

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R M.2031-1
(09/2015)

**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**

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	Systemes 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, 2016

© UIT 2016

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.2031-1¹**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**

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

(2012-2015)

Domaine d'application

Les caractéristiques et les critères de protection des stations terriennes de réception du service de radionavigation par satellite (SRNS) ainsi que les caractéristiques des stations spatiales d'émission du SRNS exploitées ou qu'il est prévu d'exploiter dans la bande 5 010-5 030 MHz sont présentés dans cette Recommandation. Ces données sont destinées à être utilisées dans le cadre d'études de partage et de compatibilité pour analyser l'incidence des brouillages émanant des sources radioélectriques des services autres que le SRNS sur les systèmes et réseaux du SRNS (espace vers Terre) exploités dans la bande 5 010-5 030 MHz.

Mots clés

SRNS, critères de protection, incidence des brouillages radioélectriques

Abréviations/glossaire

BBGA	Bruit blanc gaussien additif
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>)
MDPQD	Modulation par déplacement de phase en quadrature à décalage
CES	Coefficient d'espacement spectral

Recommandations et Rapports connexes de l'UIT

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

¹ Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission d'études 5 de l'UIT-R et de l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI).

- Recommandation UIT-R M.1787-2 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.1831-1 Méthode de coordination pour l'évaluation des brouillages entre systèmes du service de radionavigation par satellite
- Recommandation UIT-R M.1901-1 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.1902-0 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.1903-0 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.1904-0 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.1905-0 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 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

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

a) que les systèmes et réseaux du service de radionavigation par satellite (SRNS) permettent de disposer dans le monde entier d'informations précises pour de nombreuses applications de localisation, de navigation et de synchronisation, y compris d'informations sur les aspects de sécurité dans certaines bandes de fréquences, dans certaines circonstances et pour certaines applications;

- b) qu'il existe plusieurs systèmes et réseaux du SRNS opérationnels ou en projet;
- c) que les brouillages causés aux systèmes et réseaux du SRNS par d'autres services de radiocommunication font actuellement l'objet d'études,

reconnaissant

- a) que la bande 5 010-5 030 MHz est attribuée à titre primaire au SRNS (espace vers Terre et espace-espace) dans les trois Régions;
- b) que la bande 5 010-5 030 MHz est aussi attribuée à titre primaire au service de radionavigation aéronautique (SRNA) dans les trois Régions;
- c) que la bande 5 010-5 030 MHz est aussi attribuée à titre primaire au service mobile aéronautique (le long des routes) par satellite (SMA(R)S) dans les trois Régions sous réserve de l'application du numéro **9.21** du RR;
- d) que, conformément au numéro **5.328B** du RR, «l'utilisation des bandes 1 164-1 300 MHz, 1 559-1 610 MHz et 5 010-5 030 MHz par les systèmes et les réseaux du SRNS pour lesquels les renseignements complets de coordination ou de notification, selon le cas, sont reçus par le Bureau des radiocommunications après le 1er janvier 2005 est assujettie à l'application des numéros **9.12**, **9.12A** et **9.13** du RR ...», et qu'il est prévu de mener des études pour déterminer des méthodes et des critères supplémentaires pour faciliter cette coordination;
- e) que le numéro **5.443B** du RR et la Résolution **741 (Rév.CMR-12)** définissent les limites de puissance surfacique cumulative applicables aux stations spatiales du SRNS pour qu'aucun brouillage préjudiciable ne soit causé au service de radioastronomie fonctionnant dans la bande 4 990-5 000 MHz;
- f) que le numéro **5.443B** du RR définit les limites de puissance surfacique cumulative applicables aux stations spatiales du SRNS pour qu'aucun brouillage préjudiciable ne soit causé au système d'atterrissage aux hyperfréquences du SRNA fonctionnant au-dessus de 5 030 MHz;
- g) que la Recommandation UIT-R M.1901 donne des orientations générales sur les Recommandations UIT-R relatives aux systèmes et réseaux du SRNS,

recommande

- 1** que, pour analyser l'incidence des brouillages émanant des sources radioélectriques des services autres que le SRNS sur les systèmes et réseaux du SRNS (espace vers Terre) exploités dans la bande 5 010-5 030 MHz, on utilise les caractéristiques et les critères de protection des stations spatiales de réception et les caractéristiques des stations terriennes d'émission figurant dans les Annexes 1, 2 et 3;
- 2** que la marge pour les brouillages causés par toutes les sources radioélectriques des services autres que le SRNS aux liaisons de service des systèmes et réseaux du SRNS (espace vers Terre) conformes aux Annexes 1 et 2 fonctionnant dans la bande 5 010-5 030 MHz, ne dépasse pas les seuils de brouillage figurant dans les Tableaux 1-1 et 2-4.

Annexe 1

Caractéristiques techniques types et critères de protection des stations terriennes de réception Galileo fonctionnant dans la bande 5 010-5 030 MHz

1 Introduction

Les liaisons de service du système de localisation Galileo fournissent des informations utilisées par les récepteurs de navigation correctement équipés pour déterminer la position, la navigation et la synchronisation (PNT). La présente Annexe porte sur les caractéristiques de réception des liaisons de service du système de localisation Galileo mais ne traite pas des stations spatiales d'émission du même réseau. Il est prévu de mettre à jour la présente Annexe lors d'une future révision de la Recommandation lorsque les caractéristiques des stations spatiales d'émission seront disponibles.

2 Caractéristiques des liaisons de service Galileo

Le service PNT Galileo fournit sur des liaisons descendantes dans la bande 5 010-5 030 MHz les informations PNT demandées par les utilisateurs mobiles (terrestres, maritimes, aéronautiques).

Le système PNT Galileo offre deux services: l'un assurant une couverture mondiale et l'autre utilisant des faisceaux ponctuels, avec un rapport C/N_0 plus élevé dans certaines zones. Pour pouvoir procéder à la télémétrie et à la localisation avec une grande précision, les émissions de signaux à bande élargie sont essentielles. Tout comme pour les émissions de signaux du SRNS dans la bande L, les émissions dans la bande C sont mises en oeuvre sous la forme de signaux à étalement du spectre avec des composantes de signal multiplexées.

Par rapport aux conditions de partage relatives aux attributions du SRNS entre 1 164 MHz et 1 610 MHz, la bande 5 010-5 030 MHz présente des niveaux de brouillage potentiel nettement inférieurs, ce qui la rend intéressante pour les applications essentielles de sécurité et autres applications nécessitant un niveau de service élevé.

Les critères de protection des récepteurs, figurant dans le Tableau 1-1 ci-dessous, ont été établis sur la base des conditions sur la liaison descendante applicables à un faisceau à couverture mondiale. Les différentes composantes de signal sont multiplexées à l'aide de modulations à enveloppe constante. Comme l'exige le marché, une pleine qualité de service est nécessaire pour tous les angles d'élévation supérieurs à 5°.

Les liaisons de service sont supposées assurer des services PNT aux récepteurs mobiles du SRNS depuis les satellites visibles à un angle d'élévation supérieur à 5° au moyen d'antennes à couverture hémisphérique dont le gain est de -5 dBi. L'antenne de réception type est supposée avoir un gain compris entre -5 dBi et +4 dBi pour les angles d'élévation compris entre 5° et 90°.

3 Critères de protection des récepteurs du SRNS

Les seuils de brouillage cumulatif du Tableau 1-1 sont calculés uniquement pour les brouillages dus aux émissions continues, considérés comme étant du bruit blanc.

Les seuils de brouillage cumulatif à bande étroite du Tableau 1-1 sont provisoires. Comme indiqué dans la Recommandation UIT-R M.1831, il existe une méthode appropriée pour modéliser les scénarios de brouillage continu à bande élargie, mais il est nécessaire de définir d'autres méthodes pour les brouillages à bande étroite et par impulsions, et aucune Recommandation ne traite actuellement du brouillage à bande étroite.

Pour fournir les informations PNT, les récepteurs du SRNS appliquent plusieurs opérations essentielles pour la réception RF et le traitement des signaux à étalement de spectre. Il s'agit de l'acquisition des signaux (porteuse et phase), de la poursuite de la porteuse et de la phase, de la poursuite du code et de la sous-porteuse et du décodage du message de navigation.

Il faut donc veiller tout particulièrement à protéger ces opérations, car ce n'est pas uniquement la dégradation du rapport C/N_0 due aux brouillages considérés comme du bruit blanc, mais aussi la forme spectrale de ces brouillages qui sont susceptibles de dégrader de manière préjudiciable la qualité de fonctionnement du récepteur. En d'autres termes, un bruit coloré peut dégrader la qualité de fonctionnement du récepteur même dans le cas d'une dégradation du rapport C/N_0 supposée être non préjudiciable sur la base d'un modèle inapproprié de brouillage de type bruit blanc gaussien additif.

Le bruit coloré a également une influence sur la mise en oeuvre de décorrélateurs précoces-tardifs, qui constituent un élément essentiel des récepteurs du SRNS.

La Recommandation UIT-R M.1831 décrit la méthode de calcul à utiliser pour la coordination entre systèmes du SRNS, dans laquelle on applique un coefficient de séparation spectrale pour tenir compte des caractéristiques spectrales du signal.

Comme dans le cas des brouillages continus, les dégradations du rapport C/N_0 calculées dans le cas des brouillages par impulsions lorsque ceux-ci sont considérés comme étant du bruit blanc, ne sont pas représentatives des effets réels sur la qualité de fonctionnement du récepteur. De plus, par rapport au cas des brouillages continus, de nouveaux paramètres, tels que la puissance de crête, le facteur d'utilisation des impulsions (PDC) et la fréquence de répétition des impulsions (PRF), doivent être pris en considération pour évaluer correctement les dégradations de la qualité de fonctionnement du récepteur. Des expressions analytiques peuvent être envisagées pour ces paramètres supplémentaires, mais la modélisation touche à ses limites lorsqu'il faut tenir compte des effets non linéaires sur l'étage d'entrée du récepteur.

Dans le cas du brouillage par impulsions, le temps mis par l'étage d'entrée du récepteur pour passer de l'état saturé pendant une impulsion à un régime permanent, dans lequel les équations linéaires sont valables, dépend dans une large mesure de la mise en oeuvre du récepteur. Pendant la durée de l'impulsion à laquelle s'ajoute la durée du retour à la normale, les échantillons fournis au corrélateur sont inutiles pour la poursuite ou la démodulation des données.

Plus le nombre d'impulsions par intervalle d'intégration cohérente est élevé, plus la dégradation pour un facteur d'utilisation des impulsions donné sera importante, en raison des effets cumulés des durées de retour à la normale. La durée des impulsions doit être limitée à une petite partie de la période d'intégration cohérente. En général, toute période comportant des échantillons fortement dégradés en raison de la saturation de l'étage d'entrée du récepteur due à des impulsions de forte puissance, dont la durée est supérieure ou égale à un dixième de la durée d'intégration cohérente du récepteur (en principe d'environ 1 ms), est susceptible de se traduire par une dégradation préjudiciable du processus d'intégration. Afin d'éviter toute répétition des effets mentionnés ci-dessus, il est nécessaire que la fréquence de répétition des impulsions ne soit pas proportionnelle au débit de symboles des signaux du SRNS ou à une fraction de celui-ci.

Les stratégies de réduction des brouillages pour protéger le récepteur contre les brouillages par impulsions, qui sont du ressort des concepteurs et des fabricants de récepteurs, sont considérées comme un atout concurrentiel et non comme une restriction imposée par le Règlement des radiocommunications.

TABLEAU 1-1

Caractéristiques des liaisons de service et critères de protection des stations terriennes de réception Galileo fonctionnant dans la bande 5 010-5 030 MHz

Paramètre	Description du paramètre du SRNS
Gamme de fréquences du signal (MHz)	5 010-5 030
Gain maximal de l'antenne de réception (dBi)	4
Largeur de bande à 3 dB du filtre RF (MHz)	20
Largeur de bande à 3 dB du filtre de pré-corrélation (MHz)	20
Température de bruit du système de réception (K)	530
Seuil de puissance de brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie de l'antenne passive en mode poursuite (dBW)	-157,1
Seuil de puissance de brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie de l'antenne passive en mode acquisition (dBW)	-160,1
Seuil de densité de puissance de brouillage cumulatif à bande élargie à la sortie de l'antenne passive en mode poursuite (dB(W/MHz))	-147,1
Seuil de densité de puissance de brouillage cumulatif à bande élargie à la sortie de l'antenne passive en mode acquisition (dB(W/MHz))	-150,1

Annexe 2

Caractéristiques techniques et critères de protection des stations terriennes de réception et caractéristiques des stations spatiales d'émission du système GPS fonctionnant dans le sens espace vers Terre dans la bande 5 010-5 030 MHz

1 Introduction

Les liaisons montantes et descendantes de connexion du système mondial de localisation (GPS) assureront des communications pour la surveillance, la commande et le contrôle du système et des satellites, la mise à jour des éphémérides orbitales et la synchronisation des horloges. L'angle d'élévation minimal pour l'exploitation des liaisons de connexion GPS est de 5 degrés, d'où un trajet d'une longueur maximale de 25 252 km. Les liaisons de service GPS fourniront des informations qui seront utilisées par les récepteurs de navigation correctement équipés pour déterminer la position, la navigation et la synchronisation (PNT).

2 Caractéristiques des liaisons descendantes de connexion GPS

D'après les estimations concernant le système GPS, la largeur de bande opérationnelle des liaisons descendantes de connexion est de 6,6 MHz, avec un débit de données codées de 6,6 Mbit/s. L'antenne de station spatiale de liaison descendante de connexion spécifiée est une parabole circulaire à alimentation centrale. Toutefois, compte tenu de l'utilisation simultanée de la

bande 5 000-5 010 MHz dans le sens Terre vers espace pour les liaisons montantes de connexion et de la bande adjacente 5 010-5 030 MHz dans le sens espace vers Terre pour les liaisons de service et les liaisons descendantes de connexion, une conception appropriée est nécessaire pour éviter les risques de brouillage. En particulier, il est important de mettre en oeuvre des filtres à l'émission à coupure très raide à la fois au niveau des satellites et des stations terriennes. Un filtrage à l'émission sera mis en oeuvre pour tous les signaux d'émission GPS et les rayonnements non essentiels sont censés être inférieurs de 60 dB à la valeur crête.

Le Tableau 2-1 présente les caractéristiques des stations terriennes de réception de liaison de connexion GPS fonctionnant dans la bande 5 010-5 030 MHz. Les paramètres découlent des spécifications GPS et sont cohérents avec ces spécifications, mais les valeurs indiquées sont encore susceptibles de changer. Le Tableau 2-2 présente les caractéristiques des émissions correspondantes des stations spatiales GPS sur les liaisons de connexion.

Les pays où des stations terriennes de liaison descendante de connexion du SRNS sont déployées risquent d'être amenés à prendre des mesures au niveau national par les administrations souhaitant déployer aussi des systèmes de Terre dans ces bandes. Si une administration souhaite garantir la protection des stations terriennes de réception de liaison descendante de connexion du SRNS située sur son territoire vis-à-vis des stations de Terre d'émission situées dans les pays adjacents, certaines stations terriennes situées en limite du territoire devraient être enregistrées auprès de l'UIT en suivant la procédure de coordination et de notification énoncée dans les Articles 9 et 11 du RR. Si des études préliminaires montrent que le brouillage cumulatif causé dans la largeur de bande du récepteur de liaison de connexion, par toutes les sources radioélectriques des services primaires autres que le SRNS fonctionnant dans la bande, correspond à plus de 6% de la température de bruit du système de réception de liaison de connexion du SRNS, mesuré à la sortie de l'antenne de réception, il convient de mener des études complémentaires pour déterminer dans quelle mesure les systèmes peuvent être compatibles.

TABLEAU 2-1

**Caractéristiques des stations terriennes de réception de liaison de connexion GPS
fonctionnant dans la bande 5 010-5 030 MHz**

Paramètre	Valeur du paramètre
Diamètre de l'antenne (m)	5,00
Polarisation	Circulaire dextrogyre
Diagramme d'antenne	Parabole circulaire à alimentation centrale
Gain d'antenne théorique (dBi)	48,39
Perte de rendement de l'antenne (dB)	1,50
Gain maximal de l'antenne de réception (dBi)	46,63
Température de bruit du système de réception (K)	140
Élévation minimale (degrés)	5,0

TABLEAU 2-2

Emissions sur la liaison descendante de connexion GPS dans la bande 5 010-5 030 MHz

Paramètre	Valeur du paramètre
Gamme de fréquences du signal (MHz) (Note 1)	5 013,63 ± 3,3
Débit des données codées (bit/s)	6 600 000
Méthode de modulation du signal	MDPQ avec filtrage
Polarisation	Circulaire dextrogyre (RHCP)
Ellipticité (dB)	1,5 maximum
p.i.r.e. à l'émission (dBW)	34,6

NOTE 1 – Fréquence porteuse du signal du SRNS considéré ± la moitié de la largeur de bande du signal.

3 Caractéristiques des liaisons de service PNT GPS et critères de protection

Pour la mise au point des liaisons descendantes de service PNT GPS dans la bande 5 010-5 030 MHz, on peut utiliser les technologies de satellite existantes. Un simple calcul du bilan de liaison montre que ces technologies conviennent parfaitement pour la fourniture de services PNT aux utilisateurs du SRNS employant les antennes prévues avec un gain théorique uniforme de 3 dBi et une couverture hémisphérique.

Pour les signaux sur les liaisons descendantes, une modulation respectant les exigences relatives aux liaisons de service à 5 GHz est la modulation par déplacement de phase en quadrature à décalage (MDPQD) avec filtrage et avec un code d'étalement pseudoaléatoire à 10 Mbit/s (MDPQD(10)). Le signal MDPQD peut avoir une composante sans données, pour faciliter son acquisition, en quadrature avec la composante de données. Le filtrage permet de protéger les services dans d'autres bandes, tout en permettant à la MDPQD(10) avec filtrage d'offrir de bonnes caractéristiques pour le service PNT, la puissance d'émission et la génération du signal. Le signal est à polarisation circulaire, mais le choix entre droite et gauche, opéré au moment de la conception, peut dépendre de la polarisation des autres signaux dans la bande, c'est-à-dire des liaisons de connexion du SRNS.

Les paramètres clé des émissions sur les liaisons de service GPS à 5 GHz sont présentés dans le Tableau 2-3. Les paramètres relatifs aux liaisons de service figurant dans le présent paragraphe découlent des spécifications GPS et sont cohérents avec ces spécifications, mais les valeurs indiquées sont encore susceptibles de changer.

TABLEAU 2-3

Emissions sur les liaisons de service GPS dans la bande 5 010-5 030 MHz

Paramètre	Valeur du paramètre
Gamme de fréquences du signal (MHz)	5 019,861 ± 9,86
Débit d'éléments de code BPA (Méléments/s)	10,23
Débit binaire des données de navigation (bit/s)	50 à 50 000
Méthode de modulation du signal	MDPQD(10) avec filtrage
Polarisation	Circulaire
Ellipticité (dB)	1,5 maximum
Niveau de puissance minimale reçue à la sortie de l'antenne de référence (dBW)	-171,6

Les récepteurs fonctionnant dans la bande 5 010-5 030 MHz devraient réagir au brouillage de manière analogue aux récepteurs du SRNS utilisant des codes BPA modernes de signaux PNT (par exemple, GPS L1C, L2C et L5) et fonctionnant dans les bandes 1 164-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz, et les études de compatibilité et de partage avec des services autres que le SRNS devraient se dérouler de manière analogue.

Les seuils de brouillage cumulatif figurant dans le Tableau 2-4 concernent uniquement les brouillages dus aux émissions continues. Les paramètres découlent des spécifications GPS et sont cohérents avec ces spécifications, mais les valeurs indiquées sont encore susceptibles de changer.

TABLEAU 2-4

Caractéristiques des liaisons de service et critères de protection des stations au sol de réception d'utilisateur GPS pour un fonctionnement dans la bande 5 010-5 030 MHz

Paramètre	Valeur du paramètre
Gamme de fréquences du signal (MHz)	5 019,861 ± 9,86
Gain maximal de l'antenne de réception dans l'hémisphère supérieur (dBi)	3
Gain maximal de l'antenne de réception dans l'hémisphère inférieur (dBi)	3 (voir la Note 2)
Largeur de bande à 3 dB du filtre RF du récepteur (MHz)	20
Largeur de bande à 3 dB du filtre de précorrélacion du récepteur (MHz)	20
Température de bruit du système de réception (K)	500
Seuil de puissance de brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie de l'antenne passive en mode poursuite (dBW)	-154,6 (voir la Note 1)
Seuil de puissance de brouillage cumulatif à bande étroite à la sortie de l'antenne passive en mode acquisition (dBW)	-157,6 (voir la Note 1)
Seuil de densité de puissance de brouillage cumulatif à bande élargie à la sortie de l'antenne passive en mode poursuite (dB(W/MHz))	-144,6 (voir la Note 1)
Seuil de densité de puissance de brouillage cumulatif à bande élargie à la sortie de l'antenne passive en mode acquisition (dB(W/MHz))	-147,6 (voir la Note 1)

NOTE 1 – On considère que le brouillage continu à bande étroite a une largeur de bande de moins de 700 Hz dans la bande 5 010-5 030 MHz. On considère que le brouillage continu à bande élargie a une largeur de bande de plus de 1 MHz dans la bande 5 010-5 030 MHz. Les seuils de puissance de brouillage pour une largeur de bande comprise entre 700 Hz et 1 MHz sont obtenus par interpolation log-linéaire entre la limite de puissance à bande étroite dans une largeur de bande de 700 Hz et la limite de densité de puissance à bande élargie dans une largeur de bande de 1 MHz.

NOTE 2 – Etant 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.

Par rapport aux systèmes analogues mis en oeuvre à 1,5 GHz, les systèmes du SRNS mis au point pour la bande des 5 GHz subissent un affaiblissement sur le trajet en espace libre supérieur de 10 dB, ainsi qu'un plus grand affaiblissement dû à la vapeur d'eau, aux précipitations et au feuillage. Par ailleurs, la technologie employée pour la bande des 5 GHz est actuellement plus onéreuse que celle employée pour les autres bandes du SRNS.

Malgré ces inconvénients, une mise en oeuvre à 5 GHz présente des avantages. Le principal avantage est que la longueur d'onde plus courte rend possible l'utilisation d'antennes et de réseaux d'antennes de gain plus élevé à l'intérieur d'une empreinte d'antenne donnée. De fait, étant donné que la longueur d'onde correspond environ à 30% de celle des autres bandes du SRNS, le diamètre, l'ouverture physique et le poids d'antennes ayant les mêmes diagrammes de gain qu'une antenne analogue dans

la gamme des 1,5 GHz sont respectivement multipliés par des facteurs de l'ordre de 0,3, $(0,3)^2 = 0,09$ et $(0,3)^3 = 0,027$. La bande des 5 GHz se prête bien à des applications pour lesquelles la taille et le poids sont des paramètres contraignants à la fois pour les équipements d'utilisateur et pour les charges utiles de satellite. Et il est alors possible d'utiliser des antennes adaptatives ayant la capacité d'augmenter la puissance du signal reçu et/ou d'annuler les sources de brouillage radioélectrique. Ces capacités sont utiles car des rayonnements non désirés provenant d'autres services sont susceptibles de causer des brouillages aux signaux du SRNS à une courte distance. Toutefois, ces antennes ne conviennent pas nécessairement pour toutes les applications. De plus, comme ce type d'antenne fait appel à un certain nombre d'éléments d'antenne, d'étages d'entrée du récepteur et de composants électroniques pour la formation et la direction du faisceau, l'architecture du récepteur devient complexe.

Une mise en oeuvre à 5 GHz présente comme autre avantage une amélioration potentielle de la précision de la position et de la synchronisation, du fait d'une variabilité réduite du temps de propagation dans l'ionosphère.

Comme indiqué au § 2 ci-dessus, aucune étude n'a fourni de conclusion sur la manière dont les liaisons de service à 5 GHz fonctionneraient en présence de liaisons de connexion descendantes du SRNS. Des études complémentaires pourraient être menées concernant des techniques comme les polarisations circulaires orthogonales, les modulations avec faible corrélation croisée, et l'incorporation d'une marge de liaison plus élevée pour les brouillages radioélectriques causés par les liaisons de connexion descendantes. Il est également nécessaire d'examiner la compatibilité entre des signaux émis simultanément par différents systèmes du SRNS sur une liaison de connexion descendante et sur une liaison de service.

Les critères de protection des signaux sur les liaisons de service devront être précisés lorsque la conception des systèmes du SRNS sera au point. Ces critères de protection devraient tenir compte des conditions nécessaires pour que les récepteurs du SRNS puissent fonctionner dans leur environnement prévu, en particulier des éventuelles contraintes en matière de largeur de bande du signal et de filtrage pour garantir la compatibilité avec la radioastronomie. De plus, si une liaison du SRNS se situe dans l'environnement d'un aéroport, elle devrait être conçue pour tolérer les rayonnements non désirés du système d'atterrissage aux hyperfréquences (MLS) normalisé par l'OACI fonctionnant dans la bande adjacente. On disposera de davantage de précisions concernant les récepteurs du SRNS à 5 GHz lorsque la conception initiale des systèmes sera achevée.

Annexe 3

Caractéristiques techniques et critères de protection des stations terriennes de réception et caractéristiques des stations spatiales d'émission du système QZSS fonctionnant dans la bande 5 010-5 030 MHz

1 Introduction

Les liaisons montantes et descendantes de connexion du système à satellites quasi zénithal (QZSS, quasi-zenith satellite system) assurent des communications pour la surveillance, la commande et le contrôle du système et des satellites et le téléversement de messages de navigation. Les stations de contrôle QZSS sont situées dans la région Asie-Pacifique.

2 Caractéristiques du système QZSS

Les caractéristiques des stations terriennes de réception de liaison de connexion QZSS fonctionnant dans la bande 5 010-5 030 MHz sont présentées dans les Tableaux 3-1 et 3-2. Les caractéristiques des stations spatiales d'émission de liaison de connexion QZSS fonctionnant dans la bande 5 010-5 030 MHz sont présentées dans les Tableaux 3-3 et 3-4.

Afin d'éviter l'autobrouillage, une technique de filtrage sera mise en oeuvre dans les satellites QZSS.

Les liaisons descendantes de connexion QZSS dans la bande 5 010-5 030 MHz assurent des fonctions de télémétrie et de télémesure.

Pour évaluer les brouillages susceptibles d'être causés aux liaisons de télémesure QZSS, il convient d'utiliser les caractéristiques figurant dans les Tableaux 3-1, 3-2, 3-3 et 3-4.

Pour l'évaluation des liaisons de télémétrie, il convient d'échanger les caractéristiques et critères de protection dans le cadre de discussions bilatérales comme le veut l'usage pour la coordination des fréquences entre systèmes à satellites. En effet, pour pouvoir évaluer correctement l'incidence du brouillage sur une liaison de télémétrie QZSS, il faut évaluer le rapport C/N_0 total compte tenu de la liaison montante et de la liaison descendante. (Il est impossible d'évaluer la qualité de fonctionnement de la liaison de télémétrie QZSS en tenant compte uniquement du brouillage sur la liaison montante.)

TABLEAU 3-1

Caractéristiques des stations terriennes de réception de liaison de connexion QZSS (pour le premier satellite QZSS) fonctionnant dans la bande 5 010-5 030 MHz

Paramètre	Valeur du paramètre
Diagramme d'antenne	Rec. UIT-R S.465-5
Gain maximal de l'antenne (dBi)	49,0
Largeur de bande nécessaire (kHz)	400
Température de bruit (K)	150

NOTE 1 – Les Tableaux 3-1 et 3-3 contiennent uniquement les caractéristiques des liaisons de télémesure QZSS. Il convient de se reporter à l'alinéa qui précède le Tableau 3-1 en ce qui concerne les caractéristiques et les critères de protection des liaisons de télémétrie QZSS.

NOTE 2 – On peut utiliser les caractéristiques du Tableau 3-1 pour effectuer les études préliminaires mentionnées dans l'alinéa qui suit le Tableau 3-2.

TABLEAU 3-2

**Caractéristiques des stations terriennes de réception de liaison de connexion QZSS
(pour les satellites suivants) fonctionnant dans la bande 5 010-5 030 MHz**

Paramètre	Valeur du paramètre
Diagramme d'antenne	Rec. UIT-R S.465-5
Gain maximal de l'antenne (dBi)	51,0
Largeur de bande nécessaire (kHz)	10 000
Température de bruit (K)	150

NOTE 1 – Les Tableaux 3-2 et 3-4 contiennent uniquement les caractéristiques des liaisons de télémétrie QZSS. Il convient de se reporter à l'alinéa qui précède le Tableau 3-1 en ce qui concerne les caractéristiques et les critères de protection des liaisons de télémétrie QZSS.

NOTE 2 – On peut utiliser les caractéristiques du Tableau 3-2 pour effectuer les études préliminaires mentionnées dans l'alinéa qui suit le Tableau 3-2.

Les pays où des stations terriennes de liaison descendante de connexion du SRNS sont déployées risquent d'être amenés à prendre des mesures au niveau national par les administrations souhaitant déployer aussi des systèmes de Terre dans ces bandes. Si une administration souhaite garantir la protection des stations terriennes de réception de liaison descendante de connexion du SRNS situées sur son territoire vis-à-vis des stations de Terre d'émission situées dans les pays adjacents, certaines stations terriennes situées en limite du territoire devraient être enregistrées auprès de l'UIT en suivant la procédure de coordination et de notification énoncée dans les Articles 9 et 11 du RR. Si des études préliminaires montrent que le brouillage cumulatif causé dans la largeur de bande du récepteur de liaison de connexion, par toutes les sources radioélectriques des services primaires autres que le SRNS fonctionnant dans la bande, correspond à plus de 6% de la température de bruit du système de réception de liaison de connexion du SRNS, mesuré à la sortie de l'antenne de réception, il convient de mener des études complémentaires pour déterminer dans quelle mesure les systèmes peuvent être compatibles.

TABLEAU 3-3

**Caractéristiques des stations spatiales d'émission de liaison de connexion QZSS
(pour le premier satellite QZSS) fonctionnant dans la bande 5 010-5 030 MHz**

Paramètre	Valeur du paramètre
Diagramme d'antenne	Faisceau mondial
Polarisation	Circulaire dextrogyre (RHCP)
p.i.r.e. minimale à l'émission (dBW)	9,8
Modulation	MIC-MDP/MP

TABLEAU 3-4

**Caractéristiques des stations spatiales d'émission de liaison de connexion QZSS
(pour les satellites suivants) fonctionnant dans la bande 5 010-5 030 MHz**

Paramètre	Valeur du paramètre
Diagramme d'antenne	Faisceau mondial
Polarisation	Circulaire dextrogyre (RHCP)
p.i.r.e. minimale à l'émission (dBW)	9,3
Modulation	SQPN

SQPN: Bruit pseudo-aléatoire en quatre phases décalées – Forme de modulation à étalement de spectre dans laquelle la séquence de données correspondant au bruit pseudo-aléatoire est modulée sur une porteuse radioélectrique au moyen d'une variante de la modulation MDP-4 consistant à retarder un canal par rapport à l'autre de la moitié de la période du symbole de modulation (aussi appelée «MDP-4 avec décalage»).
