

## RECOMMANDATION UIT-R SA.1160-2

**CRITÈRES DE BROUILLAGE APPLICABLES AUX SYSTÈMES DE LECTURE DIRECTE ET DE DIFFUSION DE DONNÉES DES SERVICES D'EXPLORATION DE LA TERRE PAR SATELLITE ET DE MÉTÉOROLOGIE PAR SATELLITE UTILISANT DES SATELLITES GÉOSTATIONNAIRES**

(Question UIT-R 141/7)

(1995-1997-1999)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) qu'il est nécessaire de définir des critères de brouillage, afin que les systèmes puissent être conçus de façon à fonctionner correctement en présence de brouillage;
- b) que l'on peut déterminer ces critères de brouillage à l'aide de la méthode décrite dans la Recommandation UIT-R SA.1022 et des objectifs de qualité de fonctionnement énumérés dans la Recommandation UIT-R SA.1159;
- c) que les critères de brouillage facilitent la détermination des critères de partage entre systèmes, notamment avec les systèmes exploités dans d'autres services;
- d) que pour les systèmes exploités dans le service d'exploration de la Terre par satellite (SETS) et le service de météorologie par satellite (MetSat) il faut spécifier des seuils de brouillage au moins égaux aux niveaux admissibles;
- e) que l'Annexe 1 expose les paramètres de systèmes représentatifs, qui fournissent la base de détermination des niveaux admissibles de brouillage pour ce qui est des transmissions à prendre en compte dans le SETS et le service MetSat,

*recommande*

- 1 d'utiliser les niveaux de brouillage spécifiés au Tableau 1 comme niveaux de puissance totale admissible d'un signal brouilleur aux bornes de sortie d'antenne des stations exploitées dans le SETS et le service MetSat.

TABLEAU 1

**Critères de brouillage applicables aux stations du SETS et du service MetSat utilisant des satellites géostationnaires**

Bande de fréquences (MHz)	Fonction et type de la station terrienne	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
1 670-1 710 espace-Terre	Lecture directe de données Antenne à gain élevé	-153,8 dBW par 2,6 MHz	-148,6 dBW par 2,6 MHz $p = 0,025$
	Diffusion de données Antenne à faible gain	-167,5 dBW par 4 kHz	-160,4 dBW par 4 kHz $p = 0,025$
	Diffusion de données Antenne à gain élevé	-153,4 dBW par 2,11 MHz	-148,1 dBW par 2,11 MHz $p = 0,025$
2 025-2 110 Terre-espace	Station commande et acquisition de données (CAD) Données à haute résolution	-136,7 dBW par 2,11 MHz	-133,4 dBW par 2,11 MHz $p = 0,025$
	Station CAD Données WEFAX	-147,8 dBW par 4 kHz	-140,7 dBW par 4 kHz $p = 0,025$
25 500-27 000 espace-Terre	Lecture directe de données	-131,7 dBW par 10 MHz	-116,3 dBW par 10 MHz $p = 0,25$

NOTE 1 – La puissance du signal brouilleur (dBW) dans la largeur de bande de référence est donnée pour une réception à angles d'élévation supérieurs ou égaux à 3°.

NOTE 2 – 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 de temps à court terme spécifié ( $p\%$  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 3 – Les critères de partage peuvent être exprimés en termes de puissance surfacique admissible dans le faisceau principal de l'antenne de réception; pour cela on soustrait  $10 \log(G \lambda^2/4\pi)$  de la valeur indiquée dans le Tableau 1, où  $G$  est le gain de l'antenne de réception et  $\lambda$  est la longueur d'onde.

NOTE 4 – Bien qu'ils aient été établis en fonction des systèmes décrits dans l'Annexe 1, ces critères de brouillage s'appliquent à tous les systèmes exploités dans les bandes de fréquences indiquées et assurant les fonctions de service spécifiées.

## ANNEXE 1

### Base pour les critères de brouillage

La présente Annexe énumère les paramètres utilisés dans la méthode de détermination des critères de brouillage pour les systèmes de lecture directe et de diffusion de données, décrite dans la Recommandation UIT-R SA.1022.

#### 1 Systèmes de lecture directe de données

Le Tableau 2 indique les critères de brouillage pour les systèmes de lecture directe de données, dans lesquels la station de réception reçoit directement tous les brouillages alors que la station d'émission des données, par satellite, n'en reçoit pas.

Les critères de brouillage peuvent être exprimés en termes de puissance surfacique admissible dans le faisceau principal de l'antenne de réception; pour cela on soustrait  $10 \log(G \lambda^2/4\pi)$  des valeurs indiquées dans le Tableau 2, où  $G$  est le gain de l'antenne de réception et  $\lambda$  la longueur d'onde.

TABLEAU 2

#### Système de lecture directe de données pour la détermination des critères de brouillage des stations exploitées avec des satellites géostationnaires

a) Bande de fréquences 1 670-1 710 MHz

Paramètre de la liaison	Valeur	Notes	
p.i.r.e. de la liaison descendante	16,1 dBW		
Affaiblissement sur la liaison descendante	190,1 dB	Espace libre, polarisation et pointage d'antenne	
$G/T$ , liaison descendante	24,4 dB(K <sup>-1</sup> )		
$C/N_0$ , liaison descendante	79,0 dB/Hz		
Débit des données	2,6 Mbit/s		
$C/N_0$ requis	78,1 dB/Hz	TEB = $1 \times 10^{-6}$ Affaiblissement de mise en œuvre = 2,2 dB Affaiblissement de modulation = 1 dB	
Marge	0,9 dB	Long terme et court terme	
Gain de l'antenne de réception	45,1 dBi		
Densité de bruit du récepteur	-207,9 dB(W/Hz)		
Critères de brouillage	Long terme	-153,8 dB(W/2,6 MHz)	$q = 1/3$ et $M_{min} = 1,2$ dB
	Court terme	-148,6 dB(W/2,6 MHz)	$q = 1$ et $M_{min} = 1,2$ dB

TABLEAU 2 (fin)

b) Bande de fréquences 25,5-27,0 GHz

Paramètre de la liaison		Valeur	Notes
p.i.r.e. de la liaison descendante		50,8 dBW	
Affaiblissement sur la liaison descendante	Long terme	213,2 dB	Espace libre, polarisation et pointage d'antenne
	Court terme	220,3 dB	Surcroît d'affaiblissement sur le trajet de 7,1 dB
$G/T$ , liaison descendante		31,6 dB(K <sup>-1</sup> )	
$C/N_0$ , liaison descendante	Long terme	97,8 dB/Hz	
	Court terme	90,7 dB/Hz	
Débit des données		15 Mbit/s	
$C/N_0$ requis		83,8 dB/Hz	TEB = $1 \times 10^{-7}$ Affaiblissement de mise en œuvre = 0,5 dB Affaiblissement de modulation = 1 dB
Marge	Long terme	14,0 dB	
	Court terme	6,9 dB	
Gain de l'antenne de réception		60,1 dBi	
Densité de bruit du récepteur		-200,1 dB(W/Hz)	
Critères de brouillage	Long terme	-131,7 dB(W/10 MHz)	$q = 1/3$ et $M_{min} = 1,2$ dB
	Court terme	-116,3 dB(W/10 MHz)	$q = 1$ et $M_{min} = 1,2$ dB

## 2 Systèmes de diffusion de données

La diffusion de données traitées à haute résolution et de données WEFAX à plus faible résolution est affectée par les brouillages reçus à la station via le satellite ou par les brouillages causés directement à la station dans la bande 1 670-1 710 MHz. Les données traitées à haute résolution et les données WEFAX sont acheminées sur la liaison montante vers le satellite dans la bande 2 025-2 110 MHz, puis relayées, avec les signaux brouilleurs reçus par le satellite dans la même bande, vers les récepteurs de la station terrienne via des répéteurs de satellite à gain fixe.

Les rapports porteuse/bruit plus densité de brouillage sont donnés pour les liaisons montante (up) et descendante (down) respectivement par les formules suivantes:

$$\left( \frac{C}{N_0 + I_0} \right)_{up} = \frac{(C/N_0)_{up}}{1 + \frac{I_{01}}{k T_1}}$$

et

$$\left( \frac{C}{N_0 + I_0} \right)_{down} = \frac{(C/N_0)_{down}}{1 + \frac{I_{02}}{k T_2}}$$

où:

$I_{01}$  et  $I_{02}$ : densités de brouillage transmises au satellite et au récepteur de la station

$T_1$  et  $T_2$ : températures de bruit du système du satellite et du récepteur de la station

$k$ : constante de Boltzmann.

Le rapport composite porteuse/bruit plus densité de brouillage est donné par la formule suivante:

$$\frac{C}{N_0 + I_0} = \left[ \left( \frac{C}{N_0 + I_0} \right)_{up}^{-1} + \left( \frac{C}{N_0 + I_0} \right)_{down}^{-1} \right]^{-1}$$

D'après la Recommandation UIT-R SA.1022, cette formule peut aussi s'exprimer de la façon suivante:

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

où:

$M$ : marge sans brouillage

$q$ : fraction de la marge sans brouillage où le brouillage est autorisé

$C/N_0$ : rapport composite de densité porteuse/bruit donné par la formule suivante:

$$C/N_0 = \left[ (C/N_0)_{up}^{-1} + (C/N_0)_{down}^{-1} \right]^{-1}$$

On peut déduire des formules précédentes:

$$M^q = 1 + \frac{\frac{I_{01}}{k T_1} (C/N_0)_{up} + \frac{I_{02}}{k T_2} (C/N_0)_{down}}{(C/N_0)_{up} + (C/N_0)_{down}}$$

Supposons que les brouillages sur la liaison montante et sur la liaison descendante soient attribués de façon qu'une fraction  $p$  du brouillage soit reçue à la station terrienne via le satellite, et qu'une fraction  $1-p$  lui soit transmise directement. Il est souhaitable que  $p$  soit proche de  $1/2$  pour qu'il y ait un bon équilibre entre les brouillages attribués sur la liaison montante et sur la liaison descendante. Dans le cas d'un répéteur à gain fixe, on peut montrer que:

$$\frac{I_{02}}{k T_2} = \frac{1-p}{p} \frac{I_{01}}{k T_1} \frac{(C/N_0)_{down}}{(C/N_0)_{up}}$$

de façon que:

$$M^q = 1 + \frac{1}{p} \frac{I_{01}}{k T_1} \left[ 1 + \frac{(C/N_0)_{up}}{(C/N_0)_{down}} \right]^{-1}$$

En conséquence, la densité de brouillage admissible sur la liaison montante devient:

$$I_{01} = 1 + p k T_1 \left[ 1 + \frac{(C/N_0)_{up}}{(C/N_0)_{down}} \right] (M^q - 1) \quad \text{pour } M > M_{min}$$

où, conformément à la Recommandation UIT-R SA.1022,  $M_{min}$  est la plus petite marge sans brouillage dont seule une fraction  $q$  peut admettre des brouillages. La densité de brouillage admissible sur la liaison descendante est donc exprimée comme suit:

$$I_{02} = (1-p) k T_2 \left[ 1 + \frac{(C/N_0)_{down}}{(C/N_0)_{up}} \right] (M^q - 1) \quad \text{pour } M > M_{min}$$

Les Tableaux 3 et 4 résument le calcul de  $I_{01}$  et de  $I_{02}$  respectivement pour des données à haute résolution et des données WEFAX, en supposant que  $p = 1/2$ ,  $q = 1/3$  et  $M_{min} = 1,2$  dB pour le brouillage à long terme, et que  $p = 1/2$ ,  $q = 1$  et  $M_{min} = 1,2$  dB pour le brouillage à court terme.

Les critères de brouillage peuvent être exprimés en termes de puissance surfacique admissible dans le faisceau principal de l'antenne de réception; pour cela, on soustrait  $10 \log(G \lambda^2/4\pi)$  des valeurs indiquées dans les Tableaux 3 et 4, où  $G$  est le gain de l'antenne de réception et  $\lambda$  est la longueur d'onde.

TABLEAU 3

**Analyse pour la détermination des critères de brouillage des systèmes de diffusion de données à haute résolution utilisant des satellites géostationnaires**

Paramètre de la liaison		Valeur	Notes
p.i.r.e. de la liaison montante		72,1 dBW	
Affaiblissement sur la liaison montante		191,7 dB	Espace libre, polarisation et pointage d'antenne
$G/T$ , liaison montante		$-17,5 \text{ dB(K}^{-1}\text{)}$	Mesure post-lancement
$C/N_0$ , liaison montante		91,5 dB/Hz	
p.i.r.e. de la liaison descendante		23,8 dBW	
Affaiblissement sur la liaison descendante		190,1 dB	Espace libre, polarisation et pointage d'antenne
$G/T$ , liaison descendante		$15,2 \text{ dB(K}^{-1}\text{)}$	
$C/N_0$ , liaison descendante		77,5 dB/Hz	
$C/N_0$ composite		77,3 dB/Hz	
Débit des données		2,11 Mbit/s	
$C/N_0$ requis		75,9 dB/Hz	$\text{TEB} = 1 \times 10^{-6}$ Affaiblissement de mise en œuvre = 1,9 dB
Marge		1,4 dB	
Gain d'antenne de réception de la liaison montante		9,5 dBi	
Densité de bruit de la liaison montante		$-201,6 \text{ dB(W/Hz)}$	$T = 500 \text{ K}$
Critère de brouillage sur la liaison montante	Long terme	$-136,7 \text{ dB(W/2,11 MHz)}$	$q = 1/3$
	Court terme	$-133,4 \text{ dB(W/2,11 MHz)}$	$q = 1$
Gain d'antenne de réception de la liaison descendante		39,5 dBi	
Densité de bruit de la liaison descendante		$-204,3 \text{ dB(W/Hz)}$	$T = 269 \text{ K}$
Critère de brouillage sur la liaison descendante	Long terme	$-153,4 \text{ dB(W/2,11 MHz)}$	$q = 1/3$
	Court terme	$-148,1 \text{ dB(W/2,11 MHz)}$	$q = 1$

TABLEAU 4

**Analyse pour la détermination des critères de brouillage des systèmes de diffusion de données WEFAX utilisant des satellites géostationnaires**

Paramètre de la liaison		Valeur	Notes
p.i.r.e. de la liaison montante		66,7 dBW	
Affaiblissement sur la liaison montante		191,7 dB	Espace libre, polarisation et pointage d'antenne
$G/T$ , liaison montante		$-17,5 \text{ dB(K}^{-1}\text{)}$	Mesure post-lancement
$C/N_0$ , liaison montante		86,1 dB/Hz	
p.i.r.e. de la liaison descendante		24,3 dBW	
Affaiblissement sur la liaison descendante		189,6 dB	Espace libre et polarisation
$G/T$ , liaison descendante		$-0,3 \text{ dB(K}^{-1}\text{)}$	
$C/N_0$ , liaison descendante		63,0 dB/Hz	

TABLEAU 4 (*fin*)

Paramètre de la liaison		Valeur	Notes
$C/N_0$ composite		63,0 dB/Hz	
Largeur de bande FI		50 kHz	
$C/N_0$ requis		57,0 dB/Hz	Seuil MF de 10 dB
Marge		6,0 dB	
Gain de l'antenne de réception de la liaison montante		9,5 dBi	
Densité de bruit de la liaison montante		-201,6 dB(W/Hz)	$T = 500$ K
Critère de brouillage sur la liaison montante	Long terme	-147,8 dB(W/4 kHz)	$q = 1/3$
	Court terme	-140,7 dB(W/4 kHz)	$q = 1$
Gain de l'antenne de réception de la liaison descendante		30,1 dBi	
Densité de bruit de la liaison descendante		-198,2 dB(W/Hz)	$T = 1\ 100$ K
Critère de brouillage sur la liaison descendante	Long terme	-167,5 dB(W/4 kHz)	$q = 1/3$
	Court terme	-160,4 dB(W/4 kHz)	$q = 1$

---