

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R M.1904 (01/2012)

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

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 l'Annexe 1 de 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, 2012

© UIT 2012

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.1904

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

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

(2012)

Domaine d'application

Les caractéristiques et les critères de protection applicables aux récepteurs spatioportés du service de radionavigation par satellite (SRNS) sont exposés dans la présente Recommandation. Ces informations sont destinées à être utilisées pour analyser l'incidence sur les récepteurs du SRNS (espace vers espace) fonctionnant dans les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz des brouillages radioélectriques causés par les émissions de sources autres que celles du SRNS.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que des récepteurs spatioportés du SRNS, utilisant des transmissions existantes ou en projet dans les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz, sont déjà exploités ou vont l'être à bord d'engins spatiaux par divers réseaux et systèmes à satellites;
- b) que les émissions du SRNS en liaison descendante dans les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz peuvent aussi être utilisées pour les applications espace-espace (par exemple, localisation d'engins spatiaux), sans mobiliser de ressources spectrales supplémentaires;
- c) que la Recommandation UIT-R M.1787 fournit des informations sur les caractéristiques des signaux des systèmes et réseaux du SRNS et que les Recommandations UIT-R M.1905, UIT-R M.1902 et UIT-R M.1903 fournissent des informations sur les caractéristiques techniques et la qualité de fonctionnement des récepteurs du SRNS pour les systèmes et réseaux du SRNS;
- d) que la Recommandation UIT-R M.1901 donne des orientations générales sur la présente Recommandation et d'autres Recommandations de l'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 les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz sont attribuées à titre primaire au SRNS (espace vers Terre) (espace-espace) dans les trois Régions;
- b) que le numéro **5.329A** du RR dispose que, «l'utilisation des systèmes du service de radionavigation par satellite (espace-espace) fonctionnant dans les bandes 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz n'est pas destinée à des applications des services de sécurité et ne doit pas imposer de contraintes supplémentaires aux systèmes du service de radionavigation par satellite (espace vers Terre) ou à d'autres services exploités conformément au Tableau d'attribution des bandes de fréquences»;
- c) que les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz sont, de plus, attribuées à titre primaire à d'autres services dans les trois Régions,

recommande

- 1 d'utiliser les caractéristiques et les critères de protection des récepteurs du SRNS donnés dans les Annexes 1, 2 et 3 pour effectuer les analyses des brouillages radioélectriques causés par des sources autres que celles du SRNS aux récepteurs spatioportés du SRNS fonctionnant (espace-espace) dans les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz;
- 2 d'utiliser au besoin les seuils de puissance brouilleuse cumulative donnés dans les Annexes pour calculer les brouillages causés aux récepteurs de radionavigation embranchés à bord de satellites;
- 3 d'utiliser au besoin les spécifications données dans les Annexes 1, 2 et 3 conjointement avec d'autres caractéristiques des systèmes du SRNS pour calculer les brouillages causés aux récepteurs spatioportés du SRNS à des altitudes élevées;
- 4 dans les cas où les seuils de puissance brouilleuse cumulative donnés dans les Annexes sont dépassés, d'utiliser au besoin les spécifications données dans les Annexes 1, 2 et 3 conjointement avec d'autres caractéristiques des systèmes du SRNS pour calculer les brouillages causés aux récepteurs spatioportés du SRNS;
- 5 de considérer que la Note suivante fait partie intégrante de la présente Recommandation.

NOTE – 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 pour les stations terriennes mobiles du SMS pour la bande 1 559-1 610 MHz qui sont indiqués dans les Annexes des Recommandations UIT-R M.1343-1 et UIT-R M.1480. Les niveaux maximaux des rayonnements non désirés pour la bande 1 559-1 610 MHz qui sont indiqués dans les Recommandations UIT-R M.1343-1 et UIT-R M.1480 ont été définis pour un scénario de brouillage bien particulier et ne sont pas censés être appliqués, sans complément d'étude, à d'autres systèmes que les stations terriennes mobiles du SMS fonctionnant dans la gamme 1-3 GHz.

Annexe 1

Caractéristiques des récepteurs spatioportés du système GLONASS

Le Tableau 1-1 donne les caractéristiques des récepteurs spatioportés du SRNS en vue de leur utilisation avec le système GLONASS.

TABLEAU 1-1

Caractéristiques des récepteurs spatioportés du système GLONASS

Paramètre	Valeur
Fréquences porteuses (MHz)	(1998-2005) ⁽¹⁾ $F = 1\,602 + 0,5625 K$ où $K = -7, \dots, 13$ $F = 1\,246 + 0,4375 K$ où $K = -7, \dots, 13$ (après 2005) $F = 1\,602 + 0,5625 K$ où $K = -7, \dots, 6$ $F = 1\,246 + 0,4375 K$ où $K = -7, \dots, 6$ $F = 1\,204,704 + 0,423 K$ où $K = -7, \dots, 12$
Débit d'éléments du code de bruit pseudo aléatoire (Méléments par seconde)	5,11 (signaux L1 HA et signaux L2 HA) 0,511 (signaux L1 SA et signaux L2 SA) 4,095 (signaux L3 HA et signaux L3 HA)
Débit binaire des données de navigation (bits par seconde)	50 (signaux L1 et L2) 125 (signaux L3)
Taux d'erreur sur les bits maximal admissible	1×10^{-5}
Méthode de modulation du signal	MPD-2
Polarisation	polarisation circulaire dextrogyre
Ellipticité (dB)	-1,55
Niveau de puissance reçue minimal (dBW)	-170
Gain minimal de l'antenne du récepteur ²⁾ (dBi) à l'angle d'élévation correspondant (degrés)	-6 (signaux L1, L2, L3) à 5 degrés
Gain maximal de l'antenne du récepteur dans l'hémisphère supérieur (dBi)	3
Gain maximal de l'antenne du récepteur dans l'hémisphère inférieur (dBi)	0
Largeur de bande à 3 dB du filtre RF (MHz)	60 (signaux L1) 30 (signaux L2) 17 (signaux L3)
Largeur de bande à 3 dB du filtre de précorrélacion (MHz)	22 (signaux L1) 20 (signaux L2) 17 (signaux L3)
Température de bruit du système du récepteur ²⁾ (K)	100-670
Niveau de puissance seuil du brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie d'une antenne passive (dBW) ³⁾ , en mode poursuite	-149

TABLEAU 1-1 (*fin*)

Paramètre	Valeur
Niveau de puissance seuil du brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie d'une antenne passive (dBW) ³⁾ , en mode acquisition	-155
Niveau de densité de puissance seuil du brouillage cumulatif large bande à la sortie d'une antenne passive (dBW/MHz) ³⁾ , en mode poursuite	-140
Niveau de densité de puissance seuil du brouillage cumulatif large bande à la sortie d'une antenne passive (dBW/MHz) ³⁾ , en mode acquisition	-146
Niveau de compression à l'entrée du récepteur (dBW)	-80
Niveau de survie du récepteur (dBW)	-1
Temps de rétablissement après surcharge (s)	1×10^{-3}

HA = précision élevée.

SA = précision standard.

- 1) Les récepteurs GLONASS fabriqués avant 2006 peuvent fonctionner avec des signaux de navigation ayant des fréquences porteuses pour lesquelles K est compris entre -7 et +13.
- 2) Des récepteurs spatioportés différents peuvent avoir des valeurs qui diffèrent de ces valeurs types.
- 3) La valeur seuil devrait tenir compte des brouillages cumulatifs de sources autre que celles du SRNS. Elle n'inclut pas une marge de sécurité de 6 dB.

Annexe 2

Caractéristiques des récepteurs spatioportés du système de radiolocalisation mondial Navstar

Les caractéristiques des récepteurs données ci-après sont destinées à être utilisées pour analyser les brouillages causés aux systèmes du SRNS par des sources radioélectriques autres que celles du SRNS et ne doivent pas être assimilées à des exigences, spécifications ou normes techniques. Les informations actuellement disponibles sur le système de localisation mondial (GPS) fonctionnant dans les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz figurent dans la Recommandation UIT-R M.1787.

Le Tableau 2-1 donne les caractéristiques des récepteurs spatioportés à utiliser avec le système GPS. Il convient de noter que, puisque les spécifications techniques et l'environnement d'exploitation des récepteurs spatioportés du SRNS sont différents de ceux des récepteurs terrestres, les caractéristiques de ces récepteurs spatioportés peuvent être différentes. Par exemple, l'acquisition du signal peut être plus complexe pour un récepteur spatioporté en orbite terrestre basse en raison des décalages de fréquence Doppler importants et des laps de temps plus courts pendant lesquels le satellite du SRNS est en visibilité directe.

TABLEAU 2-1

Caractéristiques des récepteurs spatiaux du système GPS¹

Paramètre	Paramètre (valeur)
Plage de fréquences du signal (MHz)	1 575,42 ± 15,345 (signal GPS L1), 1 227,6 ± 15,345 (signal GPS L2), 1 176,45 ± 12 (signal GPS L5)
Gain maximal de l'antenne du récepteur dans l'hémisphère supérieur (dBi)	7,0 (antenne pointée dans la direction du zénith depuis l'orbite terrestre basse (LEO)) (par rapport au signal à polarisation circulaire dextrogyre)
Gain maximal de l'antenne du récepteur dans l'hémisphère inférieur (dBi)	-10,0 (antenne pointée dans la direction du zénith depuis l'orbite terrestre basse (LEO)) (par rapport au signal à polarisation circulaire dextrogyre)
Largeur de bande à 3 dB du filtre RF(MHz)	24,0
Largeur de bande à 3 dB du filtre de précorrélacion (MHz)	20,46
Température de bruit du système de réception (K)	111,0 (Note 1)
Niveau de puissance seuil du brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie d'une antenne (dBW), en mode poursuite	-164,0 (signal L1) (Note 2) -157,0 (signal L2) (Note 3) -154,0 (L5) (Note 4) (largeur de bande de brouillage < 1 MHz) (ces valeurs s'appliquent avant tout pour les sources de brouillage dans l'espace)
Niveau de puissance seuil du brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie d'une antenne passive (dBW), en mode acquisition	-164,0 (signal L1) (Note 2) -163,0 (signal L2) (Note 5) -154,0 (signal L5) (Note 4) (largeur de bande de brouillage < 1 MHz) (ces valeurs s'appliquent avant tout pour les sources de brouillage dans l'espace)
Niveau de densité de puissance seuil du brouillage cumulatif large bande à la sortie d'une antenne (dB(W/MHz)), en mode poursuite	-154,0 (Note 6) (largeur de bande de brouillage ≥ 1 MHz)
Niveau de densité de puissance seuil du brouillage cumulatif large bande à la sortie d'une antenne (dB(W/MHz)), en mode acquisition	-154,0 (Note 6) (largeur de bande de brouillage ≥ 1 MHz)
Niveau de compression à l'entrée du récepteur (dBW)	-56,0

¹ D'autres informations sur les caractéristiques des signaux GPS dans ces bandes sont données dans la Recommandation UIT-R M.1787.

TABLEAU 2-1 (*fin*)

Paramètre	Paramètre (valeur)
Niveau de survie du récepteur (dBW)	-15,0
Temps de rétablissement après surcharge(s)	10^{-6}

NOTE 1 – Cette température de bruit est basée sur un récepteur spatial existant utilisé pour déterminer l'orbite de l'engin spatial avec une précision de l'ordre du cm. Le récepteur est équipé d'un amplificateur à faible bruit (facteur de bruit de 0,8 dB), d'une antenne pointée en direction du zénith (gain de 7 dBi et température de bruit de 10 K) et présente un affaiblissement du câble d'alimentation de 0,5 dB. La valeur plancher du bruit thermique est donc $N_0 = 10\log(kT_{sys}) = -208 \text{ dB(W/Hz)} = -148 \text{ dB(W/MHz)}$ ou k est la constante de Boltzmann.

NOTE 2 – Cette valeur seuil est valable uniquement pour le canal du récepteur L1 à code CA et pour une largeur de bande du signal brouilleur continu à bande étroite de moins de 700 Hz. Pour des largeurs de bande comprises entre 700 Hz et 1 MHz, la valeur seuil augmente comme suit (voir Fig. 2, Recommandation UIT-R M.1903); 1) pour une largeur de bande de brouillage B_I comprise entre 700 Hz et 10 kHz, la valeur seuil augmente linéairement en fonction de $\log(B_I)$ (B_I en kHz) passant de -164 dBW pour $B_I = 0,7 \text{ kHz}$ à -157 dBW pour $B_I = 10 \text{ kHz}$; 2) pour $10 \text{ kHz} \leq B_I \leq 100 \text{ kHz}$, la valeur seuil augmente linéairement en fonction de $\log(B_I)$ (B_I en kHz) passant de -157 dBW pour $B_I = 10 \text{ kHz}$ à -154 dBW pour $B_I = 100 \text{ kHz}$; 3) pour $100 \text{ kHz} \leq B_I \leq 1 \text{ 000 kHz}$, la valeur seuil est égale à -154 dBW.

NOTE 3 – Cette valeur est basée sur le signal L2C composé d'un code de longueur modérée de 511,5 kéléments/s (L2C-M) avec une période de 20 ms multiplexé dans le temps avec un autre code de 511,5 kéléments/s (L2C-L) avec une période de 1 500 ms pour former au total un débit d'éléments de 1,023 Méléments/s. Les valeurs seuils pour les largeurs de bande de brouillage comprises entre 1 kHz et 1 MHz pour des signaux L2C ne sont pas définies et nécessiteront peut être un complément d'étude.

NOTE 4 – Cette valeur seuil s'explique par la nature des raies spectrales du signal pilote L5, ce qui peut se traduire par une capacité de suppression des brouillages pouvant être jusqu'à 10 dB inférieure à celle calculée dans l'hypothèse d'un code aléatoire non périodique de 10,23 Méléments/s avec un spectre de puissance continu (c'est-à-dire dans l'hypothèse d'un code aléatoire, la valeur seuil serait de -144 dBW). Les valeurs seuil pour des largeurs de bande de brouillage comprises entre 700 Hz et 1 MHz sont à l'étude.

NOTE 5 – Cette valeur est basée sur l'acquisition directe du signal L2C utilisant L2C-M. Les valeurs seuils pour des largeurs de bande de brouillage comprises entre 1 kHz et 1 MHz pour des signaux L2C ne sont pas définies et nécessiteront peut être un complément d'étude.

NOTE 6 – Cette valeur seuil est basée sur un rapport brouillage/bruit de -6 dB rapportée à la valeur plancher du bruit thermique ($N_0 = -148 \text{ dB(W/MHz)}$). De façon équivalente, ce brouillage se traduira par une augmentation de 1 dB de la valeur plancher du bruit thermique. La valeur plancher du bruit peut être supérieure à 1 dB dans les bandes 1 215-1 300 MHz et 1 164-1 215 MHz en raison des risques de brouillages radioélectriques par impulsions (RFI) (par exemple, en provenance de radars spatioportés à synthèse d'ouverture et/ou d'émetteurs du SRNA). L'incidence de ces brouillages sur la qualité de fonctionnement du récepteur dépendra de nombreux facteurs, notamment la puissance des impulsions (de crête/moyenne), la durée des impulsions, la densité des impulsions et aussi de paramètres propres au récepteur comme le niveau de saturation de la tête du récepteur, le temps de rétablissement après saturation, le niveau de saturation du contrôle de gain automatique et la constante de temps (si on utilise un convertisseur A/D à plusieurs bits), du type de convertisseur A/D et des niveaux seuil de quantification. 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.

Annexe 3

Caractéristiques des récepteurs spatioportés du système Galileo

Le Tableau 3-1 donne les caractéristiques des récepteurs spatioportés du SRNS à utiliser avec le système Galileo.

TABLEAU 3-1

Caractéristiques des récepteurs spatioportés du système Galileo

Paramètre	Valeur du paramètre					
	E5a	E5b	E6 CS	E6 PRS	E OS	E PRS
Plage de fréquences du signal (MHz)	1 176,45 ± 12	1 207,14 ± 12	1 278,75 ± 20,5		1 575,42 ± 16	
Débit d'éléments du code de bruit pseudo aléatoire (Méléments/s)	10,023		5,115		1,023	2,5575
Débit binaire des données de navigation/débit de symboles (bps/sps)	25 bps/ 50 sps	125 bps/ 250 sps	500 bps/ 1 000 sps	classifié	125 bps/ 250 sps	classifié
Taux d'erreur sur les bits maximal admissible	2 × 10 ⁻⁷					
Méthode de modulation du signal	AltBOC (15.10)		BPSK (5)	BOC (10,5)	MBOC	BOC (15,2.5)
Polarisation	circulaire dextrogyre					
Niveau de puissance reçue minimal (dBW)	-160					
Gain maximal de l'antenne du récepteur dans l'hémisphère supérieur (dBi)	7,0 (satellite LEO) 14 (satellite OSG)					
Gain maximal de l'antenne du récepteur dans l'hémisphère inférieur (dBi)	-10,0 (satellite LEO) -15 (satellite OSG)					
Largeur de bande à 3 dB du filtre RF (MHz)	51,15		30,69		4 (de base) à 24 (utilisation scientifique)	32
Largeur de bande à 3 dB du filtre de précorrélacion (MHz)	24		30,69		4 (de base) à 24 (utilisation scientifique)	32

TABLEAU 3-1 (suite)

Paramètre	Valeur du paramètre					
	E5a	E5b	E6 CS	E6 PRS	E OS	E PRS
Température de bruit du système du récepteur ²⁾ (K)	75					
Niveau de puissance seuil du brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie d'une antenne passive (dBW) ³⁾ , en mode poursuite	-142,0					
Niveau de puissance seuil du brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie d'une antenne passive (dBW) ³⁾ , en mode acquisition	-135,0					
Niveau de densité de puissance seuil du brouillage cumulatif large bande à la sortie d'une antenne passive (dBW/MHz) ³⁾ , en mode poursuite	-142,0					
Niveau de densité de puissance seuil du brouillage cumulatif large bande à la sortie d'une antenne passive (dBW/MHz) ³⁾ en mode acquisition	-135,0					
Niveau de compression à l'entrée du récepteur (dBW)	-50					
Niveau de survie du récepteur (dBW)	-10					

TABLEAU 3-1 (*fin*)

Paramètre	Valeur du paramètre					
	E5a	E5b	E6 CS	E6 PRS	E OS	E PRS
Temps de rétablissement après surcharge(s)	10^{-6}					

NOTE 1 – Un signal brouilleur continu à bande étroite est réputé avoir une largeur de bande de moins de 700 Hz. Un signal brouilleur continu large bande est réputé avoir une largeur de bande supérieure à 1 MHz.

NOTE 2 – Pour les paramètres du SRNS Galileo, BPSK-R(*n*) désigne une modulation par déplacement de phase binaire (MDP-2) utilisant des éléments rectangulaires avec un débit d'éléments de $n \times 1,023$ (Méléments/s). BOC (*m, n*) désigne une modulation de porteuse à double décalage avec un décalage de la fréquence porteuse de $m \times 1,023$ (MHz) et un débit d'éléments de $n \times 1,023$ (Méléments/s). MBOC désigne une modulation de la porteuse à double décalage avec multiplexage de sorte que la densité spectrale de puissance G_{MBOC} du signal MBOC à une fréquence donnée, *f*, est égale à: $G_{MBOC}(f) = 10/11 G_{BOC(1,1)}(f) + 1/11 G_{BOC(6,1)}(f)$.