

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R SA.1164-4
(08/2019)

**Critères de partage et de coordination
applicables aux liaisons de service des
systèmes de collecte de données utilisant
des satellites géostationnaires des services
d'exploration de la Terre par satellite
et de météorologie par satellite**

Série SA
Applications spatiales et météorologie

Avant-propos

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

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

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

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

Séries des Recommandations UIT-R

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

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

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

Publication électronique
Genève, 2020

© UIT 2020

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

RECOMMANDATION UIT-R SA.1164-4

Critères de partage et de coordination applicables aux liaisons de service des systèmes de collecte de données utilisant des satellites géostationnaires des services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite

(Question UIT-R 142/7)

(1995-1997-1999-2018-2019)

Champ d'application

La présente Recommandation expose les critères de partage et de coordination à appliquer pour protéger les liaisons de service des systèmes de collecte de données utilisés dans les services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite, sur la base des critères de brouillage cumulatif décrits dans la Recommandation UIT-R SA.1163.

Mots clés

Critères de partage, critères de coordination, limites de puissance, systèmes de collecte de données

Recommandations et Rapports de l'UIT-R connexes

Recommandation UIT-R SA.1023 – Méthode permettant d'établir des critères de partage et de coordination pour les systèmes utilisés dans les services d'exploration de la terre par satellite et de météorologie par satellite

Recommandation UIT-R SA.1163 – Critères de brouillage applicables aux liaisons de service des systèmes de collecte de données des services d'exploration de la terre par satellite et de météorologie par satellite

Recommandation UIT-R SM.1448 – Détermination de la zone de coordination autour d'une station terrienne fonctionnant dans des bandes de fréquences comprises entre 100 MHz et 105 GHz

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les bandes de fréquences attribuées au service d'exploration de la Terre par satellite (et au service de météorologie par satellite (MetSat)) peuvent être utilisées en partage par plusieurs systèmes, y compris ceux qui sont exploités dans d'autres services;
- b) que la Recommandation UIT-R SA.1163 spécifie les critères de brouillage nécessaires à la détermination des critères de partage;
- c) que les critères de partage peuvent être déterminés à l'aide de la méthodologie décrite dans la Recommandation UIT-R SA.1023;
- d) que le déploiement type des stations brouilleuses peut évoluer en quelques années en raison de la multiplication des systèmes et des révisions apportées aux attributions de bandes de fréquences dans le cadre des conférences mondiales des radiocommunications;
- e) que les administrations peuvent, en réglementant l'utilisation du spectre radioélectrique sur leur territoire et en coordonnant les assignations de fréquence au niveau international, exercer un certain contrôle quant au nombre de systèmes susceptibles d'occasionner des niveaux de brouillage significatifs;

f) qu'il est peu probable que les niveaux de brouillage subis par les stations terriennes du service MetSat embarquées sur des navires soient supérieurs aux brouillages subis par les stations terriennes exploitées à terre;

g) la Recommandation UIT-R SM.1448, qui présente les méthodologies de détermination du besoin de coordination entre stations d'émission de Terre et stations terriennes,

recommande

1 que les niveaux de brouillage par source unique spécifiés pour certaines bandes de fréquences dans le Tableau 1 d'après l'analyse décrite dans l'Annexe 1 soient utilisés comme critères de partage et de coordination ou comme base de détermination d'autres formes de critères de partage (par exemple sous forme de limites de puissance surfacique), pour la protection des stations exploitées dans le service d'exploration de la Terre par satellite et les services MetSat;

2 qu'on utilise une augmentation de 6% de la température équivalente de bruit de la liaison comme seuil de coordination entre stations spatiales d'émission et stations terriennes de réception fonctionnant dans le service MetSat;

3 que le déploiement des brouilleurs spécifiés dans l'Annexe 1, et dans l'Annexe 2 pour la bande 401-403 MHz, soit périodiquement passé en revue afin de déterminer s'il y a lieu de réviser la définition type de l'environnement brouilleur et donc les critères de brouillage correspondants.

TABLEAU 1

Critères de partage applicables aux stations du service d'exploration de la Terre par satellite et du service MetSat

Bande de fréquences (MHz)	Station affectée	Puissance du signal brouilleur (dBW) qui ne doit pas être dépassée pendant plus de 20% du temps dans la largeur de bande de référence		Puissance du signal brouilleur (dBW) qui ne doit pas être dépassée pendant plus de p % du temps dans la largeur de bande de référence	
		Espace vers Terre	De Terre	Espace vers Terre	De Terre
401-403 Terre vers espace	Station spatiale	-201,5 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ ⁽³⁾	-201,5 dBW par 100 Hz ⁽²⁾	-186,4 dBW par 100 Hz ⁽¹⁾⁽³⁾ $p = 0,075$	-187,7 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,025$
1 670-1 690 espace vers Terre	Station terrienne	-218,8 dBW par 100 Hz ⁽²⁾	-198,8 dBW par 100 Hz ⁽²⁾	-195,1 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,0025$	-194,3 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,011$
2 025-2 110 Terre vers espace	Station spatiale	-211,2 dBW par 100 Hz ⁽²⁾	-194,3 dBW par 100 Hz ⁽²⁾	-187,6 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,0025$	-186,7 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,011$
460-470 espace vers Terre	Station terrienne	-207,5 dBW par 100 Hz ⁽¹⁾	-187,5 dBW par 100 Hz ⁽¹⁾	-183,9 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,01$	-183 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,045$

⁽¹⁾ La puissance du signal brouilleur (dBW) dans la largeur de bande de référence est donnée pour une réception à des angles d'élévation supérieurs à 5°.

⁽²⁾ La puissance du signal brouilleur (dBW) dans la largeur de bande de référence est donnée pour une réception à des angles d'élévation supérieurs à 3°.

⁽³⁾ Ces valeurs correspondent à la présence de plusieurs brouilleurs dans le sens espace-espace. Voir l'Annexe 2.

Notes relatives au Tableau 1:

NOTE 1 – Les seuils de puissance du signal brouilleur par source unique figurant dans le Tableau 1 sont les niveaux admissibles de puissance de signal brouilleur qui se trouvent dans la largeur de bande de référence spécifiée. En conséquence, il y a lieu de tenir compte, dans les analyses de partage de fréquence, de la puissance totale des signaux brouilleurs dont la bande est moins large que la bande de référence. Si la largeur de bande du signal brouilleur est supérieure à la largeur de bande de référence ou ne se superpose pas complètement à la bande passante d'un récepteur spécifique examiné, il faut appliquer le taux de rejetion dont on dispose en fonction de la fréquence, tout en tenant compte des niveaux admissibles de brouillage spécifiés. Il conviendra de consulter les directives indiquées à ce sujet dans les Recommandations UIT-R applicables de la série SM.

NOTE 2 – On peut exprimer les critères de partage sous forme de puissance surfacique admissible dans le faisceau principal de l'antenne de réception en soustrayant $10 \log (G \lambda^2/4\pi)$ des valeurs données dans le Tableau 1, où G est le gain d'antenne et λ est la longueur d'onde.

NOTE 3 – Pour déduire les critères de partage ci-dessus à partir des niveaux admissibles de puissance totale du signal brouilleur, on n'a tenu aucun compte du brouillage dû à des rayonnements non essentiels.

NOTE 4 – Le niveau spécifié de puissance d'un signal brouilleur de source unique peut être directement converti en valeur équivalente de densité de puissance surfacique, et appliqué comme tel, dans le seul cas des stations terriennes dotées d'une antenne sans poursuite à faible gain.

NOTE 5 – Les critères de partage à long terme (20% du temps) et à court terme (moins de 1% du temps) doivent être respectés tous les deux, de manière que les brouillages ne dépassent pas les niveaux admissibles.

NOTE 6 – Les critères de brouillage spécifiés pour les trajets des signaux de Terre sont applicables aux stations au sol. Les critères spécifiés pour les trajets des signaux espace vers Terre s'appliquent également aux trajets air-sol.

Annexe 1

Base pour les critères de partage et de coordination

1 Introduction

La présente Annexe définit l'application de la Recommandation UIT-R SA.1023 lorsque l'on utilise les critères de brouillage calculés selon la Recommandation UIT-R SA.1163. Les niveaux de brouillage admissibles sont subdivisés, conformément à la Recommandation UIT-R SA.1023, en deux catégories «espace» et «de Terre» – puis selon le nombre de brouilleurs prévus dans chaque catégorie. La structure de cette classification est reprise dans le Tableau 2, tandis que les lignes qui suivent résument les conditions de brouillage dans chaque bande.

2 Bande 401-403 MHz

La bande 401-402 MHz est attribuée à titre primaire au service des auxiliaires de la météorologie, au service d'exploitation spatiale (espace vers Terre), au service d'exploration de la Terre par satellite (Terre vers espace) et au service MetSat (Terre vers espace), et à titre secondaire au service fixe et au service mobile (sauf mobile aéronautique). Il est nécessaire que les attributions aux services spatiaux dans les deux sens à l'intérieur de cette bande tiennent compte des brouillages pouvant se produire dans le sens espace-espace. Ce cas est abordé plus en détails dans l'Annexe 2.

La bande 402-403 MHz est attribuée à titre primaire au service des auxiliaires de la météorologie, au service d'exploration de la Terre par satellite (Terre vers espace) et au service MetSat (Terre vers espace), et à titre secondaire au service fixe et au service mobile (sauf mobile aéronautique).

La plupart du temps, les stations du service d'exploration de la Terre par satellite et du service MetSat occasionneront des niveaux de brouillage supérieurs à ceux des services de Terre. A court terme, les améliorations de la propagation sur les trajets de Terre des signaux brouilleurs et les variations d'emplacement des stations mobiles pourront se traduire par des niveaux de brouillage analogues sur les trajets espace vers Terre et les liaisons des stations de Terre.

3 Bande 460-470 MHz

La bande 460-470 MHz est attribuée aux services fixe et mobile à titre primaire, ainsi qu'au service de météorologie par satellite. La plupart du temps, le brouillage est occasionné par les stations de Terre. Pendant de brèves périodes, d'autres sources de brouilleurs peuvent être attendues des systèmes spatiaux.

4 Bande 1 670-1 690 MHz

La bande 1 670-1 690 MHz est attribuée à titre primaire au service des auxiliaires de la météorologie, au service MetSat (espace vers Terre), aux services mobile et fixe, et la bande 1 670-1 675 MHz est attribuée à titre primaire au service mobile par satellite (Terre vers espace).

5 Bande 2 025-2 110 MHz

La bande 2 025-2 110 MHz est attribuée à titre primaire au service fixe et au service mobile, au service de recherche spatiale (Terre vers espace et espace-espace), au service d'exploitation spatiale (Terre vers espace et espace-espace) et au service d'exploration de la Terre par satellite (Terre vers espace et espace-espace).

TABLEAU 2

Paramètres utilisés dans le calcul des critères de partage

Bande de fréquences (MHz)	Répartition à long terme entre catégories de brouilleurs		Répartition à court terme entre catégories de brouilleurs		Nombre équivalent de brouilleurs à long terme		Nombre équivalent de brouilleurs à court terme	
	Trajet du signal brouilleur		Trajet du signal brouilleur		Trajet du signal brouilleur		Trajet du signal brouilleur	
	Espace vers Terre	De Terre	Espace vers Terre	De Terre	Espace vers Terre	De Terre	Espace vers Terre	De Terre
401-403	90%	10%	75%	25%	9 ⁽¹⁾	1	1	1
1 670-1 690	1%	99%	10%	90%	1	1	1	2
2 025-2 110	1%	99%	10%	90%	1	2	1	2
460-470	1%	99%	10%	90%	1	1	1	2

⁽¹⁾ Cette valeur correspond au nombre de brouilleurs dans le sens espace vers Terre visibles depuis la liaison Terre vers espace brouillée au niveau de l'OSG. Voir l'Annexe 2.

Annexe 2

Application des critères de partage et de coordination dans la bande 401-403 MHz

1 Introduction

La présente Annexe traite des critères de partage à appliquer pour protéger les systèmes de collecte de données (SCD) dans la bande 401-403, compte tenu des nouvelles attributions et des attributions en cours d'étude.

Ces derniers temps, on a constaté un intérêt croissant concernant l'utilisation de petits systèmes à satellites à des fins très diverses, y compris les missions de télédétection pour l'exploration de la Terre et les missions de communication¹. Des demandes ont été déposées concernant l'exploitation de certains de ces nouveaux systèmes dans la bande 401-402 MHz réservée à l'exploitation spatiale (espace vers Terre), qui est attribuée à titre primaire avec égalité des droits au service des auxiliaires de la météorologie, au service d'exploration de la Terre par satellite (Terre vers espace) et au service de météorologie par satellite (Terre vers espace).

Les petits satellites peuvent utiliser la bande 401-402 MHz pour l'exploitation spatiale dans le sens espace vers Terre. Du fait de cette caractéristique, les antennes utilisées pour les communications dans le sens espace vers Terre peuvent elles aussi être de petite taille, ce qui limite la valeur du gain d'antenne susceptible d'être atteint². En outre, il est possible que le maintien du pointage d'une antenne espace vers Terre ne puisse pas être assuré. Ces facteurs pourraient se traduire en un niveau élevé d'émissions radioélectriques brouilleuses vers l'orbite des satellites géostationnaires, où des satellites de météorologie reçoivent les signaux des SCD.

2 Limite de puissance à utiliser pour protéger les SCD

La présente Annexe apporte des précisions sur les limites de puissance nécessaires pour tenir compte des émetteurs utilisés dans le service d'exploitation spatiale dans la bande 401-403 MHz, afin de protéger les stations spatiales de réception du SETS et du service MetSat à bord de satellites géostationnaires, lorsque le trajet de brouillage se produit dans le sens espace-espace. Cette analyse illustre la manière dont les critères de partage existants peuvent être adaptés dans le cas particulier d'une utilisation étendue de l'attribution espace vers Terre, en vue de contrôler les brouillages qui pourraient être causés au fonctionnement des SCD.

Le Tableau 1 de la Recommandation UIT-R SA.1163 spécifie les critères de brouillage à long terme et à court terme pour la bande 401-403 MHz. Le critère à long terme, indiqué à l'entrée du récepteur du satellite, est fixé à $-191,5$ dB(W/100 Hz). Cette valeur est importante pour l'analyse, car les brouillages provenant d'une constellation complète de satellites en orbite terrestre basse peuvent être caractérisés comme des brouillages à long terme lorsqu'ils sont visibles depuis un récepteur du SETS ou du service MetSat situé sur l'orbite des satellites géostationnaires.

¹ Voir le Rapport UIT-R SA.2312-0 – Caractéristiques, définitions et besoins de spectre des nanosatellites et des picosatellites ainsi que des systèmes composés de satellites de ce type.

² Dans le Tableau 2 du Rapport UIT-R SA.2312-0, la directivité de l'antenne de systèmes types à nanosatellites et picosatellites est décrite comme suit: «Généralement, seulement 1 ou 2 antennes actives par bande, souvent équidirectives (en raison, par exemple, de l'absence de commande d'attitude ou de mécanisme de pointage de l'antenne)».

Dans les paragraphes ci-après, on a calculé la limite de puissance nécessaire pour protéger les récepteurs du SETS et du service MetSat, puis traduit cette valeur en une puissance surfacique pouvant être estimée au niveau de l'orbite des satellites géostationnaires. Une méthode rationnelle est décrite pour évaluer le rapport entre les critères de brouillage cumulatif et la limite de puissance surfacique pour une seule source de brouillage, dans le contexte actuel de croissance rapide des systèmes spatiaux. Tout d'abord, on estime le nombre maximum d'émetteurs du service d'exploitation spatiale visibles en orbite terrestre basse susceptibles d'émettre sur une même fréquence. Ensuite, le critère de brouillage applicable indiqué dans la Recommandation UIT-R SA.1163 est divisé par cette valeur de façon à obtenir une limite de puissance de brouillage par source unique au niveau du récepteur du SETS sur l'orbite des satellites géostationnaires. Cette limite de puissance par source unique est enfin convertie en limite de puissance surfacique pour une seule source de brouillage, qui peut être estimée au niveau de l'orbite des satellites géostationnaires.

2.1 Estimation du nombre d'émetteurs du service d'exploitation spatiale en orbite terrestre basse fonctionnant sur une même fréquence, visibles depuis l'orbite des satellites géostationnaires

On part du principe qu'il ne peut y avoir plus d'un satellite en orbite terrestre basse émettant vers une station au sol du service d'exploitation spatiale sur une fréquence donnée. On appellera la zone autour de la station au sol à l'intérieur de laquelle ce critère s'applique, la zone d'exclusion pour une même fréquence. En supposant une altitude orbitale commune aux satellites de la constellation de 400 km, la zone d'exclusion pour une même fréquence est évaluée à une surface d'environ 9 200 000 km² (voir la Fig. 1). La surface totale visible depuis le satellite géostationnaire est de 226 000 000 km². Environ 25 zones d'exclusion de ce type sont donc visibles depuis un satellite géostationnaire. En outre, si l'on part du principe que la même fréquence ne peut pas être utilisée dans des zones d'exclusion adjacentes, car cela se traduirait dans la réalité par un chevauchement géographique; alors, dans le cas où la densité est la plus élevée, la même fréquence pourrait être utilisée dans environ un tiers de ces zones d'exclusion (réutilisation de fréquences à trois couleurs), soit 8 ou 9 zones (voir la Fig. 2). Dans cette analyse, on suppose que 9 zones visibles depuis un satellite géostationnaire pourraient réutiliser une fréquence commune du service d'exploitation spatiale.

FIGURE 1

Zone d'exclusion pour une même fréquence

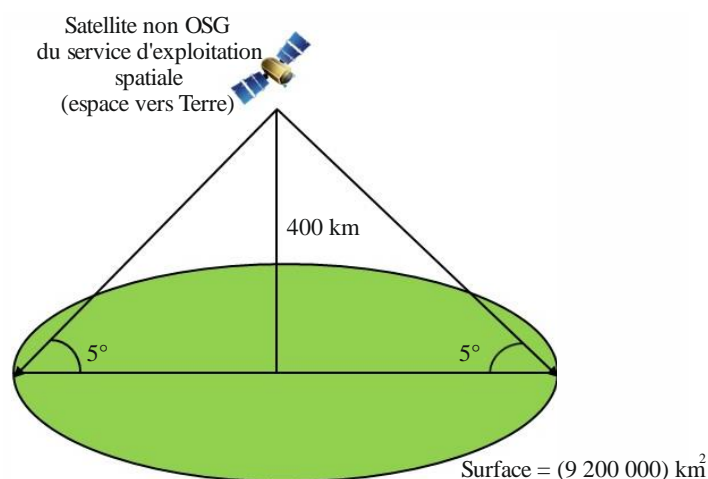
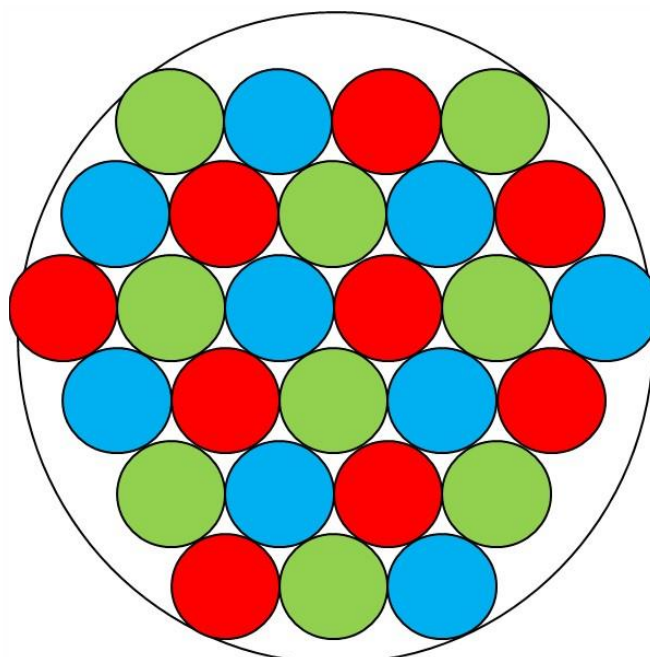


FIGURE 2
Réutilisation d'une fréquence à trois couleurs



SA.1164-02

2.2 Calcul de la limite de puissance (brouillage à long terme) pour protéger les SCD

On estime que neuf satellites visibles depuis le récepteur d'un SCD pourraient utiliser la même fréquence, et que la répartition de la puissance brouilleuse sur le trajet espace vers Terre est de 90% de la puissance de brouillage totale (voir le Tableau 2); on peut donc déduire que la limite de puissance de brouillage pour une seule source au niveau du récepteur du satellite pour les RCPD est donnée par:

$$-191,5 \text{ dB(W/100 Hz)} + 10 \cdot \text{LOG}_{10}(0,9) - 10 \cdot \text{LOG}_{10}(9) = -201,5 \text{ dB(W/100 Hz)}.$$

2.3 Calcul de la limite de puissance surfacique (brouillage à long terme) à utiliser pour protéger les SCD

La conversion en limite de puissance surfacique pour une seule source de brouillage est donnée dans le Tableau 3.

TABLEAU 3
Critères de partage à long terme et calcul de la puissance surfacique à utiliser pour protéger un élément du SCD

Critères de partage à long terme et calcul de la puissance surfacique à utiliser pour protéger un élément du SCD	Valeur	Unité
Critères de brouillage (Rec. UIT-R SA.1163, Tableau 1)	-191,5	dB(W/100 Hz)
Répartition sur le trajet des signaux brouilleurs dans le sens espace vers Terre	90	%
Critères de brouillage, composante du trajet espace vers Terre	-192,0	dB(W/100 Hz)
Nombre équivalent de brouilleurs à long terme	9	–
Critères de partage (source unique)	-201,5	dB(W/100 Hz)

TABLEAU 3 (*fin*)

Critères de partage à long terme et calcul de la puissance surfacique à utiliser pour protéger un élément du SCD	Valeur	Unité
Gain de l'antenne de réception d'un engin spatial pour les RCPD ⁽¹⁾	13,8	dBi
Zone isotrope de réception	-13,5	dB(m ²)
Puissance surfacique (source unique) dans la largeur de bande de référence	-201,8	dB(W/m ² /100 Hz)

⁽¹⁾ Le gain de l'antenne de réception d'un engin spatial pour les RCPD est tiré de la Rec. UIT-R SA.1163, Tableau 1.

Le critère de partage équivalent, indiqué en tant que puissance surfacique pour une seule source de brouillage au niveau de l'orbite des satellites géostationnaires, est donc de -201,8 dB(W/m²/100 Hz). Cette limite pour une seule source de brouillage s'applique à tous les satellites du service d'exploitation spatiale fonctionnant dans la bande 401-403 MHz.