

RECOMMANDATION UIT-R M.1469-1*

Méthode d'évaluation des risques de brouillage de récepteurs des services fixes en visibilité directe par des émissions du service mobile par satellite (SMS) à accès multiple par répartition dans le temps/accès multiple par répartition en fréquence (AMRT/AMRF) (Terre vers espace) dans la bande des 2 GHz**

(Question UIT-R 201/8)

(2000-2005)

Domaine de compétence

La présente Recommandation décrit une méthode qui peut être utilisée pour évaluer les brouillages susceptibles d'être causés par des stations terriennes mobiles (MES, *mobile earth station*) utilisant des antennes non directives à des récepteurs du service fixe en visibilité directe dans la bande des 2 GHz. Cette méthode permet de prévoir la probabilité de brouillage causé à des récepteurs du service fixe dans des zones de partage de fréquences entre deux services.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les stations terriennes mobiles (MES, *mobile earth station*) risquent de brouiller des récepteurs du service fixe en visibilité directe fonctionnant dans les bandes 1 980-2 010 MHz et 2 010-2 025 MHz attribuées au SMS dans la zone de coordination des MES, déterminée selon les méthodes présentées dans l'Appendice 7 du Règlement des radiocommunications (RR);
- b) que la nature de ce brouillage varierait dans le temps;
- c) que des outils d'analyse détaillée sont nécessaires pour faciliter la coordination entre les administrations exploitant des MES et les administrations exploitant des récepteurs du service fixe affectés,

reconnaissant

- a) que les bandes 1 980-2 010 MHz dans toutes les Régions et 2 010-2 025 MHz dans la Région 2 sont attribuées au SMS (Terre vers espace) et au service fixe à titre primaire avec égalité des droits;
- b) que, conformément au § 4.3 de la Résolution 716 (Rév.CMR-2000), les administrations sont encouragées, chaque fois que cela est pratiquement réalisable, à établir des plans prévoyant le transfert progressif des assignations de fréquence à leurs stations du service fixe dans les bandes

* La présente Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission d'études 3 des radiocommunications.

** Cette Recommandation ayant été élaborée conjointement par les Commissions d'études 8 et 9 des radiocommunications toute révision ultérieure sera également réalisée conjointement par ces deux Commissions d'études.

1 980-2 010 MHz et 2 170-2 200 MHz dans les trois Régions et 2 010-2 025 MHz et 2 160-2 170 MHz dans la Région 2 dans d'autres bandes de fréquences;

c) qu'en conséquence, des directives techniques ont été élaborées en vue d'être soumises aux administrations, pour faciliter le transfert du service fixe de ces bandes de fréquences en vue d'éviter que des brouillages préjudiciables soient causés aux systèmes du SMS (Terre vers espace) (Recommandation UIT-R F.1335),

recommande

1 qu'en évaluant les risques de brouillage des systèmes du service fixe par des MES, on tienne compte du fait que les signaux des MES reçus par les stations du service fixe varient dans le temps, variations qui tiennent aux effets de la répartition géographique et diurne prévue des MES émettrices et variations dans le temps du niveau de puissance des signaux utiles dans les systèmes du service fixe;

2 que la méthodologie décrite dans l'Annexe 1 soit utilisée dans la coordination bilatérale pour évaluer en détail les risques de brouillage de récepteurs du service fixe par des MES utilisant des antennes non directives (voir les Notes 1 et 2).

NOTE 1 – L'application de la méthodologie décrite dans la présente Recommandation exigera l'élaboration d'algorithmes ou de procédures de calcul permettant de déterminer l'application des considérations exposées. L'utilisation ou l'adaptation de ces algorithmes ou procédures dans le cadre d'une coordination bilatérale devrait faire l'objet d'un accord entre les parties concernées.

NOTE 2 – Pour les territoires sur lesquels un grand nombre de systèmes du service fixe sont exploités, il suffira peut-être d'appliquer la méthodologie présentée dans l'Annexe 1 à un jeu représentatif de systèmes du service fixe, en utilisant leurs paramètres réels et en prenant soin d'inclure les systèmes du service fixe que leurs localisations et leurs caractéristiques rendent particulièrement vulnérables au brouillage.

Annexe 1

Méthode d'évaluation détaillée des risques de brouillage de récepteurs du service fixe par des MES

(voir la Note 1)

NOTE 1 – La présente méthodologie est applicable aux systèmes du service fixe, ce qui permet de simplifier un peu les choses et de prendre en considération la puissance du signal brouilleur et les niveaux de qualité de fonctionnement associés dans un bond donné d'un faisceau hertzien multibond. Il est possible de mettre au point et d'appliquer une méthode analogue prenant en considération un seul bond d'un faisceau hertzien analogue multibond en fonction de critères de qualité de fonctionnement appropriés (c'est-à-dire de critères de qualité de fonctionnement de bout en bout pour un faisceau analogue multibond convenablement adapté au prorata du nombre de bonds).

1 Introduction

On trouvera dans la présente Annexe une méthode de simulation détaillée qui peut être utilisée pour évaluer les risques de brouillage causés à des récepteurs du service fixe en visibilité directe par les déploiements possibles de MES utilisant des antennes non directives. Cette méthode permet de

prévoir avec précision la probabilité de brouillage de récepteurs du service fixe dans des zones de partage de fréquences entre deux services.

2 Description générale

On réalise une simulation sur un grand nombre de sauts de temps. A chaque saut de temps, les calculs suivants sont faits:

2.1 Calcul du niveau de signal utile à la station de réception du service fixe dans une largeur de bande de référence de 1 MHz en utilisant les caractéristiques de transmission du service fixe et le modèle d'évanouissements par trajets multiples présenté dans la Recommandation UIT-R P.530 (voir le § 3 pour plus de détails).

2.2 La puissance cumulative du signal brouilleur, dans la largeur de bande de référence, provenant de toutes les MES actives déployées dans une zone donnée est calculée à l'entrée de chaque récepteur du service fixe. On utilise les données numériques concernant le terrain pour établir des profils de terrain pour les trajets de brouillage de chaque MES à chaque récepteur du service fixe. On calcule l'affaiblissement de transmission de base pour chaque trajet de brouillage au moyen des méthodes présentées dans la Recommandation UIT-R P.452 (voir le § 4 pour plus de détails).

2.3 Calcul du rapport $C/(N + I)$ à chaque récepteur du service fixe (voir le § 5 pour plus de détails). Lorsque la valeur de N est calculée, il faut tenir compte des effets de toutes les dégradations du système du service fixe (voir par exemple la Recommandation UIT-R M.1319).

En effectuant la simulation pendant suffisamment longtemps (c'est-à-dire sur un très grand nombre d'incrémentes de temps), il est possible d'obtenir des résultats statistiquement significatifs. On applique ce procédé à divers déploiements possibles de MES de manière à éliminer la sensibilité des résultats aux déploiements particuliers considérés, laquelle peut être particulièrement importante si le nombre de MES émettant simultanément des signaux et situées en visibilité directe d'une station du service fixe peut varier sensiblement dans le temps. Il est alors possible de comparer la répartition cumulative de probabilité du rapport $C/(N + I)$ aux objectifs de qualité de fonctionnement du système du service fixe (exprimés en termes de seuils du rapport $C/(N + I)$ équivalents à l'intérieur de la largeur de bande de référence).

3 Modélisation du système du service fixe

3.1 Paramètres du système du service fixe

Il convient de modéliser les caractéristiques de déploiement, d'équipement et de qualité de fonctionnement du système du service fixe à l'aide des paramètres énumérés dans le Tableau 1. Il faut calculer, en utilisant la Recommandation UIT-R P.530, la profondeur d'évanouissement qui, combinée à l'affaiblissement de transmission en espace libre, sert à déterminer l'affaiblissement de transmission de base sur le trajet du signal utile.

TABLEAU 1

Liste des paramètres requis du système du service fixe

Paramètre
Gain de l'antenne, G (dBi)
Diagramme de rayonnement de l'antenne, $G(\theta)^{(1)}$ (dBi)
Température de bruit de l'antenne, T (K)
Fréquence d'émission, f (MHz)
p.i.r.e. _{FS} (dBW)
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation, L_s (dB)
Température de bruit dans la ligne d'alimentation (K)
Largeur de bande occupée du récepteur (MHz)
Position de la station du service fixe (°N, °E)
Hauteur de l'antenne au-dessus du niveau moyen de la mer (m)
Facteur géoclimatique, K
Température de bruit du récepteur (K)

⁽¹⁾ Gain de l'antenne du système du service fixe dans la direction du brouilleur.

3.2 Calcul du niveau de puissance du signal utile

La première étape consiste à calculer le niveau de puissance reçu du signal utile à un instant donné, $C(t)$. Pour cela il faut utiliser un générateur de nombres aléatoires, qui permet de prévoir la profondeur d'évanouissement, A , conformément à la distribution figurant au § 2.3 de la Recommandation UIT-R P.530. Le niveau de signal reçu à chaque saut de temps est calculé à l'entrée du récepteur du service fixe de chaque station de réception considérée à l'aide de l'équation suivante:

$$C(t) = p.i.r.e.FS - L_{bf} + G - A(t) - L_s \quad (1)$$

où L_{bf} est l'affaiblissement de transmission de base en espace libre. Dans certains cas, il est parfois possible (à l'aide des données mesurées, par exemple) de tenir compte des variations diurnes et/ou saisonnières dans le comportement de la propagation en présence d'évanouissements par trajets multiples.

4 Modélisation des MES**4.1 Répartition géographique des MES**

La répartition géographique des MES est définie à l'intérieur d'une zone d'intérêt, laquelle doit être suffisamment vaste pour que toutes les contributions de brouillage significatives soient prises en compte. A la zone d'intérêt est superposée une grille de points de latitude et de longitude, qui représentent les emplacements possibles des MES. Le profil de trafic des MES est défini par deux paramètres de base:

- le nombre de porteuses actives des MES à l'heure chargée locale;
- un profil selon l'heure de la journée.

Il est possible de subdiviser la zone d'intérêt en sous-zones pour faire varier les paramètres susmentionnés.

On évalue, d'après le profil de trafic des MES et l'heure de la journée, le nombre de MES émettant un signal dans une sous-zone à chaque saut de temps. Les MES des différents points de la zone d'intérêt sont ensuite reconnues soit comme actives, soit comme au repos. Pour cela, on détermine d'abord la probabilité que les MES soient actives, $p(\text{active})$, à ce moment précis. On génère ensuite un nombre aléatoire, et si ce nombre est inférieur à $p(\text{active})$, les MES sont réputées actives; sinon, elles sont réputées au repos.

On suppose donc que la répartition géographique des MES est indépendante d'un saut de temps à un autre. On peut partir de cette hypothèse puisque l'objet de la méthode est d'obtenir des statistiques de brouillage à long terme, et non l'évolution des brouillages dans le temps.

4.2 Propagation des signaux des MES

Prévoir avec précision l'affaiblissement de transmission de base sur les trajets des signaux brouilleurs entre les MES et le récepteur du service fixe exige la création d'une base de données sur le terrain. Un profil de terrain est généré pour le trajet le long du grand cercle entre chaque MES d'émission et chaque récepteur du service fixe étudié, et l'affaiblissement de transmission de base à chaque saut de temps est calculé selon la méthode de prévision du brouillage par temps clair exposée dans la Recommandation UIT-R P.452. Toutefois, ce modèle de propagation ne prévoit pas de distribution cumulative complète, mais des valeurs d'affaiblissement de transmission de base dépassées pendant 50% du temps ou moins. Il est donc nécessaire d'étendre la distribution cumulative prévue de l'affaiblissement à des pourcentages de temps supérieurs pour englober les hausses relativement importantes qui peuvent se produire (et non considérer a priori que 50% est le niveau maximum d'affaiblissement de transmission de base). Il peut de même être utile d'extrapoler l'affaiblissement de transmission de base à de très faibles pourcentages de temps (par exemple inférieurs à 0,001%), supposant, comme valeur d'affaiblissement de transmission de base minimum, une petite valeur appropriée. Même avec cette extrapolation, le modèle de propagation obtenu peut dans certains cas donner une valeur sous-estimée de l'affaiblissement de transmission de base (par exemple en raison de phénomènes locaux non pris en compte par le modèle, tels que des blocages du signal causés par des bâtiments ne figurant pas dans les données sur le terrain et des «blocages en-tête» de l'utilisateur). Cela se traduit alors par une surestimation des niveaux de puissance des signaux brouilleurs.

4.3 Calcul du brouillage

La puissance du brouillage à chaque saut de temps à l'entrée du récepteur du service fixe est calculée à l'aide de l'équation suivante:

$$I(t) = p.i.r.e.MES - L_b(t) + G(\theta) - L_s \quad (2)$$

où:

$p.i.r.e.MES$: puissance isotrope rayonnée équivalente de la MES dans la largeur de bande de référence (dBW)

L_b : affaiblissement de propagation de base pour le signal brouilleur (voir le § 4.2).

Pour les déploiements impliquant plusieurs MES d'émission, le signal brouilleur cumulatif à chaque saut de temps est égal à la somme des niveaux de puissance de tous les signaux brouilleurs à source unique:

$$I_{agg}(t) = 10 \log \left(\sum_i 10^{I_i(t)/10} \right) \quad (3)$$

où:

$I_i(t)$: correspond aux signaux brouilleurs à source unique (dB).

5 Résultats

Chaque saut de temps de la simulation produira des valeurs $C/(N + I)$ pour chaque récepteur du service fixe étudié dans la simulation. Ces valeurs sont exprimées comme il convient (par exemple, en intervalles de 1 dB) et stockées (par exemple, sous forme de nombre d'occurrences d'une valeur quantifiée). A la fin de la simulation, les fonctions de distribution cumulative peuvent être calculées et comparées aux objectifs de qualité de fonctionnement du service fixe correspondants, par exemple selon la procédure présentée dans les Recommandations UIT-R F.634 ou UIT-R F.697, ou converties en seuils du rapport $C/(N + I)$ équivalents.
