

RECOMMANDATION UIT-R F.1494

**CRITÈRES DE BROUILLAGES PROPRES À ASSURER LA PROTECTION DU SERVICE
FIXE CONTRE LES DIFFÉRENTS BROUILLAGES, VARIABLES AVEC LE TEMPS,
OCCASIONNÉS PAR D'AUTRES SERVICES PARTAGEANT
LA BANDE 10,7-12,75 GHz À TITRE COPRIMAIRE**

(Question UIT-R 127/9)

(2000)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'il est souhaitable de déterminer des critères susceptibles d'assurer la protection des systèmes du service fixe exploités dans la bande 11/12 GHz (10,7-12,75 GHz) contre les différents brouillages occasionnés par des systèmes exploités à titre coprimaire et tout particulièrement contre les brouillages à court terme;
- b) que dans des configurations de brouillage faisant intervenir des stations spatiales non géostationnaires (non OSG), les systèmes du service fixe peuvent être exposés pendant de brèves périodes de temps à des niveaux de brouillage élevés pouvant avoir une incidence sur la qualité de fonctionnement ou la disponibilité de ces systèmes;
- c) que la caractéristique principale à prendre en compte dans la conception d'une liaison du service fixe exploitée dans la bande 11/12 GHz est l'affaiblissement de propagation par trajets multiples, lequel peut être modélisé par application de la Recommandation UIT-R P.530;
- d) que dans la bande des 11/12 GHz, certaines administrations utilisent parfois sur les liaisons du service fixe des systèmes de commande automatique de puissance de l'émetteur (CAPE), et que le recours à la CAPE peut accroître la sensibilité des systèmes du service fixe, en particulier vis-à-vis des brouillages à court terme;
- e) qu'il n'est pas toujours possible de protéger intégralement certains systèmes du service fixe dont les bilans de liaison ne prévoient qu'une faible marge nette pour les évanouissements contre les brouillages occasionnés par des systèmes à satellites non OSG sans imposer des contraintes excessives à ces services;
- f) qu'en général les liaisons du service fixe faisant intervenir la technologie CAPE nécessitent des critères de protection plus rigoureux que les critères requis dans le cas de liaisons du service fixe prévoyant d'importantes marges pour les évanouissements et ne faisant pas intervenir une CAPE;
- g) qu'il est souhaitable de calculer les critères de protection d'ensemble du service fixe à partir de la dégradation admissible des objectifs en matière d'erreurs en présence de brouillage et par référence aux liaisons du service fixe qui typiquement font intervenir une CAPE;
- h) que la méthode de détermination de la dégradation maximale admissible pour ce qui est des objectifs de qualité en matière d'erreurs en présence de brouillages occasionnés par d'autres services partageant la bande de fréquences considérée à titre coprimaire est exposée dans la Recommandation UIT-R F.1094;
- j) que les Recommandations UIT-R F.1092 et UIT-R F.1189 spécifient les valeurs admissibles d'objectifs de qualité en matière d'erreurs dans le cas d'un conduit numérique à débit constant égal ou supérieur au débit primaire assuré par un faisceau hertzien numérique pouvant faire partie respectivement du tronçon international ou du tronçon national d'un conduit fictif de référence de 27 500 km;
- k) que la dégradation admissible de la qualité de fonctionnement des systèmes du service fixe consécutive aux brouillages occasionnés par d'autres services partageant les mêmes bandes de fréquences à titre primaire, exprimée sous forme de fraction admissible du total de l'objectif de qualité de fonctionnement en matière d'erreurs, est définie dans les Recommandations UIT-R F.1241 et UIT-R F.1398 pour les systèmes du service fixe pouvant faire partie respectivement du tronçon international et du tronçon national d'un conduit fictif de référence de 27 500 km,

reconnaissant

- a) que l'application des critères définis dans la présente recommandation pourrait faire l'objet d'un examen plus approfondi dans le cadre d'études de partage avec d'autres services;
- b) que tout développement ultérieur de la présente recommandation qui pourrait être nécessaire n'appellera vraisemblablement pas de complément d'étude sur le bien-fondé des limites de densité de puissance surfacique applicables aux systèmes à satellites non OSG du service fixe par satellite (SFS) dans cette bande,

recommande

1 d'utiliser les critères de partage suivants pour assurer la protection du service fixe contre les différents brouillages, variant avec le temps, occasionnés par d'autres services exploités à titre coprimaire dans la bande 10,7-12,75 GHz;

1.1 de considérer qu'à court terme, le rapport I/N à l'entrée du récepteur du service fixe ne devra pas dépasser +20 dB;

1.2 de considérer qu'à long terme, la FDP (dégradation relative de la qualité de fonctionnement, définie dans la Recommandation UIT-R F.1108) ou la D_{ltEPO} , (dégradation à long terme pour ce qui est des objectifs de qualité en matière d'erreur) ne devra pas dépasser 10%:

$$D_{ltEPO} \approx \left(0,89 \times \int_{10^{-6}}^1 \frac{I(t)}{N} dt \right) \times 100 \quad \%$$

2 d'utiliser les informations rassemblées dans l'Annexe 1 à titre d'orientation pour l'application de la présente Recommandation.

ANNEXE 1

Calcul des critères de protection contre le brouillage composite du service fixe dans la bande 11/12 GHz

1 Introduction

La présente Annexe a pour objet d'illustrer par des exemples numériques le calcul des critères de brouillage dans la bande 11/12 GHz.

On considère un brouillage d'ensemble occasionné par la totalité des services utilisant la bande à titre coprimaire.

Les exemples (voir la Recommandation ITU-R P.530) font intervenir les types de liaison du service fixe suivants (les marges d'évanouissement sont spécifiées pour un TEB de 1×10^{-3}):

- liaison faisant partie du tronçon international du conduit fictif de référence, marge d'évanouissement: 37 dB ($q_t = 4,2$);
- liaison faisant partie du tronçon international du conduit fictif de référence, marge d'évanouissement: 47 dB ($q_t = 2,2$);
- liaison faisant partie du tronçon national du conduit fictif de référence, marge d'évanouissement: 37 dB ($q_t = 2,2$).

La méthode proposée consiste à calculer la dégradation de la qualité de fonctionnement associée à un critère à court terme donné (soit rapport I/N de 20 dB pendant 1×10^{-4} % du temps), afin de vérifier que ce critère est adéquat, puis à imputer le reste de la marge de brouillage à la composante long terme, par intégration de la distribution des brouillages et des évanouissements.

2 Critère à court terme

La dégradation associée à une valeur donnée de critère de brouillage à court terme (soit rapport $I/N = 20$ dB pour 1×10^{-4} % du temps maximum) est la probabilité d'apparition simultanée de l'effet de ce critère et d'un évanouissement supérieur à la marge d'évanouissement nette (F) définie comme suit:

$$F = \text{Marge d'évanouissement} - CAPE_{fourchette} - I/N \quad \text{dB}$$

où par exemple:

$$CAPE_{fourchette} = 13 \text{ dB}$$

$$I/N = 20 \text{ dB.}$$

La dégradation consécutive à ce brouillage à court terme D_{stEPO} , exprimée en pourcentage de la marge de l'objectif de qualité en matière d'erreur), s'écrit:

$$D_{stEPO} = A\% \times p(I/N \geq 20 \text{ dB})/EPO$$

avec:

EPO : objectif de qualité de fonctionnement en matière d'erreurs

F : marge d'évanouissement nette

$A\% = p(f > F)$: pourcentage de temps de dépassement d'une profondeur d'évanouissement F (voir la Recommandation UIT-R P.530).

Les Tableaux 1 et 2 donnent les résultats de calculs effectués pour les trois liaisons types considérées, compte tenu des objectifs définis en matière de secondes avec erreurs et de secondes avec beaucoup d'erreurs. Les calculs montrent que le critère de brouillage à court terme proposé ($I/N = 20$ dB pendant $1 \times 10^{-4}\%$ du temps) n'entraîne jamais une dégradation de la qualité de fonctionnement en matière d'erreurs recherchée supérieure à 10%, valeur correspondant à la dégradation maximale admissible compte tenu du total des brouillages considérés, et que, exception faite d'un cas, la dégradation est très inférieure à 1%, ce qui représente une imputation de respectivement 10% et 90% pour le court terme et le long terme.

Il convient de noter que, en ce qui concerne la liaison internationale à marge d'évanouissement de 37 dB, qui représente déjà le cas le plus défavorable puisque l'on obtient dans ce cas une valeur de q_i de 4,2 dB, le pourcentage tombe à 1,2% si l'on abaisse la fourchette de valeurs CAPE à 12 dB (au lieu de 13 dB).

TABLEAU 1

	Liaison faisant partie d'un tronçon international		Liaison faisant partie d'un tronçon national
Marge d'évanouissement (seconde avec beaucoup d'erreurs) (dB)	37	47	37
Marge d'évanouissement – 1 dB (seconde avec beaucoup d'erreurs) (dB)	36	46	36
Marge nette (seconde avec beaucoup d'erreurs) (dB)	3	13 + 13	3
$A = \%$ d'évanouissement > marge nette (%)	3,3	$1,2 \times 10^{-2}$	6,7
Probabilité d'occurrence = $A \times 10^{-4}$ (%)	$3,3 \times 10^{-6}$	$1,2 \times 10^{-8}$	$6,7 \times 10^{-6}$
EPO totale admissible pour la liaison (%)	$1,2 \times 10^{-4}$	$1,2 \times 10^{-4}$	$7,5 \times 10^{-3}$
Dégradation (D_{stEPO}) (%)	2,7	0,01	0,09

TABLEAU 2

	Liaison faisant partie d'un tronçon international		Liaison faisant partie d'un tronçon national
Marge d'évanouissement (seconde avec d'erreurs) (dB)	37	47	37
Marge d'évanouissement – 5 dB (seconde avec erreurs) (dB)	32	42	32
Marge nette (seconde avec erreurs) (dB)	0	9	0
$A = \%$ d'évanouissement > marge nette (%)	63	$5,2 \times 10^{-1}$	63
Probabilité d'occurrence = $A \times 10^{-4}$ (%)	$6,3 \times 10^{-5}$	$5,2 \times 10^{-7}$	$6,3 \times 10^{-5}$
EPO totale admissible pour la liaison (%)	$9,6 \times 10^{-3}$	$9,6 \times 10^{-3}$	6×10^{-1}
Dégradation (D_{stEPO}) (%)	0,65	0,005	0,01

Par ailleurs, le faible pourcentage de temps associé à ce critère équivalant à moins de 3 s/mois, le niveau du rapport I/N (20 dB) correspondant à ce critère peut être considéré comme une limite stricte.

3 Critères de brouillage à long terme

Sur la base des considérations qui précèdent, il est proposé, dans le cas où des valeurs du rapport I/N n'atteignent jamais le niveau maximum du brouillage à court terme (+20 dB), d'imputer la totalité de la marge prévue pour les brouillages (10%) aux brouillages à long terme. Dans le cas particulier où les valeurs du rapport I/N atteignent un maximum de +20 dB (sans toutefois dépasser ce seuil), on propose de calculer les critères de brouillage à long terme en soustrayant la dégradation de l'EPO due aux brouillages à court terme, soit D_{stEPO} , du total de la marge prévue pour les brouillages (10%). Par exemple, si l'on reprend le cas le plus défavorable du Tableau 2 (liaison internationale, marge d'évanouissement 37 dB), on obtient alors pour objectif à long terme la valeur: $10 - 2,7 = 7,3\%$.

On peut ensuite estimer la dégradation due aux brouillages à long terme D_{ltEPO} , avec la méthode de la dégradation relative de la qualité de fonctionnement (méthode FDP) (voir la Recommandation UIT-R F.1108) ou en utilisant l'équation suivante:

$$D_{ltEPO} \approx \left(0,89 \times \int_{10^{-6}}^1 \frac{I(t)}{N} dt \right) \times 100 \quad \%$$

4 Observations relatives au système CAPE dans le cas des critères de brouillage à long terme

Si le critère de FDP spécifié dans la Recommandation UIT-R F.1108 peut suffire dans le cas de récepteurs sans CAPE, un complément d'étude pourrait s'avérer nécessaire dans le cas de FDP des récepteurs dotés d'un système CAPE lorsque les valeurs du rapport I/N dépassent la fourchette de fonctionnement à pleine puissance, A_w , du système CAPE. Par définition, cette fourchette de fonctionnement à pleine puissance s'exprime comme suit:

$$A_w = \text{Marge d'évanouissement} - A_{fourchette} - A_{seuil}$$

Dans le cas de récepteurs dotés d'un système CAPE, on peut démontrer que la FDP répond à l'équation suivante:

$$FDP = FDP_0 + \Delta FDP$$

dans laquelle la FDP_0 correspond à la FDP normale calculée selon la Recommandation UIT-R F.1108 et exprimée ici comme suit:

$$FDP_0 = \sum_{\text{Tous } k} f_k (i/n)_k$$

tandis que la contribution du système CAPE et des brouillages est donnée par:

$$\Delta FDP = (10^{0,1A_w} - 1) \sum_{k > k_c} f_k (1 + (i/n)_k)$$

On suppose ici que $(i/n)_{k+1}$ est supérieur à $(i/n)_k$ et que k_c est la valeur maximale d'indice pour laquelle:

$$10 \log (1 + (i/n)_k) < A_w$$

Certains calculs montrent que, pour les cas considérés, un critère additionnel à long terme selon lequel le rapport I/N ne devrait pas dépasser 15 dB pendant plus de 0,001% de temps donnerait une dégradation additionnelle, ΔFDP , d'environ 1%. Ainsi, ce critère I/N limiterait à environ 1% la contrainte de partage des récepteurs dotés d'une commande CAPE.

Il existe une autre méthode pour déterminer D_{UEPO} dans le cas de récepteurs à commande CAPE:

$$D_{UEPO} \approx \left[0,89 \times \left(\int_{t_f}^1 \frac{I(t)}{N} dt + 10^{0,1A_w} \int_{10^{-6}}^{t_f} \frac{I(t)}{N} dt \right) \right] \times 100 \quad \%$$

où:

$I(t)$: puissance du signal brouilleur, (W) qui est dépassée pendant le pourcentage de temps t

t_f : pourcentage de temps pendant lequel le rapport $I(t)/N$ (dB) dépasse A_w .

Enfin, il convient de noter que, dans certains des cas où les valeurs du rapport I/N sont élevées, les critères à long terme décrits au § 3 peuvent conférer au service fixe la protection requise.
