

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R SA.1163-3
(12/2018)

**Critères de brouillage cumulatif applicables
aux liaisons de service des systèmes de
collecte de données pour les 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 œuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

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

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

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

Publication électronique
Genève, 2019

© UIT 2019

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.1163-3

Critères de brouillage cumulatif applicables aux liaisons de service des systèmes de collecte de données pour les satellites géostationnaires des services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite

(Question UIT-R 142/7)

(1994-1997-1999-2018)

Domaine d'application

La présente Recommandation fournit les critères de brouillage à utiliser pour les niveaux cumulatifs admissibles de puissance du signal brouilleur à la sortie d'antenne des stations exploitées pour les liaisons de service dans les services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite.

Mots clés

SETS, METSAT, satellites géostationnaires, collecte de données, critères de brouillage.

Recommandations et Rapports de l'UIT-R connexes

Recommandations UIT-R SA.1020, UIT-R SA.1022, UIT-R SA.1159.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que le système fictif de référence spécifié dans la Recommandation UIT-R SA.1020 définit les liaisons de collecte de données et d'interrogation des plates-formes de collecte de données;
- b) que l'on a besoin de critères de brouillage pour concevoir des systèmes offrant une qualité de fonctionnement adéquate en présence de brouillage;
- c) que les critères de brouillage peuvent être déterminés à l'aide de la méthodologie décrite dans la Recommandation UIT-R SA.1022, et des objectifs de qualité de fonctionnement spécifiés dans la Recommandation UIT-R SA.1159;
- d) que les critères de brouillage facilitent la mise au point de critères de partage des bandes entre systèmes, y compris les systèmes exploités dans d'autres services;
- e) que les systèmes du service d'exploration de la Terre par satellite (et du service de météorologie par satellite) doivent admettre un seuil de brouillage au moins aussi élevé que le seuil de brouillage admissible;
- f) que l'Annexe expose les paramètres de systèmes représentatifs qui constituent la base de détermination des niveaux de brouillage admissibles pour les transmissions des services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite,

recommande

d'utiliser les niveaux de brouillage spécifiés au Tableau 1 comme niveaux cumulatifs admissibles de puissance du signal brouilleur à la sortie d'antenne des stations exploitées pour les liaisons de service dans les services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite.

TABLEAU 1

Critères de brouillage cumulatif applicables aux liaisons de service des stations des satellites géostationnaires des services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite

Bande de fréquences (MHz)	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
401-403 Terre vers espace	-191,5 dBW par 100 Hz ⁽¹⁾	-186,3 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,1$
1 670-1 690 espace vers Terre	-198,8 dBW par 100 Hz ⁽¹⁾	-193,6 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,025$
2 025-2 110 Terre vers espace	-191,2 dBW par 100 Hz ⁽¹⁾	-186,0 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,025$
460-470 espace vers Terre	-187,5 dBW par 100 Hz ⁽¹⁾	-182,3 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ $p = 0,1$

(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 3°.

(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 0°.

NOTE 1 – Le niveau de puissance totale du signal brouilleur qui ne doit pas être dépassé pendant plus de x% du temps, avec x inférieur à 20% mais supérieur au pourcentage spécifié à court terme (p% du temps) peut être déterminé par interpolation des valeurs spécifiées sur une échelle logarithmique (base 10) pour le pourcentage de temps et sur une échelle linéaire pour la densité de puissance du signal brouilleur (dB).

NOTE 2 – Les critères de brouillage sont établis en fonction des systèmes décrits en annexe, mais ces valeurs s'appliquent à tous les systèmes exploités dans les bandes de fréquences visées qui assurent les fonctions de service spécifiées.

NOTE 3 – Les critères de brouillage sont spécifiés par rapport au pourcentage de temps de réception par la station terrienne. Ainsi, les statistiques de qualité de fonctionnement du récepteur associées à la réception des signaux issus d'un satellite particulier (c'est-à-dire la distribution cumulative des taux d'erreur binaire (TEB) sont les mêmes que les statistiques relatives à la réception de signaux issus de plusieurs satellites analogues. La durée totale de réception comprend les périodes associées à l'acquisition initiale des signaux (c'est-à-dire avant et pendant l'ascension locale du satellite), à la synchronisation du récepteur sur les données et à la réception synchronisée de celles-ci. Les analyses de qualité de fonctionnement à court terme présentées en annexe (c'est-à-dire la qualité de fonctionnement dépassée pendant la totalité sauf un petit pourcentage p du temps, où $p \leq 1\%$) partent de l'hypothèse que le satellite est positionné à l'angle d'élévation minimal correspondant à l'objectif de qualité applicable. On obtient ainsi le TEB dépassé pendant la totalité sauf p% du temps puisque le rapport E_b/N_0 et le TEB sont des fonctions monotones de l'angle d'élévation.

Notes du Tableau 1:

NOTE 4 – On obtient une bonne approximation de l'angle d'élévation dépassé pendant la totalité sauf 20% du temps de réception en se fondant sur l'angle dépassé pendant la totalité sauf 20% du temps de visibilité du satellite au-dessus de l'angle d'élévation minimal spécifié dans l'objectif de qualité de fonctionnement. Cette approximation a été effectuée dans les analyses de qualité présentées en annexe, puisque l'erreur de temps intrinsèque cumulative ne peut pas dépasser 1% (c'est-à-dire p% du temps) et que l'on peut négliger l'erreur totale sur le gain d'antenne du satellite, sur l'affaiblissement en espace libre, sur l'affaiblissement supplémentaire sur le trajet et sur les valeurs des paramètres de la station terrienne. L'angle d'élévation résultant qui est dépassé pendant la totalité sauf 20% du temps de réception donne le TEB dépassé pendant la totalité sauf 20% du temps puisque le rapport E_b/N_0 et le TEB sont des fonctions monotones de l'angle d'élévation.

Annexe

Base pour les critères de brouillage

1 Introduction

La présente Annexe définit les paramètres utilisés dans la méthodologie de détermination des critères de brouillage exposée dans la Recommandation UIT R SA.1022.

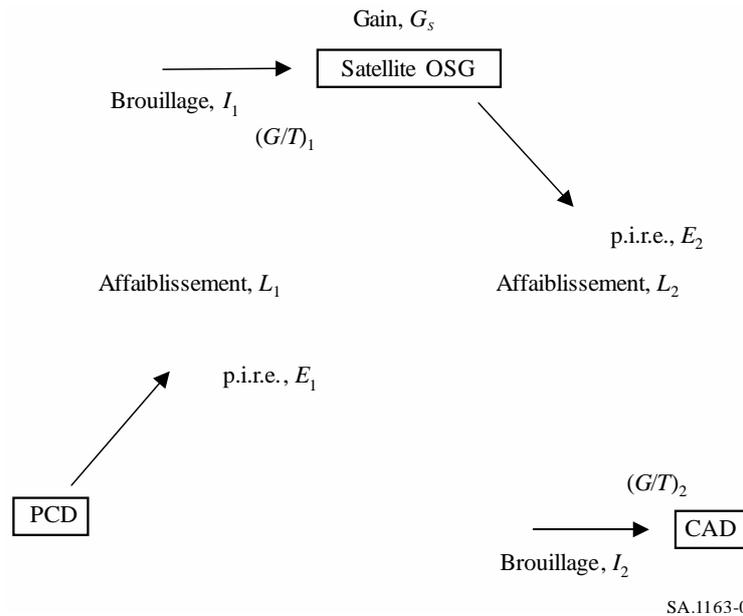
2 Description générale des liaisons de service des systèmes de collecte de données

Les plates-formes de collecte de données (PCD) des systèmes de collecte de données (SCD) transmettent des rapports PCD (RPCD) dans la bande 401-403 MHz, qui sont retransmis par un satellite à une station de commande et d'acquisition de données (CAD), principalement dans la bande 1 670-1 690 MHz. Le répéteur du satellite permet de recevoir plusieurs centaines de transmissions de RPCD simultanément. Deux types de SCD différents sont exploités:

- 1) SCD doté de répéteurs à gain constant;
- 2) SCD équipé d'une commande automatique de gain (CAG), qui maintient constante la p.i.r.e. pour la transmission des RPCD en liaison descendante, indépendamment de la puissance d'entrée du répéteur.

La Figure 1 ci-dessous illustre la structure générale d'un SCD, valable pour les deux types de système.

FIGURE 1
Paramètres applicables aux liaisons de transmission des RPCD par satellite OSG



SA.1163-0

où:

- E_1 : p.i.r.e. provenant de la PCD
- E_2 : p.i.r.e. du satellite
- G_1 : gain de l'antenne de réception du satellite
- G_2 : gain de l'antenne de réception de la station CAD
- L_1 et L_2 : affaiblissements sur les liaisons montante et descendante
- G_s : gain du satellite (compte non tenu de celui de l'antenne de réception du satellite)
- T_1 et T_2 : températures de bruit du satellite et de la station
- I_1 et I_2 : brouillage causé au satellite et à la station CAD
- G/T : rapport gain de l'antenne/température de bruit du système

Étant donné que les données de RPCD ne sont pas régénérées dans le satellite, les signaux utiles et brouilleurs au niveau du récepteur du satellite sont amplifiés par le répéteur du satellite et retransmis sur la liaison descendante. Le signal brouilleur au niveau du récepteur du satellite a par conséquent une incidence sur le rapport $C/(N+I)$ au niveau de la station CAD. En outre, les signaux brouilleurs reçus directement par la station CAD auront eux aussi une incidence sur le rapport $C/(N+I)$ au niveau de la station CAD. Dans l'ensemble, les signaux brouilleurs des liaisons montantes comme des liaisons descendantes (à long terme et/ou à court terme) influent sur la qualité de fonctionnement du SCD.

De ce fait, l'incidence de ces différents scénarios de brouillage est difficile à modéliser, d'autant plus que:

- les caractéristiques des systèmes de collecte de données varient considérablement d'un système à l'autre;
- le répéteur du satellite permet de recevoir plusieurs centaines de transmissions de RPCD simultanément qui, en outre, ne sont pas transmises au même niveau de p.i.r.e.;
- la p.i.r.e. provenant des PCD varie considérablement, généralement entre 5 et 19 dBW;

- pour les satellites des SCD qui utilisent la CAG, le gain du satellite n'est pas constant et dépend du niveau du signal brouilleur au récepteur du satellite.

Compte tenu de ce qui précède, la description du bilan de liaison d'un SCD ne permet pas de définir une marge M typique, étant donné que cette marge présente une grande amplitude de variation, allant de quelques dB à des chiffres parfois négatifs. Il est donc très difficile d'entreprendre une analyse cohérente avec le modèle décrit dans la Recommandation UIT-R SA.1022 en utilisant une seule marge M .

Il est donc proposé de définir les critères de brouillage pour les SCD à partir du concept de marge minimale (M_{min}) décrit dans la Recommandation UIT-R SA.1022, compte tenu des éléments suivants:

- $M_{min} = 1,2$ dB;
- $q = 1/3$ pour des brouillages à long terme, c'est-à-dire que la tolérance d'augmentation de bruit à long terme, A , est de 0,4 dB;
- $q = 1$ pour des brouillages à court terme, c'est-à-dire que la tolérance d'augmentation de bruit à court terme, A , est de 1,2 dB.

Ces éléments s'appliquent à la fois aux liaisons montantes et aux liaisons descendantes avec la formule d'augmentation de bruit suivante:

$$I = 10\log(kT) + 10\log(10^{(A/10)} - 1)$$

où:

- A : tolérance d'augmentation de bruit
- k : constante de Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K)
- T : température de bruit du système.

Le Tableau A-1 ci-après présente les caractéristiques de certains SCD et les calculs connexes de niveau maximal de brouillage.

TABLEAU A-1

Paramètres de liaisons applicables aux PCD et niveaux maximaux de brouillage

Paramètre	Unité/ observation	RPCD par GOES	RPCD par FYGEOSAT	PCD de MSG	PCD de MTG (faible débit)	PCD de MTG (haut débit)
E_1 (court terme) pour 0,1%	dBW	5	5	5	n.d.	n.d.
E_1 (long terme) pour 20%	dBW	11	11	11	3,2	8
L_1	dB (Affaiblissement en espace libre et de polarisation)	177,1	179,05	177	179	179
G_1	dB	13,8	8,5	3,9	11,9	11,9
T_1	K	534	464	296	545	545

TABLEAU A-1 (*fin*)

Paramètre	Unité/ observation	RPCD par GOES	RPCD par FYGEOSAT	PCD de MSG	PCD de MTG (faible débit)	PCD de MTG (haut débit)
$(G/T)_1$	dB-K-1	-13,5	-18,2	-20,8	-15,5	-15,5
Largeur de bande	kHz	400	400	400	400	400
G_s	dB	n.d.	142,5	n.d.	n.d.	n.d.
E_2	dBW	3,7	n.d.	-22,7	n.d.	n.d.
L_2 (dB)	dB (Affaiblissement en espace libre et de polarisation)	190,1	190,01	190,3	n.d.	n.d.
G_2	dBi	47,5	44	45,5	n.d.	n.d.
T_2	K	100	186	141	n.d.	n.d.
$(G/T)_2$	dB-K-1	27,5	21,3	24	n.d.	n.d.
(C/N_0) requis	dB.Hz	31,6	39,1	33,4	32,15	37,8
$I_{1long\ terme}$ (401- 403 MHz)	dBW/Hz	-211,5	-212,1	-214,0	-211,4	-211,4
$I_{1court\ terme}$ (401- 403 MHz)	dBW/Hz	-206,3	-206,9	-208,9	-206,2	-206,2
$I_{2long\ terme}$ (1 670- 1 690 MHz)	dBW/Hz	-218,8	-216,1	-217,3	n.d.	n.d.
$I_{2court\ terme}$ (1 670- 1 690 MHz)	dBW/Hz	-213,6	-210,9	-212,1	n.d.	n.d.

A partir des calculs figurant dans le Tableau A-1 ci-dessus, il est proposé d'utiliser les chiffres associés au système RPCD par GOES en tant que critères de brouillages pour les SCD. Ces limites sont indiquées ci-dessous par rapport à une largeur de bande de 100 Hz:

Liaison montante (bande 401-403 MHz):

$$I_{1long\ terme} = -191,5 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

$$I_{1court\ terme} = -186,3 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

Liaison descendante (bande 1 670-1 690 MHz):

$$I_{2long\ terme} = -198,8 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

$$I_{2court\ terme} = -193,6 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

3 Service de météorologie par satellite dans la bande 460-470 MHz pour des liaisons descendantes

Les satellites OSG transmettent des commandes de PCD (CPCD) à modulation MDP-2, reçues de la station CAD dans la bande 2025-2 110 MHz, aux PCD dans la bande 460-470 MHz. Les répéteurs des satellites sont des limiteurs stricts qui maintiennent constante la p.i.r.e. pour la transmission des CPCD en liaison descendante.

Une méthode similaire à celle qui est utilisée dans le cas des RPCD et décrite au § 2 est appliquée; il est donc proposé de définir les critères de brouillage pour les SCD à partir du concept de marge minimale (M_{min}) décrit dans la Recommandation UIT-R SA.1022, compte tenu des éléments suivants:

$$M_{min} = 1,2 \text{ dB}$$

$q = 1/3$ pour les brouillages à long terme, c'est-à-dire que la tolérance de l'augmentation de bruit à long terme, A, est de 0,4 dB

$q = 1$ pour les brouillages à court terme, c'est-à-dire que la tolérance de l'augmentation de bruit à long terme, A, est de 1,2 dB.

Ces éléments s'appliquent à la fois aux liaisons montantes et aux liaisons descendantes avec la formule d'augmentation de bruit suivante:

$$I = 10\log(kT) + 10\log(10^{(A/10)} - 1)$$

où:

A: tolérance d'augmentation de bruit

k: constante de Boltzmann ($1,38 \times 10^{-23}$ J/K)

T: température de bruit du système.

Le Tableau A-2 ci-après présente les caractéristiques de certains SCD et les calculs connexes de niveau maximum de brouillage.

TABLEAU A-2

Paramètres de liaison applicables aux CPCD et niveaux maximaux de brouillage

Paramètre	Valeur	Notes
E_1	55,7 dBW	
P	55,7 dBW	Un seul signal CPCD
L_1	191,7 dB	Affaiblissement en espace libre et de polarisation, et erreur de pointage
$(G/T)_1$	-18,4 dB(K ⁻¹)	
B	200 kHz	
E_2	15,0 dBW	
L_2	178,5 dB	Affaiblissement en espace libre et de polarisation, et erreur de pointage
$(G/T)_2$	-29,3 dB(K ⁻¹)	
T_1	570 K	
T_2	1 338 K	

TABLEAU A-2 (*fin*)

Paramètre	Valeur	Notes
$(C/N_0)_{requis}$	33,0 dB/Hz	BER = 10^{-5} Affaiblissement de mise en œuvre = 2 dB Affaiblissement de modulation = 1,2 dB
$I_{1long\ terme}$ (2 015-2 110 MHz)	-211,2 dBW/Hz	
$I_{1court\ terme}$ (2 015-2 110 MHz)	-206 dBW/Hz	
$I_{2long\ terme}$ (460-470 MHz)	-207,5 dBW/Hz	
$I_{2court\ terme}$ (460-470 MHz)	-202,3 dBW/Hz	

Ces valeurs ramenées à une largeur de bande de 100 Hz, on obtient les critères de brouillage ci-après pour le service CPCD:

Liaison montante (bande 2 025-2 110 MHz):

$$I_{1long\ terme} = -191,2 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

$$I_{1court\ terme} = -186 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

Liaison descendante (bande 460-470 MHz):

$$I_{2long\ terme} = -187,5 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

$$I_{2court\ terme} = -182,3 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

Liste d'abréviations et d'acronymes

CAG	Contrôle automatique de gain
CAD	Commande et acquisition de données
PCD	Plate-forme de collecte de données
CPCD	Commande de plate-forme de collecte de données
RPCD	Rapport de plate-forme de collecte de données
SCD	Système de collecte de données
SETS	Service d'exploration de la Terre par satellite
p.i.r.e.	Puissance isotrope rayonnée équivalente
FY	Feng-Yun (Chine)
GOES	Satellite opérationnel géostationnaire pour l'étude de l'environnement (États-Unis)
OSG	Orbite des satellites géostationnaires
G/T	Rapport gain d'antenne/température de bruit du système
MDP-2	Modulation par déplacement de phase bivalente
MetSat	Satellite météorologique
MSG	Meteosat deuxième génération (EUMETSAT)
MTG	Meteosat troisième génération (EUMETSAT)