

**UIT-R**

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

**Recommandation UIT-R M.1905-1**  
(09/2019)

**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**

**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

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

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

(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) fonctionnant dans la bande 1 164-1 215 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 1 164-1 215 MHz des brouillages radioélectriques causés par des sources radioélectriques autres que celles du SRNS.

**Mots clés**

Critères de protection, incidence des brouillages radioélectriques, SRNS

**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
- 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.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.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 pertinentes 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 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) qu'il existe divers systèmes et réseaux du SRNS opérationnels ou en projet;
- c) que les caractéristiques et les critères de protection applicables aux systèmes et réseaux du SRNS pourraient être différents selon les bandes de fréquences et les applications;
- d) que des études sont en cours ou en projet en ce qui concerne l'incidence sur les systèmes et réseaux du SRNS des brouillages causés par des sources radioélectriques autres que celles du SRNS;

e) que l'on utilise ou prévoit d'utiliser un grand nombre d'applications du SRNS, aéronautiques ou non aéronautiques, dans la bande 1 164-1 215 MHz,

*notant*

a) 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;

b) que la Recommandation UIT-R M M.1904 fournit les caractéristiques techniques et les critères de protection des stations spatiales de réception fonctionnant dans les SRNS (espace-espace) dans les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz;

c) que la Recommandation UIT-R M 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 1 164-1 215 MHz est attribuée à titre primaire au SRNS (espace vers Terre et espace-espace) dans les trois Régions;

b) que la bande 1 164-1 215 MHz est, de plus, attribuée à titre primaire au service de radionavigation aéronautique (SRNA) dans les trois Régions;

c) que le numéro **5.328A** du Règlement des radiocommunications (RR) dispose que «les stations du service de radionavigation par satellite exploitées dans la bande 1 164-1 215 MHz doivent fonctionner conformément aux dispositions de la Résolution **609 (Rév.CMR-07)** et ne doivent pas demander à être protégées vis-à-vis des stations du service de radionavigation aéronautique dans la bande 960-1 215 MHz. Le numéro **5.43A** du RR ne s'applique pas. Le numéro **21.18** s'applique»,

*recommande*

**1** d'utiliser les caractéristiques et les critères de protection des stations spatiales de réception indiquées dans l'Annexe 2 pour analyser l'incidence sur les récepteurs du SRNS (espace vers Terre) fonctionnant dans la bande 1 164-1 215 MHz des brouillages causés par des sources radioélectriques autres que celles du SRNS;

**2** de prévoir, lors des analyses de brouillage, une marge de sécurité, comme indiqué dans l'Annexe 1, pour assurer la protection des aspects et des applications de sécurité du SRNS;

**3** de considérer que la Note suivante fait partie intégrante de la présente Recommandation.

NOTE – La marge de sécurité aéronautique de 6 dB, telle qu'indiquée au § 3.2 de l'Annexe 1, a été définie pour une application de radionavigation aéronautique du SRNS bien particulière dans la bande 1 164-1 215 MHz, et n'est pas destinée à 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.

## 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<sup>1</sup>.»

De plus, la Recommandation UIT-R M.1318 contient, dans son Annexe 1, 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 considération.

#### 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 du niveau nominal la marge de sécurité pour obtenir la puissance du signal utile qu'on

---

<sup>1</sup> Ce texte figure dans l'Annexe 5 de l'ancienne Recommandation UIT-R M.1477 (Genève, 2000).

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 (d'une valeur correspondant à la marge de sécurité) au niveau nominal.

Dans le cas du système mondial de navigation par satellite (GNSS)<sup>2</sup>, cette approche n'est pas possible car la puissance reçue en provenance du satellite est assez faible et relativement limitée, de sorte que les récepteurs du GNSS fonctionnent sur une plage dynamique du signal 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  $N_{0,EFF}$  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.

### 3.2 Marge de sécurité pour le GNSS dans la bande 1 164-1 215 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)<sup>3</sup> que le récepteur doit pouvoir tolérer tout en fonctionnant conformément aux spécifications. Pour le récepteur du 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, le niveau maximal du brouillage RFI environnemental continu cumulatif sûr,  $J_{safe,max}$  (dBW), est:

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

Comme pour le GNSS dans la bande 1 559-1 610 MHz (voir la Recommandation UIT-R M.1903, Annexe 1), la marge de sécurité nécessaire,  $M$  (dB), est de 6 dB.

---

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> Par brouillage non aéronautique, on entend un brouillage provenant de sources autres que l'équipement de mesure de distance (DME), le système de navigation aérienne tactique (TACAN) ou l'équipement installé à bord de l'aéronef doté d'un récepteur GNSS.

## Annexe 2

### **Caractéristiques techniques et critères de protection applicables aux stations terriennes de réception du SRNS (espace vers Terre) fonctionnant dans la bande 1 164-1 215 MHz**

#### **1 Introduction**

Plusieurs classes de récepteurs dont les fonctions et les performances varient vont vraisemblablement utiliser les signaux de satellite du SRNS dans cette bande de fréquences. Le Tableau 1 dans la présente Annexe donne les caractéristiques et les critères de protection applicables à plusieurs types de récepteurs du SRNS, notamment deux types de récepteurs qui représentent des récepteurs de navigation aérienne. Un type de récepteur de navigation aérienne utilise aussi un signal SBAS<sup>4</sup> transmis sur la même fréquence porteuse centrale que le signal du SRNS. Parmi les autres types de récepteurs on citera les récepteurs de haute précision (par exemple, pour la surveillance), les récepteurs de positionnement en intérieur ou les récepteurs polyvalents. Davantage de précisions sur les signaux du SRNS et les signaux SBAS sont données dans la Recommandation UIT-R M.1787. Le SRNS continuant d'évoluer, les applications de ce service utilisant des récepteurs plus sensibles au brouillage RFI seront peut-être utilisés, ce qui nécessitera une mise à jour de la présente Recommandation afin de tenir compte de ces récepteurs.

#### **2 Descriptions des types de récepteurs et des applications**

Plusieurs types de récepteurs du SRNS existants ou en projet sont décrits dans la présente section.

##### **2.1 Récepteur de navigation aérienne**

Plusieurs types de récepteurs du SRNS relèvent de la catégorie des récepteurs de navigation aérienne. Ce sont des récepteurs de haute intégrité embarqués qui sont utilisés pendant toutes les phases du vol et qui ont des fonctions particulières pour atténuer les effets des brouillages par impulsions. Les caractéristiques et les critères de protection pour ces deux types de récepteurs du SRNS sont donnés dans le Tableau 1. Le récepteur de navigation aérienne N °1 utilise des signaux du SRNS AMRC et des signaux SBAS<sup>5</sup>. Les seuils de brouillage pour ce récepteur correspondent aux limites applicables les plus basses pour l'ensemble de signaux du SRNS et SBAS utilisés dans ce récepteur (voir Tableau 1, colonne 1).

---

<sup>4</sup> Le SBAS est un système de renforcement satellitaire, moyen d'assurer une correction des erreurs de mesure du SRNS au niveau régional et de fournir des données d'intégrité par le biais d'un signal de satellite OSG.

<sup>5</sup> Le terme «AMRC» renvoie à l'utilisation d'une technique de modulation en accès multiple par répartition en code, selon laquelle tous les satellites SRNS et SBAS émettent sur la même fréquence porteuse mais avec des codes de modulation différents. D'autres précisions concernant ces signaux sont données dans l'Annexe 2 (GPS) de la Recommandation UIT-R M.1787.



Le récepteur de navigation aérienne N °2 peut utiliser des signaux du SRNS AMRC et/ou AMRF<sup>6</sup> et peut fonctionner simultanément sur plusieurs fréquences porteuses (voir Tableau 1, colonne 2).

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

## 2.2 Récepteur de haute précision

Les récepteurs de haute précision correspondent aux récepteurs du SRNS qui sont utilisés pour des applications nécessitant une très grande précision de positionnement (par exemple, applications de surveillance, scientifiques, agricoles). Ces récepteurs utilisent diverses techniques (par exemple, des techniques à code partiel) pour acquérir et suivre 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 ils 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 du SRNS spécialisées (par exemple, réseaux au sol monofréquence, navigation de précision).

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 perturbés (par exemple, sous des feuillages). Trois types de récepteurs sont indiqués dans le Tableau 1, colonne 3; chacun utilise un type de signal de satellite du SRNS différent (accès multiple par répartition en code (AMRC) ou accès multiple par répartition en fréquence (AMRF)) et une gamme de fréquences différente.

## 2.3 Récepteur de positionnement à l'intérieur de bâtiments

Il s'agit de récepteurs du SRNS destinés à être utilisés à l'intérieur de bâtiments et qui, en règle générale, présentent un rapport  $C/N_0$  faible (c'est-à-dire des récepteurs très sensibles). La fonction poursuite de la porteuse ne pouvant pas être utilisée avec les signaux de faible intensité que l'on observe à l'intérieur de bâtiments, seule la poursuite de code est utilisée dans ce type de récepteurs. Trois types de récepteurs sont indiqués dans le Tableau 1, colonne 4; chacun utilise un type de signal de satellite du SRNS différent (AMRC pour le signal E5a<sup>7</sup>; AMRC et/ou AMRF pour les signaux GLONASS), une gamme de fréquences et une largeur de bande du filtre de précorrélacion différentes.

---

<sup>6</sup> Le terme «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 terme «AMRC» renvoie à une technique dans 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 concernant ces signaux sont données dans l'Annexe 1 (GLONASS) de la Recommandation UIT-R M.1787.

<sup>7</sup> D'autres précisions concernant le signal E5a sont données dans l'Annexe 3 (Galileo) de la Recommandation UIT-R M.1787.

## 2.4 Récepteur polyvalent

Plusieurs types de récepteurs du SRNS relèvent de la catégorie des récepteurs polyvalents. Ces récepteurs sont conçus pour différents usages: navigation pour les véhicules, pour les piétons, géolocalisation générale. Trois 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 B2<sup>8</sup>; AMRC et/ou AMRF pour les signaux GLONASS) et une gamme de fréquences différente.

## 3 Brouillages par impulsions<sup>9</sup>

Les récepteurs du SRNS fonctionnant dans la bande de fréquences 1 164-1 215 MHz subiront vraisemblablement des brouillages RFI par impulsions dans la bande imputables aux stations au sol et aux stations embarquées du SRNA, auxquels s'ajoutent les brouillages continus dans la bande imputables aux stations spatiales du SRNS et d'autres sources de brouillage continu. Pour un récepteur du SRNS embarqué, on sait que le brouillage RFI par impulsions cumulatif du SRNA est plus fort aux altitudes élevées où davantage de stations au sol du SRNA sont situées en deçà de l'horizon radioélectrique. L'intensité du brouillage RFI par impulsions du SRNA décroît légèrement à proximité du sol, lorsque la distance par rapport à l'horizon radioélectrique décroît.

On a besoin d'une méthode d'analyse du brouillage RFI différente pour tenir compte des brouillages RFI par impulsions de forte intensité dans la bande 1 164-1 215 MHz que, par exemple, dans la bande 1 559-1 610 MHz où ce type de brouillage est négligeable. Des études réalisées par deux organisations s'occupant de normalisation en aéronautique<sup>10</sup> ont permis d'identifier une méthode d'analyse qui tient compte de l'effet conjugué du brouillage RFI par impulsions du SRNA et du brouillage RFI continu<sup>11</sup>. Deux variations de la méthode de base ont été déclinées: l'une pour un récepteur de navigation aérienne du SRNS (brouillage RFI par impulsions du SRNA avec facteur d'utilisation élevé), et l'autre pour des récepteurs du SRNS plus polyvalents (brouillage RFI par impulsions du SRNA avec facteur d'utilisation faible).

Les études de ces deux organisations ont montré que les récepteurs de navigation aérienne du SRNS fonctionnant à une altitude de vol égale ou supérieure à 200 (6 096 m au-dessus du niveau moyen de la mer (MSL)) subissent les brouillages RFI par impulsions du SRNA de forte intensité dans plusieurs régions du monde bien localisées. Dans ces deux régions, l'évaluation des paramètres de base pour un brouillage RFI par impulsions du SRNA de forte intensité donne des valeurs pour le pourcentage de suppression atteignant jusqu'à 65% au niveau du récepteur.

---

<sup>8</sup> D'autres précisions concernant le signal B2 sont données dans l'Annexe 7 (COMPASS) de la Recommandation UIT-R M.1787.

<sup>9</sup> L'expression «brouillages par impulsions» désigne ici des brouillages 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.

<sup>10</sup> RTCA, siège aux Etats-Unis d'Amérique et EUROCAE en Europe.

<sup>11</sup> RTCA SC-159, «Évaluation du brouillage radioélectrique pour le système GNSS bande de fréquences L5/E5A», RTCA Document N° RTCA/DO-292, Washington, DC, 29 juillet 2004.

En outre, les impulsions de faible intensité du SRNA qui sont aussi présentes interviennent dans un brouillage RFI moyen pour une part équivalant à une augmentation de 100 à 150% du bruit du système du SRNS. La présence de ces valeurs relativement importantes du brouillage RFI par impulsions du SRNA limite la quantité de brouillage RFI continu ou de brouillage RFI par impulsions ne relevant pas du SRNA qu'un récepteur du SRNS peut tolérer, compte tenu des limitations techniques du récepteur et du signal du satellite qui déterminent l'incidence maximale du brouillage.

On sait que les paramètres relatifs au brouillage par impulsions du SRNA dépendent du nombre et du type de stations au sol du SRNA qui sont en visibilité directe du récepteur du SRNS. Toutefois, la relation exacte entre les seuils de brouillage pour le récepteur et l'altitude dans les régions où la concentration de sources SRNA est la plus forte nécessite d'autres études approfondies.

D'autres études de l'UIT-R sont nécessaires pour élaborer une méthode permettant d'évaluer l'incidence des brouillages RFI par impulsions sur les récepteurs du SRNS.

#### **4 Caractéristiques techniques et critères de protection des récepteurs du SRNS**

Le Tableau 1 donne la liste des caractéristiques techniques et des critères de protection (seuils de brouillage cumulatif maximaux) pour plusieurs récepteurs et applications du SRNS représentatifs dans la bande 1 164-1 215 MHz. D'autres précisions sur les signaux du SRNS sont données dans la Recommandation UIT-R M.1787.

Les caractéristiques techniques et les niveaux de protection dépendent du type d'application du SRNS. Les récepteurs et applications du SRNS ci-après ont été inclus dans le Tableau 1:

- récepteurs de navigation aérienne (2 types) (voir § 2.1 et Tableau 1, colonnes 1 et 2);
- récepteurs de haute précision (3 types) (voir § 2.2 et Tableau 1, colonne 3);
- récepteurs de positionnement à l'intérieur de bâtiments (3 types) (voir § 2.3 et Tableau 1, colonne 4);
- récepteurs polyvalents (3 types) (voir § 2.4 et Tableau 1, colonne 5).

TABLEAU 1

**Caractéristiques techniques et critères de protection applicables aux récepteurs du SRNS (espace vers Terre)  
fonctionnant dans la bande 1 164-1 215 MHz**

	1	2	3	4	5
Paramètre	Récepteur de navigation aérienne N° 1	Récepteur de navigation aérienne N° 2 (Note 9)	Récepteurs de haute précision (Note 12)	Récepteurs de positionnement à l'intérieur de bâtiments	Récepteurs polyvalents
Plage de fréquences du signal (MHz)	1 176,45 ± 12	1 204,704 + 0,423 K ± 4,95, où K = -7, ..., +12 (Note 10)	1 202,025 ± 10,25	1 176,45 ± 12	1 204,704 + 0,423 K ± 4,095, où K = -7, ..., +12
Gain maximal de l'antenne du récepteur dans l'hémisphère supérieur (dBi)	+6 (circulaire) (Note 2)	7 (circulaire) (Note 11)	3,0 circulaire	3	3
Gain maximal de l'antenne du récepteur dans l'hémisphère inférieur (dBi)	-5 (rectiligne) (Note 3)	-10 (circulaire)	-7 (rectiligne) (angle d'élévation, ≤ +10°)	-9	-10
Largeur de bande à 3 dB du filtre RF (MHz)	24,0	17      30	24,0 ou 24,9      30	24      30	24      30
Largeur de bande à 3 dB du filtre de précorrélacion (MHz)	20,46	17      25	20,46      25	20,46      17      25	20,46      25
Température de bruit du récepteur (K)	727	400	513	330	330

TABLEAU 1 (*fin*)

	1	2	3	4	5
Paramètre	Récepteur de navigation aérienne N° 1	Récepteur de navigation aérienne N° 2 (Note 9)	Récepteurs de haute précision (Note 12)	Récepteurs de positionnement à l'intérieur de bâtiments	Récepteurs polyvalents
<b>Valeurs seuils pour les brouillages continus</b>					
Niveau de puissance seuil du brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie de l'antenne passive (dBW) (Note 1), en mode poursuite	-154,8 (Notes 4, 5)	-143 (Note 13)	-157,4	-193	-150
Niveau de puissance seuil du brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie de l'antenne passive (dBW) (Note 1), en mode acquisition	-158,7 (Notes 4, 6)	-149 (Note 13)	-157,4	-199	-156
Niveau de densité de puissance seuil du brouillage cumulatif large bande à la sortie de l'antenne passive (dB(W/MHz)) (Note 1), en mode poursuite	-144,8 (Notes 4, 5)	-140 (Note 13)	-147,4	-150	-140
Niveau de densité de puissance seuil du brouillage cumulatif large bande à la sortie de l'antenne passive (dB(W/MHz)) (Note 1), en mode acquisition	-148,7 (Notes 4, 6)	-146 (Note 13)	-147,4	-156	-146
<b>Valeurs seuils pour les brouillages par impulsions (voir la Note 15)</b>					
Niveau de saturation à l'entrée du récepteur (dBW) (Notes 14 et 15)	-114 (Note 7)	-80	-120	-100	-100
Niveau de survie du récepteur (dBW) (Note 15)	0 (Note 8)	-1	-20	-17	-17
Temps de rétablissement après surcharge (s) (Note 15)	$1 \times 10^{-6}$	$(1 \text{ à } 30) \times 10^{-6}$	$(1 \text{ à } 30) \times 10^{-6}$	$30 \times 10^{-6}$	$30 \times 10^{-6}$

*Notes relatives au Tableau 1:*

NOTE 1 – Sauf indication contraire, 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 seuils pour les largeurs de bande de brouillage comprises entre 700 Hz et 1 MHz nécessiteront peut être un complément d'étude.

NOTE 2 – Le gain maximal de l'antenne de réception à polarisation circulaire dextrogyre (RHCP) dans l'hémisphère supérieur s'applique pour un angle d'élévation de 90° par rapport au plan horizontal de l'antenne.

NOTE 3 – La valeur du gain maximal dans l'hémisphère inférieur s'applique pour un angle d'élévation de 0°. Pour des angles d'élévation compris entre 0° et -30°, le gain maximal décroît en fonction de l'angle d'élévation jusqu'à -10 dBi pour un angle d'élévation de -30° et reste constant à -10 dBi pour des angles d'élévation compris entre -30° et -90°.

NOTE 4 – 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 une valeur de 6 dB (marge de sécurité décrite dans l'Annexe 1) est insérée dans la Ligne (b) de la matrice d'évaluation.

NOTE 5 – La valeur seuil du brouillage RFI continu s'applique aux récepteurs embarqués fonctionnant à une altitude de plus de 6 096 m (20 000 pieds) au-dessus du niveau moyen de la mer. Les valeurs en mode acquisition pour les récepteurs embarqués fonctionnant à une altitude de moins de 610 m (2 000 pieds) au-dessus du niveau du sol sont de -143,0 dBW (bande étroite) et -133,0 dB(W/MHz) (large bande).

NOTE 6 – La valeur seuil du brouillage RFI continu s'applique aux récepteurs embarqués fonctionnant à une altitude de plus de 6 096 m (20 000 pieds) au-dessus du niveau moyen de la mer. Les valeurs en mode acquisition pour les récepteurs embarqués fonctionnant à une altitude de moins de 610 m (2 000 pieds) au-dessus du niveau du sol sont de -143,1 dBW (bande étroite) et -133,1 dB(W/MHz) (large bande).

NOTE 7 – Le niveau de saturation à l'entrée du récepteur est celui correspondant à une puissance dans une largeur de bande de précorrélacion de 20 MHz.

NOTE 8 – Le niveau de survie est le niveau de puissance de crête pour un signal par impulsions avec un facteur d'utilisation maximal de 10%.

NOTE 9 – Les valeurs données correspondent aux 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 10 – Ce type de récepteur fonctionne simultanément sur plusieurs porteuses. Les fréquences porteuses sont définies par  $f_c$  (MHz) = 1 204,704 + 0,423K, où K est compris entre -7 et +12 (signaux du SRNS).

NOTE 11 – Le gain minimal de l'antenne du récepteur pour un angle d'élévation de 5 degrés est de -5,5 dBic.

NOTE 12 – Cette colonne du tableau concerne les caractéristiques et les seuils pour les récepteurs fonctionnant dans la bande 1 164-1 215 MHz. Pour les caractéristiques et les seuils des récepteurs qui également acquièrent et poursuivent des signaux du SRNS dans la bande 1 215-1 300 MHz et/ou 1 559-1 610 MHz voir également les Recommandations UIT-R M.1902 et/ou UIT-R M.1903. Les caractéristiques et les niveaux de protection indiqués dans cette colonne s'appliquent aussi aux récepteurs du SRNS qui sont conçus pour être utilisés dans des applications du SRNS spécialisées (voir § 2.2 ci-dessus, définition des récepteurs de haute précision). Les paramètres relatifs à la réponse de ce type de récepteur aux brouillages par impulsions font l'objet d'un complément d'étude conjointement avec les travaux de l'UIT-R relatifs à une méthode générale d'évaluation du brouillage RFI par impulsions.

NOTE 13 – Cette valeur seuil devrait tenir compte de tous les brouillages cumulatifs. Elle n'intègre aucune marge de sécurité. Pour le traitement des signaux AMRF ou AMRC (fréquence porteuse de 1 202,025 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 seuils pour les largeurs de bande de brouillage comprises entre 1 kHz et 500 kHz nécessiteront peut être un complément d'étude.

NOTE 14 – Pour les récepteurs fonctionnant sur la fréquence porteuse 1 176,45 MHz, le niveau de saturation à l'entrée du récepteur s'applique sur la largeur de bande à -3 dB du filtre RF correspondante. Pour les autres fréquences porteuses, la largeur de bande RF correspondante pour le niveau de saturation à l'entrée du récepteur est actuellement à l'étude.

NOTE 15 – 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.

---