHz (signaux L2C et AMRF/AMRC (fréquence porteuse de 1 248,06)) et 1 MHz (ou pour les signaux AMRF 500 kHz) ne sont pas définies et nécessiteront peut-être un complément d'étude.

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 les largeurs de bande de brouillage comprises entre 700 kHz et 1 MHz nécessiteront peut-être un complément d'étude.

Note 3: La valeur du gain maximal dans l'hémisphère supérieur indiquée s'applique à un angle d'élévation de 30° (l'angle d'arrivée maximal attendu pour le brouillage RFI). La valeur du gain maximal dans l'hémisphère inférieur indiquée s'applique à un angle d'élévation de 5°.

Note 4: L'acquisition du signal se fait à l'aide du signal L1 C/A. Voir la ligne appropriée pour le seuil d'acquisition dans l'Annexe 2 de la Recommandation UIT-R M.1903, Tableau 2-2, colonne «Récepteur de référence au sol SBAS».

Note 5: L'acquisition du signal se fait à l'aide du signal L1 C/A. Voir la ligne appropriée pour le seuil d'acquisition dans l'Annexe 2 de la Recommandation UIT-R M.1903, Tableau 2-2, colonne «Récepteur de haute précision».

Note 6: Ces niveaux de saturation à l'entrée du récepteur s'appliquent sur la largeur de bande à 3dB du filtre RF correspondant.

Note 7: Ce niveau de survie est le niveau de puissance crête pour un signal par impulsions avec un facteur d'utilisation maximal de 10%.

Note 8: Ce type de récepteur fonctionne simultanément sur plusieurs fréquences porteuses. Ces fréquences sont définies par la relation f_c (MHz) = 1 246,0 + 0,4375 K , où K est compris entre -7 et +6.

TABLEAU 1 (*fin*)

Notes relatives au Tableau 1 (fin):

Note 9: Ce seuil devrait tenir compte de la puissance cumulative de tous les brouillages. La valeur seuil n'inclut pas de marge de sécurité.

Note 10: Les valeurs indiquées représentent les caractéristiques types des récepteurs. Dans certaines conditions, des valeurs plus strictes pourraient être nécessaires pour certains paramètres (par exemple, temps de rétablissement après surcharge, valeurs seuil du brouillage cumulatif, etc.).

Note 11: Le gain minimal de l'antenne de réception pour un angle d'élévation de 5° est de -5,5 dBic.

Note 12: Étant donné que l'antenne, dans certaines applications des récepteurs du SRNS, pourrait être pointée 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 13: Ce niveau de saturation à l'entrée du récepteur correspond à une puissance dans une largeur de bande de 1 MHz.

Note 14: Les valeurs indiquées dans ces lignes sont destinées à être utilisées aux fins de l'évaluation des brouillages causés par des sources de brouillage par impulsions, en association avec la méthode donnée dans la Recommandation UIT-R M.2030.

Note 15: La valeur du gain maximal dans l'hémisphère inférieur s'applique à un angle d'élévation de 5°.

Note 16: On considère que le brouillage continu à bande étroite a une largeur de bande inférieure à 128 kHz. Le brouillage continu large bande est réputé avoir une largeur de bande supérieure à 1 MHz. Les valeurs de seuil pour des largeurs de bande de brouillage comprises entre 128 kHz et 1 MHz nécessiteront peut-être un complément d'étude.

Note 17: Pour le signal E6-BC, l'acquisition du signal se fait à l'aide du signal E1-BC. Voir la ligne appropriée pour le seuil d'acquisition dans l'Annexe 2 de la Recommandation UIT-R M.1903, Annexe 2, Tableau 2-2, colonne «Haute précision». Pour le signal L6, certains récepteurs acquièrent le signal à l'aide des signaux dans la bande L1 et d'autres devraient avoir un seuil applicable au mode d'acquisition inférieur de 6 dB par rapport à celui du mode de poursuite.

Note 18: Une largeur de bande de 40,92 MHz est définie pour le récepteur du signal E6-BC et une largeur de bande de 42,0 MHz est définie pour le récepteur du signal L6. Une température de bruit de 722 K est définie pour le récepteur du signal E6-BC et une température de bruit de 645 K est définie pour le récepteur du signal L6.
