

RECOMMANDATION UIT-R SA.1807

**Caractéristiques de système et critères de brouillage applicables
aux systèmes de météorologie par satellite fonctionnant
au voisinage de 18 GHz**

(2007)

Domaine de compétence

La présente Recommandation de l'UIT-R contient les critères de brouillage applicables aux systèmes de météorologie par satellite fonctionnant au voisinage de 18 GHz, ainsi que les paramètres de système que l'on a utilisés pour les calculer. Ces critères servent de base pour déterminer les possibilités de partage avec les autres services bénéficiant d'attributions.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'il est nécessaire de définir des critères de brouillage afin que les systèmes de météorologie par satellite puissent fonctionner de façon satisfaisante en présence de brouillage;
- b) que les bandes de fréquences au voisinage de 18 GHz attribuées au service de météorologie par satellite (MetSat) sont utilisées en partage avec les services fixe, mobile et fixe par satellite (SFS) à titre primaire avec égalité des droits;
- c) que les critères de brouillage facilitent la détermination des critères de partage des bandes entre systèmes, notamment les systèmes qui fonctionneront dans d'autres services;
- d) que les signaux brouilleurs provenant de satellites OSG voisins sont tout aussi exposés à un affaiblissement dû à la pluie que le signal utile;
- e) que les signaux brouilleurs rayonnés par des sources de Terre se caractériseront en général par un affaiblissement sensiblement différent de celui subi par le signal utile,

recommande

- 1** que les critères de brouillage figurant dans le Tableau 1 soient utilisés pour déclencher la coordination avec des systèmes futurs des services de Terre et des services spatiaux;
- 2** que les caractéristiques de système et les méthodes exposées dans l'Annexe 1 soient utilisées comme base de calcul des paramètres de brouillage applicables au service MetSat fonctionnant dans les bandes de fréquences au voisinage de 18 GHz;
- 3** qu'on applique une augmentation de 6% de la température de bruit équivalente sur la liaison comme seuil de déclenchement de la coordination entre les stations spatiales d'émission et les stations terriennes de réception du service MetSat;
- 4** que les spécifications relatives aux lobes latéraux des antennes des stations terriennes de météorologie soient fondées sur la Recommandation UIT-R S.580.

TABLEAU 1

Critères de brouillage applicables aux stations du service MetSat utilisant des engins spatiaux en orbite géostationnaire

Fonction et type de station terrienne	Puissance du signal brouilleur dans la largeur de bande de référence qui ne doit pas être dépassée pendant plus de 20% du temps (dB(W/10 MHz))		Puissance du signal brouilleur dans la largeur de bande de référence qui ne doit pas être dépassée pendant plus de $p\%$ du temps (dB(W/10 MHz))	
	Spatiale	de Terre	Spatiale	de Terre
Système A Lecture directe des données, antenne de 61 dBi de gain	-129,1 ⁽¹⁾	-140,7 ⁽²⁾	-114,4 ⁽³⁾ $p = 0,025$	-114,4 ⁽⁴⁾ $p = 0,025$
Système B Lecture directe des données, antenne de 66 dBi de gain	-132,0 ⁽¹⁾	-145,7 ⁽²⁾	-117,3 ⁽³⁾ $p = 0,025$	-117,3 ⁽⁴⁾ $p = 0,025$

Le Système A est conçu pour avoir un fonctionnement optimal pour un espacement orbital de 2° dans des conditions d'exploitation limitées par des brouillages et le Système B est conçu pour avoir un fonctionnement optimal dans des conditions d'exploitation limitées par le bruit.

- (1) Niveau par satellite, compte tenu d'un brouillage cumulatif provenant de huit satellites voisins tous espacés de 2° sur l'orbite des satellites OSG et d'une contribution de brouillage des services spatiaux de 50%.
- (2) Niveau pour un seul système de Terre, compte tenu d'une contribution de brouillage des systèmes de Terre de 50%.
- (3) Compte tenu de brouillages occasionnels à court terme causés par deux satellites non OSG et d'une contribution de brouillage des services spatiaux de 50%.
- (4) Compte tenu de brouillages occasionnels à court terme provenant de deux sources et d'une contribution de brouillage des services de Terre de 50%.

Annexe 1

Caractéristiques techniques des systèmes MetSat fonctionnant au voisinage de 18 GHz

La présente Annexe contient les paramètres que l'on a utilisés pour déterminer les critères de brouillage applicables aux systèmes météorologiques d'acquisition directe de données. La conception type des satellites de météorologie de la prochaine génération privilégie un satellite géostationnaire transmettant des données vers une station terrienne relativement grande sur des fréquences porteuses aux environs de 18,2 GHz. On trouvera les caractéristiques de système pertinentes dans le Tableau 1. Les diagrammes des lobes latéraux d'antennes de stations de météorologie devraient être conformes à la Recommandation UIT-R S.580 pour des antennes de station du SFS avec une décroissance de 29-25 log θ , afin de faciliter le partage avec le SFS.

Une disponibilité de 99,9% du système est généralement requise et ce pourcentage a été pris comme hypothèse de base, bien qu'une tendance vers une disponibilité de 99,99% soit notable. Des TEB de

10^{-7} environ sont couramment appliqués pour des systèmes utilisant le codage de canal. Le rapport S/N requis est établi sur la base d'une modulation MDP-8 avec un taux de codage convolutif de canal de $R = 1/2$ et des affaiblissements techniques de 2 dB.

Deux types de systèmes différents ont été pris en considération. Le Système A est conçu pour avoir un fonctionnement optimal pour un espacement orbital de 2° dans des conditions d'exploitation limitées par des brouillages et le Système B est conçu pour avoir un fonctionnement optimal dans des conditions d'exploitation limitées par le bruit.

Pour déterminer les critères de brouillage, des données extraites du bilan de liaison, en particulier les marges et les rapports S/N , ont été utilisées en association avec l'algorithme défini dans la Recommandation UIT-R SA.1022, le but étant de calculer les densités de puissance brouilleuse admissibles pour des conditions à court terme et des conditions à long terme.

TABLEAU 1

**Exemples de bilan de liaison pour des systèmes de météorologie par satellite
exploités au voisinage de 18 GHz**

	Système A	Système B	Unité
Fréquence de la porteuse	18,2	18,2	GHz
Largeur de bande maximale	300	300	MHz
Angle d'élévation minimal	5	5	degré
Puissance RF du satellite	16,8	10,0	dBW
Gain d'antenne du satellite	48,1	46,5	dB
Affaiblissement au niveau des isolateurs, filtres, égaliseurs, câbles et connecteurs	2,0	2,0	dB
p.i.r.e. du satellite	62,9	54,5	dBW
Distance entre le satellite et la station terrienne	41 343	41 343	km
Affaiblissement de propagation en espace libre	210,0	210,0	dB
Affaiblissement dû à la polarisation, au pointage et aux gaz atmosphériques	0,9	0,9	dB
Affaiblissement à long terme sur la liaison descendante	210,9	210,9	dB
Marge pour la pluie pour une disponibilité de 99,9%	15,0	15,0	dB
Affaiblissement à court terme sur la liaison descendante	225,9	225,9	dB
Diamètre de l'antenne de la station terrienne	8,0	15,0	m
Gain d'antenne de la station terrienne	60,7	66,1	dB
Niveau de puissance du signal à court terme à l'entrée du récepteur	-102,3	-105,2	dBW
Température du récepteur	300	300	K
Puissance surfacique à la surface de la Terre	-122,2	-130,5	dB(W/(m ² /MHz))
Densité de puissance de bruit du récepteur	-203,8	-203,8	dB(W/Hz)
Rapport signal/densité de bruit (S/N_0) – à long terme	116,5	113,6	dB/Hz

TABLEAU 1 (*fin*)

	Système A	Système B	Unité
Rapport signal/densité de bruit (S/N_0) – à court terme	101,5	98,6	dB/Hz
Valeur requise du rapport S/N_0 pour une MDP-8, taux de codage $R = 1/2$ codé, $TEB = 10^{-7}$	97,0	97,0	dB/Hz
Marge pour le système – à long terme	19,5	16,6	dB
Marge pour le système – à court terme	4,49	1,58	dB

La bande étant utilisée en partage avec plusieurs autres services, une répartition appropriée des niveaux de brouillage est nécessaire. En ce qui concerne la répartition du brouillage à long terme entre les systèmes spatiaux et les systèmes de Terre, il est à prévoir que les services spatiaux et les services de Terre exploités au voisinage de 18 GHz contribueront aux brouillages approximativement à parts égales. Il est par conséquent suggéré de supposer que chacune de ces sources y contribuent pour 50%.

Pour les brouillages à long terme, il convient d'établir une distinction entre les systèmes à satellites OSG des services de Terre et des services spatiaux. Les signaux utiles et les signaux brouilleurs émis par des satellites voisins sur l'orbite des satellites géostationnaires et reçus par une station terrienne subiront l'affaiblissement dû à la pluie plus ou moins de la même façon. Le signal brouilleur subira le même affaiblissement que le signal utile, étant donné que les cellules de pluie au-dessus d'une station terrienne sont généralement beaucoup plus grandes que la zone d'intersection avec le cône déterminé par l'espacement angulaire. Il suffit par conséquent d'établir uniquement un rapport S/I . Dans le cas particulier des brouillages causés par le SFS au MetSat, on est parti de l'hypothèse qu'un rapport S/I de 20 dB serait adéquat. La coordination dans cette bande de fréquences est généralement menée à bien pour des satellites espacés de $\pm 8^\circ$ sur l'orbite des satellites géostationnaires. Si l'on retient un angle de séparation de 2° , les brouillages occasionnés par huit satellites doivent être pris en compte. La réduction des brouillages pour un seul satellite du SFS par rapport aux brouillages cumulatifs des huit satellites est donc de 4 dB, sur la base de la décroissance type des lobes latéraux de l'antenne. Les paramètres dont découlent les critères de brouillage recommandés figurent dans le Tableau 2.

TABLEAU 2

Densité de puissance des brouillages à long terme applicable au service fixe par satellite

	Système A	Système B	Unité
Niveau de puissance du signal à long terme du MetSat reçu	-87,3	-90,2	dBW
Densité de puissance du signal à long terme reçu	-102,1	-105,0	dB(W/10 MHz)
Rapport S/I requis	20,0	20,0	dB
Contribution de brouillage à long terme du SFS (%)	50	50	
Densité de puissance brouilleuse cumulative du SFS acceptable	-125,1	-128,0	dB(W/10 MHz)
Facteur de réduction, sur la base d'un espacement de 2° entre les huit satellites	4,0	4,0	dB
Densité de puissance brouilleuse à long terme admissible pour un seul système du SFS	-129,1	-132,0	dB(W/10 MHz)

En principe, l'affaiblissement sur le trajet des signaux émis par des sources de brouillage de Terre est sans rapport avec celui subi par le signal utile. Par conséquent, il faut inclure des marges plus élevées pour traiter les cas où le signal utile subit un affaiblissement maximal alors que le signal brouilleur n'est quasiment pas affaibli. Pour déterminer le niveau admissible des brouillages à long terme causés par des services de Terre, il a été supposé qu'un tiers de la marge de protection contre les brouillages à court terme serait disponible ($q = 1/3$). L'équation ci-après, figurant dans la Recommandation UIT-R SA.1022 a été utilisée.

$$I_0 = N_0(M^q - 1)$$

où:

- I_0 : densité des brouillages à long terme cumulatifs
- N_0 : densité de bruit de la station terrienne de météorologie
- M : marge à long terme
- q : facteur de réduction de la marge.

Les paramètres dont découlent les critères de brouillage recommandés figurent dans le Tableau 3.

TABLEAU 3

Densité de puissance des brouillages à long terme applicable au service fixe

	Système A	Système B	Unité
Densité de puissance de bruit du MetSat	-133,83	-133,83	dB(W/10 MHz)
Marge de protection du MetSat contre les brouillages à court terme	4,49	1,58	dB
Fraction de la réduction de la marge de protection contre les brouillages à court terme acceptables (facteur q défini dans la Recommandation UIT-R SA.1022)	0,33	0,33	
Marge restante souhaitable pour la protection contre les brouillages à court terme	3,0	1,1	dB
Densité de puissance des brouillages à long terme admissibles	-137,7	-142,7	dB(W/10 MHz)
Attribution du total des brouillages à long terme au service fixe (%)	50	50	
Nombre supposé de systèmes du service fixe causant des brouillages	1	1	
Critère des brouillages à long terme admissibles pour un seul système du service fixe	-140,7	-145,7	dB(W/10 MHz)

En ce qui concerne le nombre de brouilleurs à court terme, on a pris comme hypothèse deux satellites non OSG du SFS pour les services spatiaux et deux liaisons du service fixe subissant, en de rares occasions, des phénomènes de couplage via la troposphère ou de conduit pour les systèmes de Terre.

En ce qui concerne le dépassement du niveau de brouillage à court terme admissible, la marge globale de protection contre les brouillages à long terme est disponible ($q = 1$), ce qui se traduit quasiment par un affaiblissement de la connexion. Une probabilité de dépassement des brouillages à court terme de 0,1% a été jugée appropriée, compte tenu d'une disponibilité du système de 99,9%. Cette valeur s'applique aux brouillages cumulatifs causés par les services de Terre et les services

spatiaux. Les paramètres dont découlent les critères de brouillage recommandés figurent dans le Tableau 4.

TABLEAU 4

Densité de puissance des brouillages à court terme applicable aux services fixe et fixe par satellite

	Système A	Système B	Unité
Densité de puissance de bruit du MetSat	-133,8	-133,8	dB(W/10 MHz)
Marge de protection du MetSat contre les brouillages à long terme	19,5	16,6	dB
Fraction de la réduction de la marge de protection contre les brouillages à long terme acceptables (facteur q défini dans la Recommandation UIT-R SA.1022)	1,0	1,0	
Marge de protection restante contre les brouillages à court terme	0,0	0,0	dB
Densité de puissance des brouillages à court terme admissibles	-114,4	-117,3	dB(W/10 MHz)
Pourcentage de temps pendant lequel le niveau de brouillage peut être dépassé (%)	0,10	0,10	
Nombre supposé de systèmes du service fixe causant des brouillages à court terme	2	2	
Nombre supposé de systèmes du SFS causant des brouillages à court terme	2	2	
Pourcentage de temps admissible pour un seul système du service fixe ou du SFS (%)	0,025	0,025	