

## RECOMMANDATION UIT-R SA.1026-4

**Critères de brouillage cumulatif\* pour les systèmes de transmission de données espace vers terre dans les services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite utilisant des satellites en orbite terrestre basse**

(Questions UIT-R 139/7 et UIT-R 141/7)

(1994-1995-1997-1999-2009)

**Champ d'application**

La présente Recommandation vise à fournir des critères de brouillage applicables aux transmissions espace vers Terre effectuées depuis des satellites en orbite terrestre basse, dans les services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite.

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 espace vers Terre pour un certain nombre de fonctions, y compris l'acquisition de données directes et de données enregistrées;
- b) que l'on a besoin de critères de brouillage pour concevoir des systèmes offrant une qualité de fonctionnement adéquate en présence de brouillage et mettre au point plus facilement des critères de partage de bande entre les systèmes, y compris ceux qui sont exploités dans d'autres services;
- c) que les engins spatiaux fonctionnant dans les services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite peuvent utiliser des orbites terrestres basses;
- d) que la Recommandation UIT-R SA.1025 spécifie pour plusieurs bandes de fréquences les objectifs de qualité de fonctionnement pour les systèmes de transmission de données espace vers Terre dans les services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite;
- e) que, bien que des systèmes de transmission de données particuliers puissent avoir des objectifs de qualité de fonctionnement qui diffèrent de ceux recommandés pour les services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite, tous les systèmes fonctionnant dans ces services devraient pouvoir admettre des seuils de brouillage supérieurs ou égaux aux niveaux de brouillage admissibles qui sont recommandés pour les services;
- f) que l'on peut utiliser les méthodes indiquées dans la Recommandation UIT-R SA.1022 pour calculer des critères de brouillage destinés aux systèmes de transmission de données dans les services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite;
- g) que l'Annexe 1 présente les paramètres de systèmes représentatifs qui constituent la base des niveaux admissibles de brouillage pour les transmissions espace vers Terre des services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite dans certaines bandes de fréquences,

---

\* Critère de brouillage ne signifie pas nécessairement critère de partage.

*recommande*

1 que les niveaux de brouillage pour les bandes de fréquences indiquées dans le Tableau 1 soient utilisés comme niveaux admissibles totaux de puissance de signal brouilleur à la sortie d'antenne des stations terriennes fonctionnant dans les services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite en orbites terrestres basses;

2 que, dans les bandes de fréquences utilisées en partage, les seuils de brouillage de systèmes particuliers soient supérieurs ou égaux aux valeurs recommandées dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

**Critères de brouillage pour stations terriennes d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite utilisant des engins spatiaux en orbites terrestres basses (Voir Notes 1, 2, 3 et 4)**

Bande de fréquences	Type de 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 0,0125% du temps dans la largeur de bande de référence. (Cette valeur est fondée sur le critère de qualité de fonctionnement de 99,9% indiqué dans la Recommandation UIT-R SA.1025-3)
137-138 MHz	Récepteur analogique Gain d'antenne 2 dBic Lecture directe de données	-151 dBW par 50 kHz <sup>(1)</sup>	-145 dBW par 50 kHz <sup>(1)</sup>
	Récepteur numérique Gain d'antenne 10 dBic Lecture directe de données	-141 dBW par 150 kHz	-133 dBW par 150 kHz
	Récepteur numérique Gain d'antenne 2 dBic Lecture directe de données	-142 dBW par 150 kHz <sup>(1)</sup>	-136 dBW par 150 kHz <sup>(1)</sup>
400,15-401,00 MHz	Gain d'antenne 0 dBic Lecture directe de données	-157 dBW par 177,5 kHz	-147 dBW par 177,5 kHz
1 696-1 710 MHz	Gain d'antenne 46,8 dBic Acquisition de données enregistrées	-128 dBW par 5 334 kHz	-121 dBW par 5 334 kHz
	Gain d'antenne 29,8 dBic Lecture directe de données	-147 dBW par 2 668 kHz	-138 dBW par 2 668 kHz
	Gain d'antenne 22,5 dBic Antenne de 1 m pour données à haut débit	-144 dBW par 6,0 MHz	-134 dBW par 6,0 MHz
7 750-7 850 MHz	Gain d'antenne 55,2 dBic Acquisition de données enregistrées	-144 dBW par 10 MHz	-129 dBW par 10 MHz
	Gain d'antenne 41,7 dBic Antenne de 2 m pour données à haut débit	-137 dBW par 10 MHz	-126 dBW par 10 MHz

TABLEAU 1 (*fin*)

Bande de fréquences	Type de 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 0,0125% du temps dans la largeur de bande de référence. (Cette valeur est fondée sur le critère de qualité de fonctionnement de 99,9% indiqué dans la Recommandation UIT-R SA.1025-3)
8 025-8 400 MHz	Gain d'antenne 54,8 dBic Lecture directe de données (Système A)	-145 dBW par 10 MHz	-133 dBW par 10 MHz
	Gain d'antenne 41,7 dBic Lecture directe de données (Système B)	-135 dBW par 10 MHz	-127 dBW par 10 MHz
	Gain d'antenne 42,5 dBic Lecture directe de données (Système C)	-139 dBW par 10 MHz	-129 dBW par 10 MHz
25,5-27,0 GHz	Gain d'antenne 55,2 dBic Acquisition de données enregistrées	-135 dBW par 10 MHz	-119 dBW par 10 MHz
	Gain d'antenne 42,5 dBic Lecture directe de données	-139 dBW par 10 MHz	-121 dBW par 10 MHz
	Gain d'antenne 42,5 dBic Lecture directe de données à haut débit	-136 dBW par 10 MHz	-122 dBW par 10 MHz
	Gain d'antenne 58,2 dBic Données mémorisées de missions	-126 dBW par 10 MHz	-107 dBW par 10 MHz

<sup>(1)</sup> La puissance du signal brouilleur (dBW) dans la largeur de bande de référence est donnée pour une réception à des angles d'élévation supérieurs ou égaux à 25°; dans tous les autres cas l'angle d'élévation minimal est de 5°.

NOTE 1 – La puissance totale du signal brouilleur qui peut être dépassée pendant plus de  $x\%$  temps, lorsque  $x$  est inférieur à 20% mais supérieur au pourcentage à court terme spécifié (0,0125% du temps) peut être calculée 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 indiqués 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, comme 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, 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. Ce qui fournit la qualité en termes de TEB qui est dépassée pendant la totalité sauf  $p\%$  du temps parce que le rapport  $E_b/N_0$  et le TEB sont des fonctions monotones de l'angle d'élévation.

NOTE 3 – L'angle d'élévation dépassé pendant la totalité sauf 20% du temps de réception est bien approché par l'angle dépassé pendant la totalité sauf 20% du temps de visibilité du satellite au-dessus de l'angle d'élévation minimal qui est spécifié dans l'objectif de qualité de fonctionnement. Cette approximation est effectuée dans les analyses de qualité présentées dans l'Annexe 1 parce que l'erreur sous-jacente sur le temps cumulé 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 fournit la qualité en termes de TEB qui est dépassée pendant la totalité sauf 20% du temps parce que le rapport  $E_b/N_0$  et le TEB sont des fonctions monotones de l'angle d'élévation.

NOTE 4 – Pour les bandes de fréquences autres que celles mentionnées au Tableau 1, le critère du brouillage établi dans la Recommandation UIT-R SA.514 est applicable.

## Annexe 1

### Base pour les critères de brouillage

#### 1 Introduction

La présente Annexe indique les paramètres utilisés dans la méthode de la Recommandation UIT-R SA.1022 pour calculer les critères de brouillage à utiliser dans les services d'exploration de la Terre par satellite et de météorologie par satellite, au moyen des objectifs de qualité de fonctionnement spécifiés dans la Recommandation UIT-R SA.1025 pour certaines bandes de fréquences. Les analyses de qualité requise sont résumées dans le Tableau 2. Les principales considérations relatives à chaque bande sont examinées ci-dessous. Dans tous les cas, les systèmes représentatifs utilisent des satellites en orbites circulaires à forte inclinaison.

TABLEAU 2

## Analyses de qualité de fonctionnement utilisées comme base pour les critères de brouillage

Bande de fréquences (MHz)	137-138		137-138		137-138	
Type de station terrienne	Station terrienne à faible gain (APT)		Station terrienne de poursuite (LRPT)		Station terrienne à faible gain (LRPT)	
Pourcentage de temps, $p$ , pendant lequel le bilan de liaison n'est pas respecté	0,05	20	0,05	20	0,05	20
Angle d'élévation (dépassé pendant $p\%$ du temps)	25°	30°	5°	13°	25°	30°
Puissance d'entrée de l'antenne du satellite (dBW)	4,9		6,8		6,8	
Gain d'antenne du satellite (dBic)	0,7	1,1	-1,2	-0,5	0,7	1,1
p.i.r.e. du satellite (dBW)	5,6	6,0	5,6	6,3	7,5	7,9
Affaiblissement en espace libre (dB)	139,4	138,5	144,3	142,2	139,4	138,5
Affaiblissement supplémentaire sur le trajet (dB)	0,2		0,1	0,1	0,1	
Gain d'antenne de la station terrienne (dBic)	2,0		10,0	10,0	2,0	
Affaiblissement dû à l'erreur de pointage de l'antenne (dB)	0,0		0,0	0,0	0,0	
Affaiblissement dû au désaccord de polarisation (dB)	1,5		1,5	1,5	1,5	
Affaiblis. dans le modulateur et dans le démodulateur (dB)	0,0		2,0	2,0	2,0	
Largeur de bande de référence du récepteur (kHz)	50		150		150	
Débit de données (dB/Hz)	Largeur de bande occupée 45,7		48,6		48,6	
Energie par bit reçu, $E_b$ (dB(W/Hz))	-179,2 ( $C_0$ )	-177,9 ( $C_0$ )	-180,9	-178,1	-182,1	-180,8
Température de bruit du système de réception (K)	2 520		1 750		1 750	
Densité de puissance de bruit thermique (dB(W/Hz))	-194,6		-196,2		-196,2	
Densité de puissance de bruit non thermique du récepteur (dB(W/Hz))	-		-		-	
Densité de puissance de bruit interne totale, $N_0$ (dB(W/Hz))	-194,6		-196,2		-196,2	

TABLEAU 2 (suite)

Bande de fréquences (MHz) (suite)	137-138		137-138		137-138	
Type de station terrienne (suite)	Station terrienne à faible gain (APT)		Station terrienne de poursuite (LRPT)		Station terrienne à faible gain (LRPT)	
Rapport $E_b/N_0$ (dB)	15,4( $C_0/N_0$ )	16,7( $C_0/N_0$ )	15,3	18,1	14,1	15,4
TEB de liaison	–		$10^{-10}$		$< 10^{-10}$	
TEB global de réception	–		$< 10^{-10}$		$< 10^{-10}$	
Rapport $E_b/N_0$ (ou $C/N$ ) (dB)	12,0		6,5		6,5	
Marge de puissance (dB)	3,4	4,7	8,8	11,6	7,6	8,9
Facteur de qualité (lt: long terme, st: court terme)	0,5 (lt)	1 (st)	0,6 (lt)	1 (st)	0,6 (lt)	1 (st)
$M_{min}$ (dB)	0,8		1,2		1,2	
Pourcentage de temps pour les critères de brouillage	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Critères de brouillage (dBW) dans la largeur de bande de référence	–151	–145	–141	–133	–142	–136

Bande de fréquences (MHz)	400,15-401,00		1 698-1 710			
Type de station terrienne	Antenne sans poursuite (équidirective)		Acquisition de données enregistrées (HRPT)		Lecture directe de données	
Pourcentage de temps, $p$ , pendant lequel le bilan de liaison n'est pas respecté	0,05	20	0,05	20	0,05	20
Angle d'élévation (dépassé pendant $p\%$ du temps)	5°	13°	5°	13°	5°	13°
Puissance d'entrée de l'antenne du satellite (dBW)	11,1		6,1		6,1	
Gain d'antenne du satellite (dBic)	0,0	0,0	2,1	2,0	2,1	2,0
p.i.r.e. du satellite (dBWi)	11,1	11,1	8,2	8,1	8,2	8,1
Affaiblissement en espace libre (dB)	153,6	151,4	166,3	164,0	166,3	164,0
Affaiblissement supplémentaire sur le trajet (dB)	0,2		0,2	0,0	0,2	
Gain d'antenne de la station terrienne (dBic)	0,0		46,8		29,8	

TABEAU 2 (suite)

Bande de fréquences (MHz) (suite)	400,15-401,00		1 698-1 710			
Type de station terrienne (suite)	Antenne sans poursuite (équidirective)		Acquisition de données enregistrées (HRPT)		Lecture directe de données	
Affaiblissement dû à l'erreur de pointage de l'antenne (dB)	0,0		0,5		0,5	
Affaiblissement dû au désaccord de polarisation (dB)	0,3		0,2		0,5	
Affaiblis. dans le modulateur et dans le démodulateur (dB)	2,0		2,7		2,7	
Largeur de bande de référence du récepteur (kHz)	177,5		5 334		2 668	
Débit de données (dB/Hz)	49,5		64,2		58,2	
Energie par bit reçu, $E_b$ (dB(W/Hz))	-194,5	-192,3	-179,1	-176,7	-190,4	-188,2
Température de bruit du système de réception (K)	400		320	210	370	240
Densité de puissance de bruit thermique (dB(W/Hz))	-202,6		-203,5	-205,4	-202,9	-204,8
Densité de puissance de bruit non thermique du récepteur (dB(W/Hz))	-211,7		-202,4		-204,2	
Densité de puissance de bruit interne totale, $N_0$ (dB(W/Hz))	-202,1		-199,9	-200,6	-200,5	-201,5
Rapport $E_b/N_0$ (dB)	7,6	9,8	20,8	23,9	10,1	13,3
TEB de liaison	$< 10^{-8}$	$< 10^{-10}$	$< 10^{-12}$		$6 \times 10^{-5}$	$< 10^{-9}$
Taux d'erreur de traitement des données de satellite	-	-	$5 \times 10^{-7}$		-	-
TEB global de réception	$< 10^{-8}$	$< 10^{-10}$	$5 \times 10^{-7}$		$6 \times 10^{-5}$	$< 10^{-9}$
Rapport $E_b/N_0$ (dB)	5,5	5,5	11,2		10,5	10,5
Marge de puissance (dB)		4,3	9,6	12,7	-0,4	2,8
Facteur de qualité (lt: long terme, st: court terme)	0,33 (lt)	1 (st)	0,6 (lt)	1 (st)	0,33 (lt)	1 (st)
$M_{min}$ (dB)	1,2		1,2		1,2	
Pourcentage de temps pour les critères de brouillage	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Critères de brouillage (dBW) dans la largeur de bande de référence	-157	-147	-128	-121	-147	-138

TABLEAU 2 (suite)

Bande de fréquences (MHz)	1 698-1 710		7 750-7 850			
Type de station terrienne	Antenne de 1 m Données faible débit		Acquisition de données enregistrées (antenne de 10 m)		Antenne de 2 m Données haut débit	
Pourcentage de temps, $p$ , pendant lequel le bilan de liaison n'est pas respecté	0,05	20	0,05	20	0,05	20
Angle d'élévation (dépassé pendant $p\%$ du temps)	5	8	5	13	5	8
Puissance d'entrée de l'antenne du satellite (dBW)	9,9		6,5		16,3	
Gain d'antenne du satellite (dBic)	3,2	3,2	6,0	5,8	4,0	4,1
p.i.r.e. du satellite (dBWi)	13,1	13,0	12,5	12,3	20,3	20,4
Affaiblissement en espace libre (dB)	166,1	164,0	179,5	177,3	179,4	177,2
Affaiblissement supplémentaire sur le trajet (dB)	0,2	0,2	3,5	0,5	0,5	0,5
Gain d'antenne de la station terrienne (dBic)	22,5		55,2		41,7	
Affaiblissement dû à l'erreur de pointage de l'antenne (dB)	0,5		0,5		0,5	
Affaiblissement dû au désaccord de polarisation (dB)	0,5		0,2		0,5	
Affaiblis. dans le modulateur et dans le démodulateur (dB)	2,5		2,0		2,5	
Largeur de bande de référence du récepteur (MHz)	6,0		10		10	
Débit de données (dB/Hz)	65,3		78,5		72,4	
Energie par bit reçu $E_b$ (dB(W/Hz))	-199,6	-197,5	-196,4	-191,5	-193,8	-191,5
Température de bruit du système de réception (K)	80	70	180	150	115	95
Densité de puissance de bruit thermique (dB(W/Hz))	-209,6	-210,1	-206,0	-206,8	-208,0	-208,8
Rapport $E_b/N_0$ (dB)	10,0	12,7	9,6	15,4	14,2	17,3
TEB de liaison	$10^{-8}$		$10^{-7}$		$10^{-8}$	
Rapport $E_b/N_0$ (dB)	3,6		7,20		4,1	
Marge de puissance (dB)	6,4	9,1	2,40	8,2	10,1	13,2
Facteur de qualité (lt: long-term. st: short-term)	0,33 (lt)	1 (st)	0,33 (lt)	1 (st)	0,33 (lt)	1 (st)



TABLEAU 2 (suite)

Bande de fréquences (MHz) (suite)	1 698-1 710		7 750-7 850			
Type de station terrienne (suite)	Antenne de 1 m Données faible débit		Acquisition de données enregistrées (antenne de 10 m)		Antenne de 2 m Données haut débit	
$M_{min}$ (dB)	1,2		1,2		1,2	
Pourcentage de temps pour les critères de brouillage	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Critères de brouillage (dBW) dans la largeur de bande de référence	-144	-134	-144	-129	-137	-126

Bande de fréquences (MHz)	8 025-8 400		8 025-8 400		8 025-8 400	
Type de station terrienne	Acquisition de données enregistrées (Système A)		Acquisition de données enregistrées (Système B)		Lecture directe de données (Système C)	
Pourcentage de temps, $p$ , pendant lequel le bilan de liaison n'est pas respecté	0,05	20	0,05	20	0,05	20,0
Angle d'élévation (dépassé pendant $p\%$ du temps)	5°	13°	5°	13°	5°	13°
Puissance d'entrée de l'antenne du satellite (dBW)	12		3		16,9	
Gain d'antenne du satellite (dBic)	2,4	3,7	28		6,1	
p.i.r.e. du satellite (dBWi)	14,4	15,7	31		23	
Affaiblissement en espace libre (dB)	179,3	177	180	177,8	179,3	177,0
Affaiblissement supplémentaire sur le trajet (dB)	1,2	0,8	1,2	0,8	0,7	0,6
Gain d'antenne de la station terrienne (dBic)	54,8		41,7		42,5	
Affaiblissement dû à l'erreur de pointage de l'antenne (dB)	0,5		0,1		0,5	
Affaiblissement dû au désaccord de polarisation (dB)	0,4		0,2		0,5	
Affaiblis. dans le modulateur et dans le démodulateur (dB)	2,0		1,5		2,0	
Largeur de bande de référence du récepteur (MHz)	10		10		10	
Débit de données (dB/Hz)	85,1		83		73	

TABLEAU 2 (suite)

Bande de fréquences (MHz) (suite)	8 025-8 400		8 025-8 400		8 025-8 400	
Type de station terrienne (suite)	Acquisition de données enregistrées (Système A)		Acquisition de données enregistrées (Système B)		Lecture directe de données (Système C)	
Energie par bit reçu, $E_b$ (dB(W/Hz))	-199,3	-195,3	-193,3	-190,8	-190,5	-188,1
Température de bruit du système de réception (K)	50	50	100	100	292	275
Densité de puissance de bruit thermique (dB(W/Hz))	-211,6	-211,6	-208,6	-208,6	-203,9	-204,2
Densité de puissance de bruit interne totale, $N_0$ (dB(W/Hz))	-211,6	-211,6	-208,6	-208,6	-203,9	-204,2
Rapport $E_b/N_0$ (dB)	12,3	16,3	15,3	17,8	13,5	16,1
TEB de liaison	$< 10^{-10}$	$< 10^{-10}$	$< 10^{-7}$	$< 10^{-10}$	$< 10^{-7}$	$< 10^{-10}$
TEB global de réception	$< 10^{-10}$		$< 10^{-7}$	$< 10^{-10}$	$< 10^{-5}$	$< 10^{-5}$
Rapport $E_b/N_0$ (dB)	7,2		6,3		9,6	
Marge de puissance (dB)	5,1	9,1	9,0	11,5	3,8	6,5
Facteur de qualité (lt: long-term. st: short-term)	0,33 (lt)	1 (st)	0,33 (lt)	1 (st)	0,6 (lt)	1 (st)
$M_{min}$ (dB)	1,2		1,2		1,2	
Pourcentage de temps pour les critères de brouillage	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Critères de brouillage (dBW) dans la largeur de bande de référence	-145	-133	-135	-127	-139	-129

Bande de fréquences (MHz)	25 500-27 000							
Type de station terrienne	Acquisition de données enregistrées		Lecture directe de données		Lecture directe de données à haut débit		Données mémorisées de missions	
Pourcentage de temps, $p$ , pendant lequel le bilan de liaison n'est pas respecté	0,05	20,0	0,05	20,0	0,05	20,0	0,05	20
Angle d'élévation (dépassé pendant $p\%$ du temps)	5°	13°	5°	13°	5°	13°	5°	8°
Puissance d'entrée de l'antenne du satellite (dBW)	13,0		13,0		13,0	14,8	6,4	

TABLEAU 2 (suite)

Bande de fréquences (MHz) (suite)	25 500-27 000							
Type de station terrienne (suite)	Acquisition de données enregistrées		Lecture directe de données		Lecture directe de données à haut débit		Données mémorisées de missions	
Gain d'antenne du satellite (dBic)	28,0		25,0		39,1		37,2	
p.i.r.e. du satellite (dBWi)	41,0		38,0		52,1	53,9	43,6	43,6
Affaiblissement en espace libre (dB)	189,8	187,7	189,8	187,7	188,8	186,4	190,0	187,9
Affaiblissement supplémentaire sur le trajet (dB)	6,4	1,0	6,4	1,0	6,4	1,0	1,0	1,0
Gain d'antenne de la station terrienne (dBic)	55,2		42,5		42,5	38,0	58,2	58,2
Affaiblissement dû à l'erreur de pointage de l'antenne (dB)	0,5		0,5		0,5		0,5	
Affaiblissement dû au désaccord de polarisation (dB)	0,2		0,2		0,2		0,5	
Affaiblis. dans le modulateur et dans le démodulateur (dB)	2,0		2,0		2,0		2,5	
Largeur de bande de référence du récepteur (MHz)	10		10		10		10	
Débit de données (dB/Hz)	90,0		76,0		90,0		81,2	
Energie par bit reçu, $E_b$ (dB(W/Hz))	-191,9	-184,1	-194,5	-186,9	-193,3	-188,2	-173,6	-171,5
Température de bruit du système de réception (K)	715,9	557,6	715,9	557,6	552,7	272,8	350	300
Densité de puissance de bruit interne totale, $N_0$ (dB(W/Hz))	-200,1	-201,1	-200,1	-201,1	-201,2	-204,2	-203,1	-203,8
Rapport $E_b/N_0$ (dB)	7,3	16,0	5,6	14,3	7,9	16,0	29,5	32,4
TEB de liaison	$10^{-6}$		$10^{-6}$		$10^{-6}$		$10^{-8}$	
Taux d'erreur de traitement des données de satellite	$5 \times 10^{-7}$		-		-		-	
TEB global de réception	$1,5 \times 10^{-6}$		$10^{-6}$		$10^{-6}$		$10^{-8}$	
Rapport $E_b/N_0$ (dB)	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	5,6	5,6
Marge de puissance (dB)	3,4	12,1	1,7	10,4	4,0	12,1	23,9	26,8
Facteur de qualité (lt: long terme, st: court terme)	0,33 (lt)	1 (st)	0,33 (lt)	1 (st)	0,33 (lt)	1 (st)	0,33 (lt)	1 (st)

TABLEAU 2 (*suite*)

Bande de fréquences (MHz) ( <i>suite</i> )	25 500-27 000							
Type de station terrienne ( <i>suite</i> )	Acquisition de données enregistrées		Lecture directe de données		Lecture directe de données à haut débit		Données mémorisées de missions	
$M_{min}$ (dB)	1,2		1,2		1,2		1,2	
Pourcentage de temps pour les critères de brouillage	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125	20	0,0125
Critères de brouillage (dBW) dans la largeur de bande de référence	-135	-119	-139	-121	-136	-123	-126	-107

## 2 Service de météorologie par satellite dans la bande 137-138 MHz

L'analyse de qualité de fonctionnement d'un système automatique de transmission d'images (APT, *automatic picture transmission*) fonctionnant dans la bande 137-138 MHz suppose que l'altitude du satellite est de 844 km. Le système APT fait intervenir une modulation analogique sur une largeur de bande de 50 kHz. L'analyse de qualité de fonctionnement du système de transmission d'images à faible résolution (LRPT, *low resolution picture transmission*) exploité dans la bande 137-138 MHz repose sur une altitude de satellite identique. On prévoit que le système APT sera progressivement supprimé, le système LRPT ayant commencé à être mis en œuvre en 2006.

Les transmissions LRPT sont numériques (modulation MDP-4 avec filtre de Nyquist) et se caractérisent par un débit de transmission de données nominal de 72 kbit/s, compte tenu du codage concaténé Reed-Solomon/convolutif avec entrelacement. Deux types de station terrienne devraient être exploités dans le système LRPT:

- station terrienne à antenne non orientable de faible gain de 2 dBic pour les données locales (données météorologiques rassemblées sur des distances d'environ 1 000 km depuis la station terrienne);
- station terrienne à antenne orientable, présentant un gain de 10 dBic, pour les données régionales (données météorologiques rassemblées sur des distances pouvant dépasser 2 000 km depuis la station terrienne). Les stations terriennes peuvent être mobiles ou transportables.

Dans les systèmes APT, on n'utilise généralement que des antennes de type équidirectif de faible gain (2 dBic).

Dans l'application de la méthode de la Recommandation UIT-R SA.1022, on peut utiliser la fourchette de paramètres de brouillage suivante pour calculer les critères de brouillage:

<i>Récepteur analogique</i>	<i>Récepteur numérique</i>
$q$ (long terme) = 0,5	$Q$ (LONG TERME) = 0,6
$q$ (court terme) = 1	$Q$ (COURT TERME) = 1
$M_{min}$ (long terme) = $M_{min}$ (court terme) = 0,8 dB	$M_{min}$ (long terme) = $M_{min}$ (court terme) = 1,2 dB

## 3 Service de météorologie par satellite dans la bande 400,15-401 MHz

L'analyse de qualité de fonctionnement d'un système dans cette bande suppose une altitude de satellite de 833 km. Les données reçues des capteurs du satellite sont multiplexées en un flux transmis à 88,75 kbit/s, avec codage convolutionnel 1/2 pour la correction d'erreur. Les stations terriennes associées sont typiquement des stations mobiles ce qui permet d'utiliser des antennes donnant un gain de 0 dBic seulement.

Dans l'application de la méthode de la Recommandation UIT-R SA.1022, on peut utiliser la fourchette de paramètres de brouillage suivante pour calculer les critères de brouillage:

$$\begin{aligned}
 q \text{ (long terme)} &= 0,33 \\
 q \text{ (court terme)} &= 1 \\
 M_{min} \text{ (long terme)} &= M_{min} \text{ (court terme)} = 1,2 \text{ dB.}
 \end{aligned}$$

## 4 Service de météorologie par satellite dans la bande 1 690-1 710 MHz

Dans la bande 1 690-1 710 MHz, la sous-bande 1 698-1 710 MHz est utilisée pour les systèmes du service de météorologie par satellite utilisant des orbites terrestre basses, conformément à la Recommandation UIT-R SA.1745.

Les analyses de qualité du système de transmission d'images à haute résolution (HRPT, *high resolution picture transmission*) et du système de commande et acquisition de données (CAD), qui font respectivement appel à des stations terriennes de grandes dimensions dans le premier cas et de petites dimensions dans le second, supposent que le satellite est à une altitude de 844 km. Ces systèmes reçoivent les signaux issus d'un même satellite, qui emploie une antenne à faisceau modelé afin de compenser partiellement les affaiblissements de propagation qui augmentent lorsqu'on se rapproche du limbe de la Terre, par rapport au nadir. L'angle de déphasage du modulateur à déplacement de fréquence du satellite est d'environ  $67^\circ$ , ce qui se traduit par une porteuse résiduelle facilitant l'acquisition du signal et la démodulation cohérente. Cela réduit un peu la puissance des signaux de données. Dans le cas des stations de grandes dimensions, on utilise un débit de 2,667 Mbit/s et un codage sans retour au niveau zéro (NRZ-L), ce qui procure une largeur de bande de référence de 5,334 MHz. Dans le cas des stations de petites dimensions, on utilise un débit de données de 0,667 Mbit/s dans la bande de base avec un codage biphase, donnant une largeur de bande de référence de 2,668 MHz.

Un système futur transmettra des données à faible débit sur la liaison descendante à 3,393 Mbit/s à partir d'un engin spatial à 828 km d'altitude. Trois types de stations terriennes auront des dimensions d'antenne de 1 m, 3 m et 13 m. L'antenne de 1 m est la seule qui ne nécessite pas d'analyse de brouillage.

Les antennes de grande dimension ont une plus petite ouverture de faisceau et sont donc moins vulnérables aux brouillages.

Dans l'application de la méthode de la Recommandation UIT-R SA.1022, on peut utiliser la fourchette de paramètres de brouillage suivante pour calculer les critères de brouillage:

$$q \text{ (long terme)} = 0,3 \text{ à } 0,6$$

$$q \text{ (court terme)} = 1$$

$$M_{min} \text{ (long terme)} = M_{min} \text{ (court terme)} = 1,2 \text{ dB.}$$

## 5 Service de météorologie par satellite dans la bande 7 450-7 850 MHz

Plusieurs nouveaux systèmes en orbite terrestre basse du service de météorologie par satellite fonctionnent déjà, ou devraient fonctionner, dans la bande 7 450-7 850 MHz. Certains de ces systèmes transmettront des données enregistrées des missions (acquisition de données enregistrées) à la station terrienne de commande et d'acquisition de données (CDA), généralement sur les hautes latitudes nord. Les diamètres de l'antenne de réception de la station terrienne sont généralement d'environ 10 m, ce qui donne un gain d'antenne de 55 dBi. La température du bruit du système de la station terrienne se situe aux alentours de 180 K. On suppose que l'angle d'élévation minimal est de  $5^\circ$ . Le rapport  $E_b/(N_0 + I_0)$  théoriquement requis est de 7,2 dB pour obtenir un TEB de  $10^{-7}$ . On a choisi une largeur de bande de référence de 10 MHz. La hauteur de l'orbite du satellite est de l'ordre de 832 km.

Un autre système pour données à haut débit transmet un signal à 17,49 Mbit/s depuis un satellite situé à 828 km d'altitude. Ce signal est reçu par trois types de stations terriennes dotées d'antennes de 2 m, 3 m et 13 m de diamètre. L'antenne de 2 m de diamètre est la seule pour laquelle aucune analyse de brouillage n'est nécessaire.

Les antennes de plus grande dimension ont une ouverture de faisceau plus réduite et sont donc moins vulnérables aux brouillages.

Dans l'application de la méthode de la Recommandation UIT-R SA.1022, on peut utiliser la fourchette de paramètres de brouillage suivante pour calculer les critères de brouillage:

$$q \text{ (long terme)} = 0,33$$

$$q \text{ (court terme)} = 1$$

$$M_{min} \text{ (long terme)} = M_{min} \text{ (court terme)} = 1,2 \text{ dB.}$$

## 6 Service d'exploration de la Terre par satellite (SETS) dans la bande 8 025-8 400 MHz

Trois systèmes de référence sont envisagés pour les systèmes du SETS fonctionnant dans la bande 8 025-8 400 MHz. Le Système A comprend un satellite placé sur une orbite de 750 km qui transmet des données enregistrées à très haut débit (325 Mbit/s) vers une installation principale d'acquisition de données. Le satellite emploie une antenne isotrope. Le système B comprend un satellite placé sur une orbite de 850 km qui transmet également des données enregistrées à haut débit (200 Mbit/s), mais utilise une antenne directive. Enfin, le Système C comprend un satellite placé sur une orbite de 750 km qui transmet un signal de lecture directe de données à l'aide d'un instrument en temps réel vers plusieurs stations terriennes réparties à faible coût à 20 Mbit/s. Tous ces systèmes emploient la modulation de type MDP-4. Dans l'application de la méthode de la Recommandation UIT-R SA.1022, on peut utiliser la fourchette de paramètres de brouillage suivante pour calculer les critères de brouillage:

$$q \text{ (long terme)} = 0,33 \text{ à } 0,6$$

$$q \text{ (court terme)} = 1$$

$$M_{min} \text{ (long terme)} = M_{min} \text{ (court terme)} = 1,2 \text{ dB.}$$

## 7 SETS dans la bande 25,5-27,0 GHz

Plusieurs systèmes de référence sont également envisagés pour les systèmes du SETS fonctionnant dans la bande 25,5-27,0 GHz. Le système de référence 1 (c'est-à-dire le premier système exploité dans cette bande indiqué dans le Tableau 1) comprend un satellite sur une orbite de 822 km qui transmet dans l'un des deux modes. Le premier mode transmet des signaux de lecture de données enregistrées à très haut débit (1 Gbit/s) vers une installation principale d'acquisition de données. Le second mode transmet des signaux de lecture directe de données à faible débit (40 Mbit/s) vers des stations terriennes réparties à faible coût. Le système de référence 2 se compose d'un satellite placé sur une orbite de 698 km, avec une liaison pour la lecture directe de données à grande vitesse à très haut débit (1 Gbit/s) vers des stations terriennes réparties à faible coût.

Un autre système récent transmet un signal de données enregistrées de missions à 131,2 Mbit/s depuis un satellite placé à 828 km d'altitude.

Dans l'application de la méthode de la Recommandation UIT-R SA.1022, on peut utiliser la fourchette de paramètres de brouillage suivante pour calculer les critères de brouillage:

$$q \text{ (long terme)} = 0,33$$

$$q \text{ (court terme)} = 1$$

$$M_{min} \text{ (long terme)} = M_{min} \text{ (court terme)} = 1,2 \text{ dB.}$$