

RECOMMANDATION UIT-R IS.1143

**MÉTHODE SYSTÉMIQUE DE COORDINATION DES STATIONS SPATIALES
NON GÉOSTATIONNAIRES (ESPACE-TERRE) DU SERVICE MOBILE
PAR SATELLITE AVEC LES SYSTÈMES DU SERVICE FIXE**

(Question UIT-R 202/2)

(1995)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que certaines bandes de fréquences attribuées au service mobile par satellite (SMS) (espace-Terre) sont utilisées en partage, à titre primaire et avec égalité des droits, avec le service fixe (SF) dans la gamme 1-3 GHz;
- b) que les systèmes non géostationnaires du SMS possèdent chacun des caractéristiques propres, notamment pour ce qui est de leurs paramètres d'orbite, de leurs caractéristiques d'émission, de leur altitude et de leur angle d'élévation;
- c) que grâce à ces caractéristiques, il est éventuellement possible d'améliorer l'utilisation en partage des bandes de fréquences mentionnées avec les systèmes du SF lorsque sont dépassés les seuils fixés dans la Recommandation UIT-R IS.1141;
- d) qu'il existe des méthodes analytiques, des critères de brouillage et des caractéristiques de système pour décrire les systèmes du SF exploités dans les bandes utilisées en partage;

recommande

- 1** d'utiliser la méthode systémique exposée dans l'Annexe 1 pour estimer le besoin de coordonner les réseaux non géostationnaires du SMS (espace-Terre) avec les assignations du SF:
 - a) dans les bandes de fréquences 1 492-1 525 MHz, 1 525-1 530 MHz, 2 160-2 170 MHz, 2 170-2 200 MHz, 2 483,5-2 500 MHz et 2 500-2 535 MHz;
 - b) lorsque les seuils fixés dans la Recommandation UIT-R IS.1141 sont dépassés, suivant les paramètres de référence du SF indiqués dans l'Annexe 2 et suivant les critères mentionnés dans l'Annexe 1;
- 2** d'utiliser éventuellement, lors d'une coordination poussée, la méthode exposée dans l'Annexe 3 pour estimer le niveau de brouillage causé aux liaisons existantes du SF.

ANNEXE 1*

**Méthode systémique à utiliser pour déterminer le besoin de coordination
des systèmes non géostationnaires du SMS avec les systèmes du SF dans
les bandes attribuées au SMS (espace-Terre)****1 Introduction**

Une administration exploitant ou prévoyant d'exploiter des réseaux de Terre du SF est considérée comme potentiellement affectée par les émissions de stations spatiales non géostationnaires du SMS si les seuils de coordination applicables aux systèmes analogiques et/ou numériques du SF fixés dans la Recommandation UIT-R IS.1141 sont dépassés.

* Le programme informatique normalisé doit être développé avec la participation conjointe des experts de la Commission d'études 8 des radiocommunications (mobile par satellite) et de la Commission d'études 9 des radiocommunications (fixe). La méthodologie décrite dans cette Annexe sera alors susceptible de devoir être remise à jour pour tenir compte de ce travail.

Le programme informatique normalisé (PIN) doit être développé pour estimer de manière poussée le besoin de coordonner les fréquences assignées à des stations spatiales émettrices non géostationnaires du SMS avec les fréquences assignées à des stations réceptrices du SF appartenant à un réseau du SF d'une administration potentiellement affectée. Le PIN tient compte en effet des caractéristiques spécifiques du système à satellites non géostationnaires du SMS et des caractéristiques de référence du SF. Dans la suite de la présente Annexe, toute mention aux caractéristiques du SF sera comprise comme renvoyant aux caractéristiques de référence de ce service.

Le PIN demande en entrée une caractérisation du système de référence du SF ainsi que du système à satellites non géostationnaires du SMS (voir le § 2).

Il utilise la méthode décrite au § 3, sur la base des données précédentes, les statistiques pertinentes du brouillage causé par la constellation de satellites non géostationnaires du SMS au système de référence du SF (voir ci-dessus).

Si les niveaux de brouillage maximum applicables mentionnés au § 4 ne sont pas excédés, la coordination n'est alors pas considérée comme nécessaire (sauf avis contraire ultérieur de la part de l'administration responsable des systèmes du SF).

2 Spécification des données du SF et du SMS

2.1 Détermination du pire azimut de pointage du SF

Pour une constellation donnée de satellites non géostationnaires du SMS et pour une station du SF victime à une latitude donnée, il est possible de déterminer l'azimut de pointage le plus défavorable pour la station du SF auquel correspond le risque de brouillage maximum qu'elle peut recevoir de la part des satellites. Pour une administration donnée, le PIN est appliqué pour le pire azimut de pointage pour le SF, selon un échantillon approprié de latitudes (par exemple tous les 5°) couvrant la plage de latitudes occupée par le territoire de cette administration. Autrement, il serait possible, au besoin, de prendre en considération d'autres cas représentant tous les azimuts (par exemple, par incrément de 5° ou de 10°).

2.2 Données concernant les systèmes analogiques du SF

On suppose l'existence de $M = 51$ stations analogiques disséminées sur une liaison complète dont le centre passe par une latitude donnée selon une direction correspondant au pire azimut pour la constellation de satellites non géostationnaires du SMS. La ligne couvre une distance de $D = 2\,500$ km et les stations sont espacées exactement tous les $d = 50$ km. L'azimut pour chaque station correspond au pire azimut donné, plus un angle variable uniformément réparti entre $V = \pm 12,5^\circ$. On suppose que chaque station du SF utilise une antenne à gain élevé pointée sur la station suivante selon un angle d'élévation de 0° . Le gain d'antenne des stations point à point du SF est conforme au diagramme d'antenne (gain dans les lobes latéraux moyennés) défini dans la Note 6 de la Recommandation UIT-R F.699.

On considère que les caractéristiques du système analogique de référence du SF correspondent aux caractéristiques définies à l'Annexe 2, ou, si elles sont disponibles aux caractéristiques du SF notifiées au BR par l'administration et conservées dans la base de données du BR.

2.3 Données concernant les systèmes numériques du SF

Dans ce cas, un seul récepteur SF numérique est nécessaire à l'analyse, et non plus une liaison complète. La station du SF est située à une latitude donnée dans la direction du pire azimut. On suppose qu'elle utilise une antenne dont l'angle d'élévation est de 0° . Le gain d'antenne de cette station est conforme au diagramme d'antenne (gain dans les lobes latéraux moyennés) défini dans la Note 6 de la Recommandation UIT-R F.699.

On considère que les caractéristiques du système numérique de référence du SF correspondent aux caractéristiques décrites dans l'Appendice 1 de l'Annexe 2, ou, si elles sont disponibles aux caractéristiques du SF notifiées au BR par l'administration et conservées dans la base de données du BR.

Dans certaines bandes, il convient également peut-être de prendre en considération les systèmes point à multipoint utilisant des antennes équidirectives en azimut. Les diagrammes d'antenne qui devront être utilisés pour ces systèmes sont à l'étude au Groupe de travail 9B. Quant à savoir si ces systèmes doivent être inclus dans le PIN, la question demande à être approfondie.

2.4 Données à utiliser concernant les systèmes à satellites non géostationnaires du SMS

L'administration responsable du système à satellites non géostationnaires du SMS doit fournir les informations suivantes (en plus de celles indiquées à l'Appendice 3 de l'Annexe 2):

2.4.1 Informations complètes pour caractériser les paramètres de l'orbite de chaque satellite de la constellation (c'est-à-dire altitude orbitale, inclinaison orbitale, ascension droite du noeud ascendant, argument du périégée, anomalie moyenne, mouvement moyen et période) suivant un repère approprié de coordonnées inertielles de référence.

2.4.2 Informations complètes pour caractériser le diagramme d'antenne (gain maximum, diagramme hors axe et polarisation) de chaque faisceau de chaque satellite de la constellation. Les diagrammes d'antenne des faisceaux du satellite du SMS peuvent, par exemple, être caractérisés par une décroissance parabolique avec un plancher, ou par un des diagrammes d'antenne de satellite applicables au sens des dispositions de la Conférence administrative mondiale des radiocommunications sur l'utilisation de l'orbite des satellites géostationnaires et la planification des services spatiaux utilisant cette orbite (Genève, 1988) (CAMR-ORB-88) ou la Conférence administrative mondiale des radiocommunications pour la radiodiffusion par satellite (Genève, 1977) (CAMR RS-77), ou encore par un des diagrammes indiqués dans la Recommandation UIT-R S.672.

2.4.3 Informations complètes sur la densité maximale de p.i.r.e./4 kHz ou 1 MHz de tout faisceau actif dont les fréquences porteuses risquent de chevaucher celles du récepteur SF supposé d'un quelconque satellite à tous les instants échantillons pendant lesquels un satellite donné est visible du système SF. Ces informations devraient implicitement refléter les plans de réutilisation des fréquences intrasatellites et intersatellites ainsi que le volume de trafic des faisceaux du satellite compte tenu de la distribution géographique du trafic prévue pour le système du SMS.

Il convient d'élaborer, outre la méthode d'application, une interface fichier appropriée pour entrer ces données dans le PIN.

En général, si on utilise dans la constellation des satellites non géostationnaires du SMS un système d'accès AMRC-AMRF, tous les faisceaux de tous les satellites visibles peuvent alors, potentiellement, utiliser le même canal; par contre, si on utilise un système d'accès AMRT-AMRF ou AMRF, seul un sous-ensemble des faisceaux des satellites visibles fonctionnera alors dans le même canal.

2.4.4 En l'absence des informations visées au § 2.4.3 ci-dessus, on doit supposer que chaque faisceau ponctuel de chaque satellite présente un chevauchement de fréquences avec celles du récepteur SF et de le charger à un niveau donné:

- a) soit par le volume de trafic maximum du SMS (MAX), correspondant au pire cas absolu, pour un faisceau quelconque (ce qui entraînerait une surestimation considérable de la puissance de brouillage auquel serait soumis le système SF);
- b) soit par le volume de trafic moyen du SMS (MEAN) pour un faisceau quelconque, volume obtenu en divisant la capacité totale de trafic maximum instantané du satellite par le nombre de faisceaux ponctuels du satellite (ce qui entraînerait une sous-estimation de la puissance de brouillage auquel serait soumis le système SF);
- c) soit par une variation aléatoire entre les niveaux MAX et MEAN ci-dessus (solution intermédiaire entre celles exposées aux § a) et b) qui permettrait de refléter plus exactement la puissance de brouillage que subirait le système SF).

2.4.5 Dans le cas de systèmes à satellites non géostationnaires du SMS utilisant l'accès AMRC-AMRF, tous les satellites visibles pourraient être pris en considération dans le calcul du brouillage cumulé causé à la station SF affectée. Dans le cas de systèmes à satellites non géostationnaires du SMS utilisant l'accès AMRT-AMRF ou AMRF, un seul satellite choisi au hasard parmi les satellites visibles ou celui à l'angle d'élévation le plus grand pourrait être pris en considération dans le calcul du brouillage cumulé causé à la station SF affectée.

Un complément d'étude sera nécessaire pour définir les dispositions des § 2.4.3 à 2.4.5.

3 Méthode de calcul du brouillage

Le PIN simule le brouillage causé au réseau du SF par la ou les constellations de satellites non géostationnaires de la manière indiquée ci-dessous.

Le programme calcule les vecteurs de position et de vitesse des satellites du système à satellites non géostationnaires et des stations du système SF à chaque intervalle de temps.

A chaque instant échantillon, le PIN calcule la puissance brouilleuse totale exercée sur chaque station affectée du SF par tous les faisceaux actifs, dont les fréquences porteuses actives chevauchent la largeur de bande du récepteur de la station SF donnée, de tous les satellites du SMS visibles ou de certains choisis de manière appropriée. La puissance de brouillage cumulée provenant de tous les faisceaux actifs de tous les satellites visibles de la ou des stations du SF est déterminée à l'aide de l'équation suivante:

$$I = \sum_{k=1}^M \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^S \frac{E_{ijk}}{L_{ik}} G^3(\alpha_{ijk}) G^4(\theta_{ik}) \frac{B_w}{B_i} \frac{1}{F_k} \frac{1}{P_{ik} A} \quad (1)$$

où:

- I : puissance de brouillage (W)
- i : 1 des N satellites visibles de la k^{e} station du SF considérée
- j : 1 des S faisceaux actifs du satellite du SMS visible choisi dont des fréquences chevauchent celles du récepteur de la station du SF considérée
- k : 1 des M stations du SF
- E_{ijk} : densité maximale de p.i.r.e. par largeur de bande de référence en entrée à l'antenne pour le j^{e} faisceau actif, dans sa direction de visée, du i^{e} satellite visible choisi (W/largeur de bande de référence)
- B_i : largeur de bande de référence correspondant au signal brouilleur émis par le faisceau actif j du i^{e} satellite visible choisi (kHz)
- $G^3(\alpha_{ijk})$: discrimination d'antenne du j^{e} faisceau actif du i^{e} satellite visible choisi émettant en direction de la k^{e} station du SF
- α_{ijk} : angle (degrés) compris entre le vecteur de pointage de l'axe de visée du j^{e} faisceau ponctuel actif du i^{e} satellite visible choisi et la k^{e} station du SF
- L_{ik} : affaiblissement en espace libre à la fréquence de référence donnée des signaux émis par le i^{e} satellite visible choisi en direction de la k^{e} station du SF
- $G^4(\theta_{ik})$: gain d'antenne de la k^{e} station du SF dans la direction du i^{e} satellite visible choisi
- θ_{ik} : angle (degrés) compris entre le vecteur de pointage de l'antenne de la k^{e} station, du SF et le vecteur de distance entre la k^{e} station du SF et le i^{e} satellite visible choisi
- B_w : largeur de bande du récepteur de la station du SF affectée
- A : facteur utilisé pour établir une valeur moyenne afin de tenir compte de la variabilité des paramètres du SMS (fréquences porteuses, puissance ou temps)
- F_k : affaiblissement de la ligne d'alimentation pour la k^{e} station du SF
- P_{ik} : avantage de la polarisation entre le i^{e} satellite du SMS et la k^{e} station du SF.

Il est possible d'appliquer le facteur A pour refléter les variations dynamiques de fréquence, de temps ou de puissance des niveaux de trafic du SMS dans une largeur de bande de référence donnée (dues, par exemple, à l'utilisation de la commande par la voix, au cycle utile, au contrôle du niveau de puissance, etc., selon ce qui s'applique au système non OSG du SMS concerné). Une étude ultérieure devra être consacrée à cette question.

L'avantage de la polarisation P_{ik} de 3 dB doit être utilisé uniquement si le vecteur distance entre la k^{e} station du SF et le i^{e} satellite du SMS se situe à l'intérieur de la largeur de bande de 3 dB du vecteur de pointage de l'antenne du SF.

4 Critères de brouillage applicables

4.1 SF analogique

Le PIN calcule la statistique de brouillage en fonction de la puissance de bruit cumulée pour toutes les stations et à chaque point d'échantillon. Cette statistique indique la probabilité pour cette puissance de bruit reçue d'excéder un niveau de brouillage donné.

La méthode décrite à l'Annexe 3 à la Recommandation UIT-R F.1108, qui se fonde en partie sur la Recommandation UIT-R FS.766, peut être utilisée pour ce faire, avec les paramètres suivants:

N_T : puissance de bruit thermique introduite dans un canal téléphonique de 4 kHz d'une station = 25 pW, pondérée psophométriquement en un point de niveau relatif zéro (pW0p)

T : température de bruit du système de réception de la station (K)

L_f : affaiblissement de la ligne d'alimentation (dB).

Pour savoir si la coordination est nécessaire ou non, on compare la distribution de la puissance de brouillage à un masque composé de deux objectifs de brouillage, l'un à long terme et l'autre à court terme, fixés dans la Recommandation UIT-R F.357.

4.2 Système numérique du SF

Dans le cas du système numérique du SF, le PIN calcule la dégradation relative de la qualité de fonctionnement (FDP) pour la station numérique conformément à l'Annexe 2 de la Recommandation UIT-R F.1108:

$$FDP = \sum_{I_i = \min}^{\max} \frac{I_i f_i}{N_T} \quad (2)$$

où:

I_i : puissance de brouillage dans la largeur de bande du récepteur du SF, B_w

f_i : fraction de temps pendant laquelle la puissance de brouillage est égale à I_i

N_T : puissance de bruit du système récepteur de la station = $k T B_w$ (W)

où:

k : constante de Boltzmann

T : température de bruit (K) du système récepteur de la station

B_w : largeur de bande du récepteur du SF (kHz)
(habituellement $B_w = 1$ MHz).

Pour voir si la coordination est nécessaire ou non en ce qui concerne les systèmes numériques du SF, on compare la FDP calculée au critère applicable de 25%.

ANNEXE 2

Caractéristiques de référence de systèmes du SF dans la gamme 1-3 GHz à utiliser dans des analyses de partage avec d'autres services

1 Introduction

Les Appendices suivants fixent les caractéristiques de systèmes du SF, fonctionnant dans la gamme 1-3 GHz, qui peuvent être utilisées pour effectuer des analyses de partage entre des stations du SF et des stations d'autres services. Les paramètres types et les paramètres des systèmes les plus sensibles sont, lorsqu'il y a lieu, présentés en détail.

Appendice 1 – Caractéristiques des systèmes point à point numériques

Appendice 2 – Caractéristiques des systèmes point à point analogiques

Appendice 3 – Caractéristiques des systèmes point à multipoint.

Il convient de noter que les systèmes numériques du SF sont en règle générale plus sensibles aux brouillages que les systèmes analogiques et que les nouvelles installations de systèmes SF seront essentiellement numériques. Une analyse de partage devrait donc porter essentiellement, mais pas exclusivement, sur les caractéristiques des systèmes numériques et sur les niveaux de protection exigés.

Il convient de noter en outre que les paramètres des systèmes à diffusion troposphérique sont décrits en détail dans la Recommandation UIT-R F.758, au Tableau 6 pour la bande 1,7-2,45 GHz et au Tableau 7 pour la bande 2,45-2,69 GHz.

2 Utilisation du contrôle automatique de puissance dans les systèmes numériques

Le contrôle automatique de puissance (CAP) a été mis en oeuvre pour faciliter le partage et la coordination intraservice par une réduction de la puissance d'émission. Dans des conditions d'évanouissement, le niveau de puissance s'élève brièvement pour en compenser l'effet. Deux problèmes sont liés à l'utilisation du CAP pour lutter contre les brouillages. En premier lieu, il n'apparaît pas probable que la durée totale possible des brouillages émis par des réseaux à satellites non géostationnaires soit considérée comme courte. Toute opération de coordination intraservice fondée sur des niveaux de puissance peu élevés serait donc inappropriée. Les niveaux de puissance plus élevés qu'il faudrait donc utiliser aux fins de coordination entre des systèmes du SF rendraient le partage beaucoup plus difficile. En outre, la puissance d'émission plus élevée du SF compliquerait d'autres aspects du partage interservices et notamment la question des brouillages subis par les liaisons montantes des réseaux à satellites non géostationnaires. En deuxième lieu, le problème peut-être le plus important est qu'il n'existe pas pour l'heure de méthode pratique pour détecter les brouillages et pour déclencher en conséquence le CAP. Un accroissement d'une marge de liaison au-delà des pratiques techniques actuelles n'est pas considéré comme une méthode appropriée pour améliorer la résistance aux brouillages et risque en outre de compliquer d'autres questions de partage interservices.

APPENDICE 1

DE L'ANNEXE 2

Caractéristiques des systèmes point à point numériques

Le Tableau 1 décrit trois systèmes numériques différents qui devraient être utilisés pour des études de compatibilité, étant donné qu'ils représentent trois utilisations différentes de systèmes du SF:

- capacité de 64 kbit/s utilisée, par exemple, pour les installations extérieures (connexion d'abonné);
- capacité de 2 Mbit/s utilisée, par exemple, pour des connexions d'abonnés professionnels ou pour la partie locale d'une installation intérieure;
- capacité de 45 Mbit/s utilisée, par exemple, pour les réseaux interurbains.

Ces valeurs de brouillage (à long terme) correspondent à un recul de seuil du récepteur de 1 dB ou moins.

Comme il est indiqué dans la Recommandation UIT-R F.758 (Annexe 2, § 4, Note 1), il convient d'observer que pour simplifier le Tableau 1, seul le niveau de la porteuse brouilleuse correspondant au TEB de 1×10^{-3} est inclus. Les objectifs aux TEB de 1×10^{-6} et 1×10^{-10} sont également importants, car ils sont utilisés pour l'évaluation de la dégradation admissible de la qualité. Le niveau de porteuse correspondant à un TEB de 1×10^{-6} est normalement de 4 dB environ supérieur au niveau correspondant à un TEB de $\times 10^{-3}$; la différence de niveau de porteuse entre les points TEB de 1×10^{-6} et TEB de 1×10^{-10} est aussi de 4 dB environ.

Il faut signaler que, lorsque l'on prend en considération la puissance spectrale maximale pour un brouillage sur longue durée, les trois valeurs sont sensiblement identiques (la différence n'est que de 4 dB) et sont analogues aux valeurs indiquées dans la Recommandation UIT-R F.758.

TABLEAU 1

Capacité	64 kbit/s	2 Mbit/s	45 Mbit/s
Modulation	MDP-4	MDP-8	MAQ-64
Gain d'antenne (dB)	33	33	33
Puissance d'émission (dBW)	7	7	1
Affaiblissement en alimentation/multiplexage (dB)	2	2	2
p.i.r.e. (dBW)	38	38	32
Largeur de bande FI du récepteur (MHz)	0,032	0,7	10
Facteur de bruit du récepteur (dB)	4	4,5	4
Niveau d'entrée du récepteur pour un TEB de 1×10^{-3} (dBW)	-137	-120	-106
Brouillage maximum à long terme			
– Puissance totale (dBW)	-165	-151	-136
– Densité spectrale de puissance (dB(W/4kHz))	-174	-173	-170

Diagramme d'antenne pour le service fixe

Se reporter à la Recommandation UIT-R F.699.

APPENDICE 2

DE L'ANNEXE 2

Caractéristiques des systèmes point à point analogiques

Les types de systèmes point à point analogiques fonctionnant dans la bande 1-3 GHz comprennent les liaisons de téléphonie, de télévision à modulation de fréquence et les liaisons de reportage électronique. Les caractéristiques de référence sont extraites des Tableaux 5, 6 et 7 de la Recommandation UIT-R F.758, du Tableau 1 de la Recommandation UIT-R F.759 et de la Recommandation UIT-R SF.358; qui décrivent le circuit de référence analogique fictif qui est actuellement utilisé pour les études de partage de l'UIT-R.

1 Caractéristiques types des systèmes SF analogiques fonctionnant dans la bande 1-3 GHz

Caractéristique de l'enveloppe de l'antenne: voir la Recommandation F.699

Gain d'antenne: 33 dBi

p.i.r.e.: 36 dBW

Valeur du bruit du récepteur (à l'entrée du récepteur): 8 dB

Limite de brouillage sur longue durée par liaison (20% du temps): -170 dB(W/4 kHz)

2 Caractéristiques du circuit de référence analogique fictif utilisé par l'UIT-R

Longueur des bonds: 50 km

Nombre de bonds: 50

Gain d'antenne: 33 dBi

Affaiblissement sur la ligne d'alimentation: 3 dB

Facteur du bruit du récepteur (à l'entrée du récepteur): 8 dB

Limite de la puissance de bruit en bande de base sur le trajet total: 1 000 pWOp.

APPENDICE 3

DE L'ANNEXE 2

Caractéristiques des systèmes point à multipoint

L'information présentée ci-dessous décrit succinctement les paramètres fondamentaux, types et correspondant au pire cas, qui doivent être utilisés dans des études de partage entre des systèmes point à multipoint (P-MP) et d'autres systèmes, dans la gamme de fréquences 1-3 GHz.

Paramètres de partage fondamentaux pour des systèmes P-MP dans la gamme de fréquences 1-3 GHz.

Les caractéristiques des systèmes P-MP mis en service actuellement en vue de leur utilisation par accès local par au moins une administration sont résumées au Tableau 4. Ces systèmes sont destinés à fonctionner dans les bandes de fréquences 2 025-2 110 MHz et 2 200-2 290 MHz.

Les caractéristiques d'un autre système P-MP ayant valeur d'exemple sont résumées dans le Tableau 5 et dans la Fig. 1. Les systèmes de ce type sont conçus pour être exploités dans les bandes de fréquences 2 076-2 111 MHz et 2 300-2 400 MHz.

En l'absence de plus amples informations concernant le diagramme d'antenne des stations périphériques, il convient de se référer au diagramme de référence établi dans la Recommandation UIT-R F.699.

En outre, en attendant qu'une Recommandation soit élaborée sur le diagramme de rayonnement de référence applicable aux antennes équidirectives, il est conseillé d'utiliser le diagramme suivant:

$$G(\theta) = G_0 - 12(\theta / \varphi_3)^2 \quad \text{dBi} \quad \text{pour } 0^\circ \leq \theta < \varphi_3 \quad (3a)$$

$$G(\theta) = G_0 - 12 - 10 \log (\theta / \varphi_3) \quad \text{dBi} \quad \text{pour } \varphi_3 \leq \theta < 90^\circ \quad (3b)$$

où:

G_0 : gain maximum dans le plan horizontal (dBi)

θ : angle de rayonnement au-dessus du plan horizontal (degrés)

φ_3 : (degrés) est donné par:

$$\varphi_3 = \frac{1}{\alpha^2 - 0,818} \quad \text{degrés} \quad (4a)$$

$$\alpha = \frac{10^{0,1G_0} + 172,4}{191,0} \quad (4b)$$

Les équations (3a) et (3b) ont été obtenues en supposant que l'antenne équidirective est un dispositif linéaire de n éléments rayonnant latéralement et que les éléments sont espacés de $3\lambda/4$.

Le diagramme de rayonnement de référence établi dans l'équation (3) s'est révélé se rapprocher de façon satisfaisante du diagramme de rayonnement théorique applicable aux antennes équidirectives, possédant un gain maximum dans le plan horizontal compris entre 10 et 13 dBi. Un complément d'étude devra être effectué pour démontrer l'adéquation du diagramme pour des antennes dont les gains se situeraient à l'extérieur de la fourchette indiquée ci-dessus et pour comparer le diagramme de référence avec des diagrammes d'antenne mesurés.

TABLEAU 2

Caractéristiques types

Paramètre	Station centrale	Station distante
Type d'antenne	Equidirective/Secteur	Parabolique/Cornet
Gain d'antenne (dBi)	10/17	20 Analogique 27 Numérique
p.i.r.e. (max.) (dBW)		
– Analogique	12	21
– Numérique	24	34
Largeur de bande FI (MHz)	3,5	3,5
Puissance de brouillage maximale admissible à long terme (20% du temps)		
– Total (dBW)	-142	-142
– dB(W/4 kHz)	-170	-170
– dB(W/MHz)	-147	-147

TABLEAU 3

Caractéristiques du pire cas

Paramètre	Station centrale	Station distante
Type d'antenne	Equidirective/Secteur	Parabolique/Cornet
Gain d'antenne (dBi)	13/21 ⁽¹⁾	27/12
p.i.r.e. (max.) (dBW)		
– Analogique	23	23
– Numérique	24	34
Largeur de bande FI (MHz)	6 ⁽²⁾	6 ⁽²⁾

(1) Une antenne de 2 dBi est utilisée dans certains pays dans la bande 1 452-1 492 MHz.

(2) Largeurs de bande de 6 MHz utilisées par des systèmes AMDSB MVDS aux Etats-Unis d'Amérique dans les bandes de fréquences 2 150-2 162 MHz et 2 500-2 690 MHz.

TABLEAU 4

Caractéristiques d'un système hertzien type à accès local AMRC

Bande de fréquences (GHz)	2	
Type de système	Fixe point à multipoint (AMRC)	
Débit d'émission RF (kbit/s)	2 048	
Modulation	MDP-4	
	Station centrale	Station périphérique
Puissance d'émission (dBW)	-10,0 (par station distante)	-10,0
Polarisation d'antenne	Verticale	Verticale
Gain maximum d'antenne (dBi)	10	9
Affaiblissement sur la ligne d'alimentation (dB)	3,5	0
p.i.r.e. maximale (dBW)	-3,5/station distante ⁽¹⁾	-1,0 ⁽²⁾
Largeur de bande FI du récepteur (MHz)	3,2	3,2
Bruit thermique du récepteur (dBW)	-134,0	-134,0
Seuil du récepteur (TEB de 1×10^{-7}) ⁽³⁾ (dBW)	-135,0	-135,0
Puissance de brouillage maximale à long terme (dB(W/MHz))	-150,0	-150,0
Objectif de disponibilité	99,99% du temps	99,99% du temps
Marge d'évanouissement type (dB)	< 20	< 20
Longueur du trajet (km)	1-15	1-15

(1) p.i.r.e. maximale: 8,5 dBW.

(2) Le contrôle automatique de puissance étant utilisé, les puissances types peuvent être de 0 à 20 dB inférieures.

(3) Niveau de signal type pour un système comptant 15 stations distantes.

TABLEAU 5

Caractéristiques d'un exemple de système de distribution multipoint

Bandes de fréquences (MHz)	2 076-2 111 y 2 300-2 400		
Type de système	Fixe point à multipoint		
Modulation	Non précisé - principalement PAL-B		
Largeur du canal (MHz)	7		
Masque d'émission	Voir la Fig. 1		
	Station principale	Station de répéteurs	Station distante
p.i.r.e. (max.) (dBW) ⁽¹⁾	30 ⁽¹⁾	< 30 ⁽¹⁾	Uniquement réception
Type d'antenne	Equidirective dans le plan horizontal	Directive	Directive

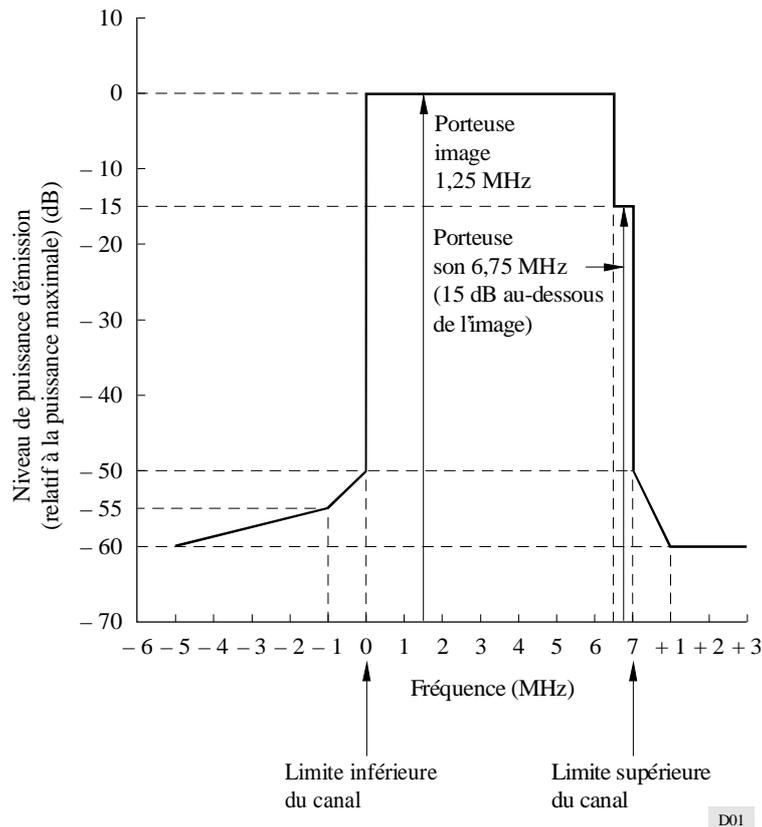
(1) La puissance d'émission, à des angles d'élévation de 5°, ou plus, au-dessus du plan horizontal, ne doit pas excéder les limites de p.i.r.e. suivantes:

- 100 W à 5°, décroissant linéairement pour atteindre 31,6 W à 10°;
- 31,6 W entre 10° et 15°;
- 31,6 W à 15°, décroissant linéairement pour atteindre 10 W à 20°; et
- 10 W entre 20° et 90°.

NOTE 1 – Le niveau de coordination nécessaire à la protection de récepteurs de systèmes de distribution multipoint se trouvant en un point quelconque à l'intérieur de la zone de service est de $-146,2 \text{ dB}(\text{W}/(\text{m}^2 \cdot 4 \text{ kHz}))$.

La Fig. 1 présente le masque d'émission. L'emplacement indiqué pour les porteuses image et son s'applique lorsque le signal de télévision analogique PAL est émis. D'autres formats de signal sont permis (par exemple, signaux de transmission d'images et de données utilisant une modulation numérique) s'ils se conforment à ce masque d'émission.

FIGURE 1
Gabarit d'émission



ANNEXE 3

Méthode susceptible d'être utilisée dans une coordination bilatérale

Si les paramètres des systèmes SMS non OSG excèdent les valeurs seuils indiquées dans la Recommandation UIT-R IS.1141 ou mentionnées dans la présente Recommandation, les administrations concernées devront procéder à une coordination bilatérale poussée. A cette fin, elles pourraient utiliser les paramètres du SF existants. La présente Annexe expose toutefois une méthode susceptible d'être utilisée dans une coordination bilatérale.

1 Description d'une méthode possible

On évalue la fonction de distribution cumulative (FDC) du rapport $C/(N+I)$ pour des systèmes SF analogiques ou numériques. La puissance de la porteuse brouilleuse, variable avec le temps émise par le satellite SMS non OSG est quant à elle estimée à chaque récepteur SF au moyen d'une simulation dynamique de l'orbite tenant compte des caractéristiques des antennes des satellites SMS non OSG et de la modélisation du volume du trafic.

On évalue ensuite la porteuse SF reçue utile, variable avec le temps, à chaque station réceptrice SF à l'aide des caractéristiques d'émission SF et d'un modèle d'évanouissement sur trajet multiple. La Recommandation UIT-R P.530 pourrait être utilisée si l'une et l'autre des parties la considèrent comme appropriée. A chaque intervalle de temps de simulation, on évalue les rapports C/N et C/I par bond et on les additionne pour obtenir le rapport $C/(N+I)$ de bout en bout. La FDC de $C/(N+I)$ peut alors être directement comparée avec les objectifs de qualité applicables au système SF concerné pour vérifier si la dégradation causée par le satellite SMS non OSG altère de façon inacceptable la qualité de fonctionnement.

2 Critères de brouillage

Cette analyse s'appliquerait aux systèmes SF tant analogiques que numériques.

La Recommandation UIT-R F.393, qui traite de la puissance de bruit totale admissible dans un système hertzien analogique, sert à évaluer les brouillages subis par les systèmes SF analogiques.

La Recommandation UIT-R F.697, qui traite des objectifs de qualité en matière d'erreur pour un système hertzien numérique, sert à évaluer les brouillages causés à un système SF numérique dans la section de qualité locale du RNIS. Autrement, il conviendrait d'examiner la possibilité d'appliquer, pour les systèmes SF numériques dans la section de qualité haute du RNIS, la Recommandation UIT-R F.594, dûment adaptée à la longueur d'un bond.
