

RECOMMANDATION UIT-R SA.1163-2

**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**

(Question UIT-R 142/7)

(1995-1997-1999)

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.1162;
- 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 1 expose les paramètres de systèmes représentatifs qui constituent la base de détermination des niveaux de brouillage admissibles pour les transmissions du service d'exploration de la Terre par satellite,

recommande

- 1** d'utiliser les niveaux de brouillage spécifiés au Tableau 1 comme niveaux totaux admissibles de puissance de brouillage 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 applicables aux liaisons de service des stations des services
d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite**

| Bande de fréquences (MHz) | Fonction et type de la station terrienne | 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 |
|-----------------------------|--|-------------------|---|---|
| 401-403 Terre-espace | Collecte de données par satellite non OSG, antenne à faible gain | Station spatiale | -178,8 dBW par 1 600 Hz ⁽¹⁾ | -174,7 dBW par 1 600 Hz ⁽¹⁾ $p = 0,1$ |
| 137-138 espace-Terre | Collecte de données par satellite non OSG, station de commande et acquisition de données (CAD) | Station terrienne | -158,3 dBW par 8,32 kHz ⁽¹⁾ | -151,1 dBW par 8,32 kHz ⁽¹⁾ $p = 0,1$ |
| 401-403 Terre-espace | Collecte de données par satellite OSG, antenne à faible gain | Station spatiale | -187,4 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ | -173,4 dBW par 100 Hz ⁽³⁾ $p = 0,1$ |
| 1 670-1 690 espace-Terre | Collecte de données par satellite OSG, station CAD | Station terrienne | -194,0 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ | -181,5 dBW par 100 Hz ⁽³⁾ $p = 0,025$ |

TABLEAU 1 (*fin*)

| Bande de fréquences (MHz) | Fonction et type de la station terrienne | 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 |
|-----------------------------|---|-------------------|---|---|
| 2 025-2 110 Terre-espace | Collecte de données par satellite OSG, station CAD | Station spatiale | -188,9 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ | -183,7 dBW par 100 Hz ⁽³⁾ $p = 0,025$ |
| 460-470 espace-Terre | Interrogation de plate-forme de collecte de données par satellite OSG | Station terrienne | -187,3 dBW par 100 Hz ⁽²⁾ | -182,1 dBW par 100 Hz ⁽³⁾ $p = 0,1$ |

(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 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) 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 à l'Annexe 1, 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. En conséquence, le temps nécessaire pour l'acquisition et la synchronisation initiales des signaux peut représenter jusqu'à plusieurs dizaines de secondes sur des périodes totales de visibilité de satellite de l'ordre de 9 min en moyenne. Toutefois, les analyses de qualité de fonctionnement à court terme présentées en Annexe 1 (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.

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 dans l'Annexe 1, 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.

NOTE 5 – L'interrogation de plates-formes de collecte de données à partir de satellites non OSG sera disponible dans un avenir proche.

ANNEXE 1

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 Service de météorologie par satellite dans la bande 401-403 MHz pour des liaisons montantes

2.1 Critères d'interférence pour le système ARGOS

La liaison montante du système de collecte de données (SCD) ARGOS (voir la Fig. 2) transmet des signaux à modulation par déplacement de phase (MDP), codage Manchester sous-phase, par l'intermédiaire de satellites en orbite terrestre basse, avec un débit de 400 bit/s. La plate-forme de collecte de données (PCD) utilise typiquement une antenne à faible gain (5 dBi maximum pour un angle d'élévation de 20°); cette plate-forme peut être mobile ou fixe.

Le processeur du SCD situé dans le satellite régénère les données transmises sur la liaison montante du SCD, multiplexe les données avec d'autres données de télémesure et transmet les données numériques au sol, dans la bande 137-138 MHz. Etant donné que les données du SCD sont régénérées dans le satellite, on peut séparer la qualité de fonctionnement de la liaison descendante de la qualité de fonctionnement de la liaison montante dans le calcul des critères de brouillage. La Fig. 1 donne la courbe représentative de la puissance observée sur la liaison montante du SCD ARGOS, au niveau du récepteur du satellite. Le Tableau 2 donne les bases pour développer les critères de brouillage d'ARGOS.

FIGURE 1
Liaison montante du SCD ARGOS (mesures)

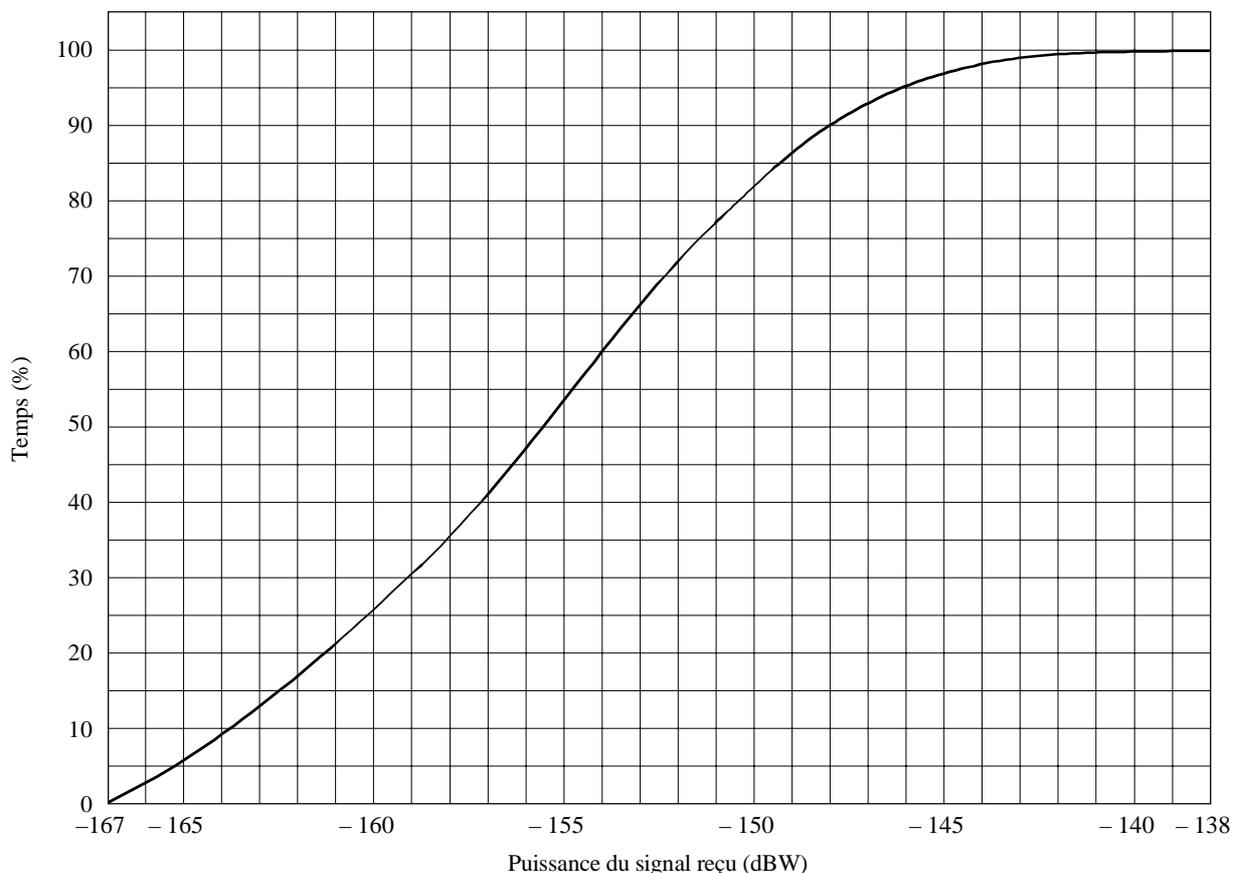


TABLEAU 2

Qualité de fonctionnement du système pris comme base des critères de brouillage applicables au SCD lors de l'utilisation des satellites en orbite basse

| Paramètre | Valeur | Notes |
|--|---------------------------|--|
| Puissance reçue sur la liaison montante à court terme (0,1%) | -167 dBW | De la Fig. 1 |
| Puissance reçue sur la liaison montante à long terme (20%) | -161 dBW | De la Fig. 1 |
| Température de bruit de la liaison montante | 600 K | |
| C/N_0 , liaison montante, à court terme | 33,8 dB/Hz | |
| C/N_0 , liaison montante, à long terme | 39,8 dB/Hz | |
| Débit des données | 400 bit/s | |
| C/N_0 requis, liaison montante | 38,8 dB/Hz | TEB = 1×10^{-5} Affaiblissement de mise en œuvre = 2 dB Affaiblissement dû à la modulation = 1,0 dB |
| Marge sur liaison montante, court terme | -5,0 dB | |
| Marge sur liaison montante, long terme | 1,0 dB | |
| Critère de brouillage sur liaison montante, long terme | -178,8 dB(W/1,6 kHz) | $q = 1/3$, $M_{min} = 1,2$ dB |
| Critère de brouillage sur liaison montante, court terme | -174,7 dB(W/1,6 kHz) | $q = 1$, $M_{min} = 1,0$ dB |
| p.i.r.e, liaison descendante | -17,5 dBW | |
| Affaiblissement sur la liaison descendante | 145,8 dB | |
| G/T , liaison descendante | -5,6 dB(K ⁻¹) | |
| C/N_0 liaison descendante | 59,7 dB/Hz | |
| Débit des données | 8,32 kbit/s | |
| C/N_0 requis, liaison descendante | 53,4 dB/Hz | TEB = 1×10^{-6} Affaiblissement de mise en œuvre = 3 dB Affaiblissement de modulation = 0,7 dB |
| Marge sur liaison descendante | 6,3 dB | |
| Densité de puissance de bruit | -195,4 dB(W/Hz) | |
| Critère de brouillage sur liaison descendante, long terme | -158,3 dB(W/8,32 kHz) | $q = 1/3$ |
| Critère de brouillage sur liaison descendante, court terme | -151,1 dB(W/8,32 kHz) | $q = 1$ |

2.2 Brouillage des liaisons de transmission des RPCD par satellite GOES

Les PCD du SCD transmettent des signaux MDP-2, codage Manchester (rapports de PCD), dans la bande 401-403 MHz, au satellite GOES, à un débit de 100 bit/s. Le satellite retransmet ces rapports de PCD (RPCD) à la station de commande et d'acquisition de données (CAD) dans la bande 1 670-1 690 MHz. Le répéteur du satellite, dont l'architecture permet de recevoir plusieurs centaines de transmissions de RPCD simultanément, a une commande automatique de gain (CAG) qui maintient constante la p.i.r.e. de RPCD sur la liaison descendante indépendamment de la puissance d'entrée du répéteur. Etant donné que les données de RPCD ne sont pas régénérées dans le satellite, ces signaux doivent partager cette puissance fixe avec les signaux brouilleurs reçus par le répéteur du satellite dans la bande 401-403 MHz. En outre, les signaux brouilleurs transmis directement dans la station CAD dans la bande 1 670-1 690 MHz occasionnent une autre dégradation de la qualité des liaisons RPCD.

La puissance de signal envoyée par une PCD et reçue à la station CAD en passant par le satellite GOES est représentée par l'équation suivante:

$$C = E_1 G_1 G_S G_2 / L_1 L_2$$

où:

E_1 : p.i.r.e. provenant de la PCD

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 la liaison montante et descendante

G_S : gain du satellite (compte non tenu de celui de l'antenne de réception du satellite).

La densité de puissance de bruit et la densité de puissance de brouillage à l'entrée du récepteur de la station CAD sont représentées, respectivement, par les équations suivantes:

$$N_0 = k \left(T_1 \frac{G_S G_2}{L_2} + T_2 \right)$$

$$I_0 = I_{01} \frac{G_S G_2}{L_2} + I_{02}$$

où:

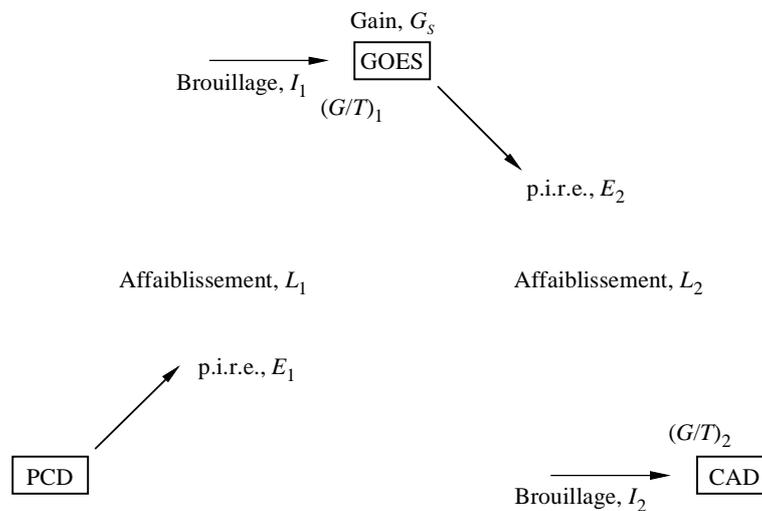
T_1 et T_2 : températures de bruit du satellite et de la station

I_{01} et I_{02} : densités de puissance de brouillage transmises, respectivement dans le satellite et dans la station CAD

k : constante de Boltzmann.

Voir le schéma de la Fig. 2.

FIGURE 2
Paramètres applicables aux liaisons de transmission des RPCD par satellite GOES



D'après ces équations, on peut déterminer le rapport porteuse/densité de bruit plus densité de brouillage à l'entrée du récepteur de la station de la façon suivante:

$$\frac{C}{N_0 + I_0} = \frac{E_1 (G/T)_1 / k L_1}{1 + \frac{I_{01}}{k T_1} + \frac{L_2}{T_1 G_S (G/T)_2} \left(1 + \frac{I_{02}}{k T_2}\right)}$$

La p.i.r.e., E_2 , provenant du satellite étant maintenue constante par la CAG, G_S varie comme suit en fonction de la puissance d'entrée du répéteur:

$$G_S = \frac{E_2}{\frac{P G_1}{L_1} + k T_1 B + I_{01} B}$$

où le dénominateur est la puissance d'entrée du répéteur. P est la somme des p.i.r.e. rayonnées par les PCD et jusqu'au répéteur du satellite et B représente la largeur de bande du répéteur. Pour ne pas avoir à prendre en compte plusieurs positions de PCD possibles, on admet que le rapport G_1/L_1 est le même pour toutes les liaisons de transmission de RPCD. On admet également que la répartition du brouillage au niveau du récepteur de la station se fait de telle manière qu'une fraction p est reçue par le satellite et une fraction $1 - p$ est transmise directement à la station CAD. Ainsi:

$$I_{02} = \frac{1-p}{p} \frac{I_{01} G_S G_2}{L_2}$$

A partir de la Recommandation UIT-R SA.1022, on peut exprimer le rapport porteuse/densité de bruit plus densité de brouillage comme suit:

$$\frac{C}{N_0 + I_0} = M^{-q} \frac{C}{N_0}$$

où M désigne la marge sans brouillage et q la fraction de la marge sans brouillage pouvant être absorbée par le brouillage. On peut déduire des équations précédentes que l'équation:

$$\frac{C}{N_0} = \frac{E_1 (G/T)_1 / k L_1}{1 + \frac{L_2}{E_2 (G/T)_2} \left[\frac{P}{L_1} (G/T)_1 + k B \right]}$$

représente le rapport porteuse/densité de bruit sans brouillage et l'équation, et:

$$M^q = 1 + \frac{\frac{I_{01}}{k T_1} \left[\frac{1}{p} + \frac{L_2 k B}{E_2 (G/T)_2} \right]}{1 + \frac{L_2}{E_2 (G/T)_2} \left[\frac{P (G/T)_1}{L_1} + k B \right]}$$

représente le facteur par lequel le brouillage dégrade le rapport C/N_0 . La densité de brouillage admissible à l'entrée du récepteur du satellite est, par conséquent, $I_{01} = k T_1 Q_1$, où:

$$Q_1 = (M^q - 1) \frac{1 + \frac{L_2}{E_2 (G/T)_2} \left[\frac{P (G/T)_1}{L_1} + k B \right]}{\frac{1}{p} + \frac{L_2 k B}{E_2 (G/T)_2}} \quad \text{pour } M > M_{min}$$

où M_{min} désigne la plus petite marge sans brouillage pour laquelle seule une fraction q de la marge est absorbée par le brouillage. En conséquence, la densité de brouillage admissible occasionnée directement dans le récepteur de la station CAD dans la bande 1 690-1 700 MHz est $I_{02} = k T_2 Q_2$, où:

$$Q_2 = \frac{1-p}{p} Q_1 \frac{E_2 (G/T)_2 / L_2}{\frac{P (G/T)_1}{L_1} + k B (1 + Q_1)} \quad \text{pour } M > M_{min}$$

Les PCD auxquelles est attribuée une voie de transmission de RPCD utilisent en temps partagé cette voie, dont la largeur de bande est de 1,5 kHz. Des mesures de la p.i.r.e. provenant des PCD dans l'une des voies de transmission de RPCD par satellite GOES pendant une période de 24 h ont permis d'établir les valeurs résumées dans le Tableau 3. Toutes les PCD attribuées à une voie donnée étant supposées utiliser cette voie en temps partagé à parts égales, ces données montrent que, pendant 20% du temps, la p.i.r.e. est inférieure ou égale à 11 dBW et que, pendant 0,1% du temps, elle est inférieure ou égale à 5 dBW. Le brouillage admissible à long terme est donc basé sur une p.i.r.e. à court terme de 5 dBW et le brouillage admissible à court terme sur une p.i.r.e. à long terme de 11 dBW.

TABLEAU 3

Valeurs de p.i.r.e. observées sur des liaisons de RPCD

| p.i.r.e. d'une seule PCD dans la voie (dBW) | Nombre de PCD présentant cette p.i.r.e. dans la voie | Nombre de PCD dont la p.i.r.e. est inférieure ou égale à cette valeur |
|---|--|---|
| 4 | 0 | 0 |
| 5 | 3 | 3 |
| 6 | 1 | 4 |
| 7 | 4 | 8 |
| 8 | 0 | 8 |
| 9 | 5 | 13 |
| 10 | 17 | 30 |
| 11 | 12 | 42 |
| 12 | 12 | 54 |
| 13 | 16 | 70 |
| 14 | 28 | 98 |
| 15 | 36 | 134 |
| 16 | 46 | 180 |
| 17 | 34 | 214 |
| 18 | 5 | 219 |
| 19 | 1 | 220 |
| 20 | 0 | 220 |

Le Tableau 4 énumère les valeurs des paramètres de liaison qui sont pris en compte pour le calcul des densités de brouillage admissibles I_{01} et I_{02} . Pour déterminer la p.i.r.e. totale rayonnée par les PCD, il faut fixer le nombre de voies de transmission RPCD occupées simultanément. Si l'on suppose que la p.i.r.e. moyenne d'une PCD est de 15 dBW et que 100 voies de RPCD sont actives simultanément, la somme P des p.i.r.e. rayonnées par les PCD est de 35 dBW. Si l'on suppose aussi que le brouillage au niveau du récepteur de la station est réparti à parts égales entre le brouillage reçu par

l'intermédiaire du satellite et le brouillage occasionné directement dans le récepteur de la station, c'est-à-dire que $p = 1/2$, et enfin que $q = 1/3$ et $M_{min} = 1,2$ dB pour le brouillage à long terme et que $q = 1$ et $M_{min} = 1,2$ dB pour le brouillage à court terme, on obtient, en reportant les valeurs du Tableau 4 dans les équations des densités de brouillage, les critères de brouillage suivants, applicables au service de transmission de RPCD par satellite GOES:

$$I_{01} \text{ (long terme)} = -207,4 \text{ dB(W/Hz)} \text{ ou } -187,4 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

$$I_{01} \text{ (court terme)} = -193,4 \text{ dB(W/Hz)} \text{ ou } -173,4 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

$$I_{02} \text{ (long terme)} = -214,0 \text{ dB(W/Hz)} \text{ ou } -194,0 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

$$I_{02} \text{ (court terme)} = -201,5 \text{ dB(W/Hz)} \text{ ou } -181,5 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

TABLEAU 4

Paramètres de liaison applicables aux RPCD

| Paramètre | Valeur | Notes |
|---------------------|----------------------------|---|
| E_1 (court terme) | 5 dBW | A partir de valeurs de p.i.r.e. mesurées |
| E_1 (long terme) | 11 dBW | A partir de valeurs de p.i.r.e. mesurées |
| P | 35 dBW | 100 voies de SCD |
| L_1 | 177,1 dB | Affaiblissement en espace libre et de polarisation |
| $(G/T)_1$ | -18,0 dB(K ⁻¹) | |
| B | 400 kHz | |
| E_2 | 3,7 dBW | |
| L_2 | 190,1 dB | Affaiblissement en espace libre et de polarisation, et erreur de pointage |
| $(G/T)_2$ | 26,0 dB(K ⁻¹) | |
| T_1 | 395 K | |
| T_2 | 100 K | |
| Débit des données | 100 bit/s | |
| $(C/N_0)_{requis}$ | 31,6 dB/Hz | TEB = 1×10^{-4} Affaiblissement de mise en œuvre = 2 dB Affaiblissement de modulation = 1,2 dB |

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

Les satellites OSG transmettent des interrogations de PCD (IPCD) à modulation MPD-2, reçues de la station CAD dans la bande 2025-2110 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. des IPCD sur les liaisons descendantes. Les liaisons descendantes doivent donc partager une puissance fixe avec les signaux brouilleurs captés par les répéteurs dans la bande 2025-2110 MHz. Les signaux brouilleurs transmis directement dans les récepteurs des PCD dans la bande 460-470 MHz dégradent encore la qualité des IPCD.

3.1 Brouillages occasionnés sur les liaisons de transmission des IPCD par satellite GOES

Bien que le répéteur d'IPCD du satellite ne soit pas un répéteur linéaire mais un limiteur strict, le partage de la puissance sur la liaison descendante est globalement le même que dans le cas du répéteur de RPCD. Les équations précédemment données pour le service de transmission de RPCD s'appliquent également au service de transmission d'IPCD, si l'on ne tient pas compte des effets d'intermodulation et de suppression des signaux faibles provoqués par la limitation. On trouvera dans le Tableau 5 la liste des valeurs des paramètres de liaison supposées pour le service de transmission d'IPCD. Comme pour le service de transmission de RPCD, on suppose que $q = 1/3$ pour les brouillages à long terme et que $q = 1$ pour les brouillages à court terme. On suppose également que $p = 1/2$ et $M_{min} = 1,2$ dB. Par conséquent, si l'on utilise les valeurs du Tableau 5 dans les équations données précédemment pour les densités de brouillage, on obtient les critères de brouillage applicables au service de transmission d'IPCD qui suivent:

$$I_{01} \text{ (long terme)} = -186,4 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

$$I_{01} \text{ (court terme)} = -180,5 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

$$I_{02} \text{ (long terme)} = -201,8 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

$$I_{02} \text{ (court terme)} = -197,9 \text{ dB(W/100 Hz)}$$

TABLEAU 5

Paramètres de liaison applicables aux IPCD

| Paramètre | Valeur | Notes |
|--------------------|----------------------------|---|
| E_1 | 55,7 dBW | |
| P | 55,7 dBW | Un seul signal IPCD |
| 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 | |
| Débit des données | 100 bit/s | |
| $(C/N_0)_{requis}$ | 33,0 dB/Hz | TEB = 1×10^{-5} Affaiblissement de mise en œuvre = 2 dB Affaiblissement de modulation = 1,2 dB |