

RECOMMANDATION UIT-R BO.1293-1

**GABARITS DE PROTECTION ET MÉTHODES DE CALCUL ASSOCIÉES POUR
LES BROUILLAGES CAUSÉS AUX SYSTÈMES DE RADIODIFFUSION
PAR SATELLITE DANS LE CAS D'ÉMISSIONS NUMÉRIQUES**

(Question UIT-R 223/11)

(1997-2000)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les rapports de protection et les gabarits de protection associés sont des caractéristiques essentielles pour les signaux de télévision transmis dans le service de radiodiffusion par satellite (SRS) et sur les liaisons de connexion associées;
- b) que les Plans spécifiés dans les appendices S30 et S30A au Règlement des radiocommunications (RR) ont été élaborés sur la base de valeurs du rapport de protection et de méthodes de calcul des brouillages spécifiées pour des décalages de fréquence fixes et pour des types donnés de signaux;
- c) que, dans de nouveaux systèmes soumis au Bureau des radiocommunications (BR), pour une mise en œuvre dans le cadre de ces Plans, il est proposé d'utiliser de nouveaux types de signaux pour lesquels on ne dispose pas de gabarits de protection et pour lesquels les méthodes de calcul des brouillages sont limitées;
- d) que le BR a demandé à la Commission d'études 11 des radiocommunications de spécifier des méthodes et des critères de protection additionnels pour évaluer les brouillages causés et les brouillages subis par ces signaux de types nouveaux;
- e) que les définitions des gabarits de protection et des méthodes de calcul associées donnent une information technique extrêmement utile pour la révision des Plans spécifiés dans les appendices S30 et S30A du RR pour les Régions 1 et 3;
- f) que diverses administrations et organisations ont effectué des études qui valident la méthode proposée pour le calcul des brouillages,

reconnaissant

- a) que les gabarits de protection valorisent la notion de rapports de protection, ceux-ci étant associés à des décalages de fréquence fixes;
- b) que la méthodologie décrite dans l'Annexe 1 permet de spécifier des gabarits de protection adéquats pour le calcul des brouillages entre émissions numériques,

recommande

1 que la méthode de calcul pour générer des gabarits de protection, décrite dans l'Annexe 1 pour différents types d'émissions numériques modulées par déplacement de phase, soit utilisée, en tant que de besoin, dans les analyses de compatibilité applicables aux appendices S30 et S30A du RR;

2 que les méthodes associées de calcul des brouillages décrites dans l'Annexe 2 soient utilisées, en tant que de besoin, pour évaluer les situations de brouillage se rapportant aux appendices S30 et S30A du RR.

NOTE 1 – Des études complémentaires devront être menées pour mettre au point des gabarits destinés à d'autres types d'émission (brouillages analogique-analogique, numérique-analogique et analogique-numérique). D'ici à l'élaboration de ces gabarits, la méthode décrite dans l'Annexe 3 devra être utilisée dans le calcul des brouillages entre les émissions, dans le cas où ces brouillages sont de nature numérique.

NOTE 2 – L'Appendice 1 de l'Annexe 1 décrit les effets résultant de l'application de la méthode proposée dans l'Annexe 1, en ce qui concerne la notification de paramètres nouveaux se rapportant à chaque émission numérique. Il convient d'utiliser cette méthode pour les décalages de fréquence auxquels la puissance de brouillage calculée est supérieure à une valeur absolue de -10 dB (c'est-à-dire une valeur de brouillage relative de $(-10 - \text{CCPR})$, CCPR étant le rapport de protection composite dans le même canal).

Calcul des gabarits de protection pour les brouillages s'exerçant entre divers types de porteuses numériques

1 Description de la méthode

On part de l'hypothèse suivante: pour le calcul des brouillages, la porteuse numérique brouilleuse peut être modélisée par une source de bruit blanc, suivie d'un filtre de mise en forme d'impulsion en racine carrée et cosinus surélevé. Le facteur d'arrondi, α_i , de ce filtre peut être choisi arbitrairement dans l'intervalle $0 \leq \alpha_i \leq 1$, (arrondi compris entre 0% et 100%). La largeur de bande du filtre à 3 dB est spécifiée par le débit des symboles transmis (rapidité de modulation), R_i , pour le signal numérique brouilleur.

Le niveau du brouillage numérique agissant sur le signal numérique utile dépend:

- du décalage de fréquence, Δf , entre le signal utile et le signal brouilleur;
- des caractéristiques du filtre du récepteur;
- des caractéristiques de la voie de transmission qui achemine le signal brouilleur.

Le filtre du récepteur est également modélisé en racine carrée et cosinus surélevé, avec un facteur d'arrondi, α_w , ($0 \leq \alpha_w \leq 1$), la largeur de bande à 3 dB étant spécifiée par le débit de symboles, R_w , du signal utile.

La forte amplification du signal brouilleur entraîne une nouvelle augmentation du lobe latéral spectral. Le brouillage dû aux lobes latéraux est négligeable pour des valeurs peu élevées de Δf , mais devient de plus en plus important à mesure que le décalage de fréquence augmente.

Seuls les deux premiers lobes latéraux doivent être pris en considération. La contribution au brouillage des lobes latéraux d'ordre supérieur est négligeable dans tous les scénarios pratiques de transmission.

Le niveau de chaque lobe latéral est réglé en fonction du lobe spectral principal pour tenir compte des caractéristiques du canal non linéaire. Le niveau relatif de chaque lobe latéral comprend deux éléments L_s et X :

- Une valeur L_s , qui varie en fonction des caractéristiques de non-linéarité de l'amplificateur à grande puissance (HPA, *high power amplifier*) et selon le niveau d'excitation (réduction de puissance) de l'amplificateur. La valeur de L_s est différente pour chaque lobe latéral.
- Une valeur X , qui représente l'effet de filtrage à la sortie de l'amplificateur HPA. On admet par hypothèse que cette valeur d'affaiblissement est la même pour tous les lobes latéraux spectraux. Il s'agit là d'une hypothèse prudente, du fait que le gain du filtre situé en aval de l'amplificateur HPA n'est pas constant, et qu'il décroît à mesure qu'augmente le décalage de fréquence par rapport à la fréquence centrale du canal.

Les paramètres L_s et X s'expriment en décibels.

Les paramètres R_i et R_w s'expriment en Msymboles/s. Les largeurs de bande totales du signal utile et du signal brouilleur sont données respectivement par $R_w(1 + \alpha_w)$ MHz et $R_i(1 + \alpha_i)$ MHz. Le paramètre de différence de fréquence, Δf , s'exprime en MHz. On admet par hypothèse que le brouillage à la sortie du filtre du récepteur a les caractéristiques d'un bruit.

On utilise un algorithme commun pour calculer la puissance du signal utile à l'entrée du récepteur et les contributions du lobe spectral principal et de chacun des lobes latéraux spectraux à la puissance de brouillage. Pour calculer chacune des contributions à la puissance de brouillage, il est procédé comme suit (voir le § 3 pour les définitions des termes utilisés ci-dessous):

- a) choisir pour les paramètres d'entrée (R_i , R_w , α_i , α_w , δf , L_s et X) les valeurs appropriées permettant de calculer la contribution à la puissance de brouillage (signal utile, signal brouilleur dans le lobe spectral principal ou signal brouilleur dans le lobe latéral spectral);
- b) calculer les neuf couples de limites (U_n , L_n , $n = 1, \dots, 9$);
- c) calculer les cinq composantes de la puissance (C_m , $m = 1, \dots, 5$);
- d) calculer la puissance reçue totale, P :

$$P = 10^{\frac{L_s - X}{10}} \sum_{m=1}^5 C_m$$

On procède comme suit pour calculer le niveau de la puissance brouilleuses, $I(\Delta f)$, mesurée à la sortie du filtre du récepteur et exprimée par rapport à la puissance de la porteuse utile pour une valeur de $C/I = 0$ dB sur une liaison de référence (égalité des puissances respectives de la porteuse utile et de la puissance brouilleuse):

Etape 1: calcul de la puissance du signal utile, P_w , à la sortie du filtre du récepteur en utilisant l'algorithme ci-dessus et en donnant aux paramètres d'entrée les valeurs suivantes:

$$R_i = R_w, \quad \alpha_i = \alpha_w, \quad \delta f = 0, \quad L_s = 0, \quad X = 0$$

Etape 2: calcul de la contribution du lobe spectral principal à la puissance du signal brouilleur, P_0 , à la sortie du filtre du récepteur en utilisant le même algorithme et en donnant aux paramètres d'entrée les valeurs suivantes:

$$\delta f = \Delta f, \quad L_s = 0, \quad X = 0$$

Etape 3: calculer la contribution du premier lobe latéral spectral à la puissance du signal brouilleur, P_1 , en choisissant pour les paramètres d'entrée les valeurs suivantes:

$$\delta f = |\Delta f| - R_i, \quad L_s = L_1 \neq 0, \quad X \neq 0$$

La valeur de L_s dépend des caractéristiques de non-linéarité de l'amplificateur HPA et du niveau d'excitation de celui-ci. La valeur de X dépend des caractéristiques d'affaiblissement hors bande du filtre situé en aval de l'amplificateur HPA.

Etape 4: calculer la contribution du deuxième lobe latéral spectral à la puissance du signal brouilleur, P_2 , en choisissant pour les paramètres d'entrée les valeurs suivantes:

$$\delta f = |\Delta f| - 2R_i, \quad L_s = L_2 \neq L_1 \neq 0, \quad X \neq 0$$

La valeur de L_s dépend, là encore, des caractéristiques de non-linéarité de l'amplificateur HPA et du niveau d'excitation de celui-ci. La valeur de X est la même que dans l'Étape 3.

Etape 5: calculer la puissance brouilleuse relative pour les valeurs données des paramètres du signal et du décalage de fréquence:

$$I(\Delta f) = 10 \log \left(\frac{P_0 + P_1 + P_2}{P_w} \right) \quad \text{dB}$$

2 Exemple de calcul d'un gabarit de protection

A titre d'exemple (arbitraire), on admet que les paramètres du signal utile et du signal brouilleur sont les suivants:

Signal numérique utile:

Débit de symboles, $R_w = 27,5$ Msymboles/s

Facteur d'arrondi, $\alpha_w = 0,35$ (arrondi en cosinus à 35%).

Signal numérique brouilleur:

Débit de symboles, $R_i = 27,5$ Msymboles/s

Facteur d'arrondi, $\alpha_i = 0,35$ (arrondi en cosinus à 35%).

Niveau dans les lobes latéraux:

Niveau dans le premier lobe latéral, $L_{s1} = -17,0$ dB

Niveau dans le second lobe latéral, $L_{s2} = -27,5$ dB.

Filtrage en aval de l'amplificateur HPA:

Affaiblissement dans les lobes latéraux, $X_f = 12,0$ dB.

On suppose que le décalage de fréquence entre le signal utile et le signal brouilleur, Δf , est égal à 38,36 MHz. On procède comme suit pour appliquer la méthode de calcul décrite au § 1 et détaillée au § 3 de la présente Annexe:

Etape 1: calculer la puissance du signal utile P_w , à la sortie du filtre du récepteur:

$$R_i = R_w, \quad \alpha_i = \alpha_w, \quad L_s = 0, \quad X = 0, \quad \delta f = 0$$

$$L_1 = U_8 = U_9 = -8,937, \quad U_1 = L_2 = U_2 = L_3 = U_3 = L_4 = U_4 = L_5 = U_5 = L_6 = L_7 = L_8 = L_9 = 8,937$$

$$U_6 = U_7 = 18,563$$

$$C_1 = 0,825, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0,088, \quad C_5 = 0$$

$$P_w = 0,913$$

Etape 2: calculer la puissance du signal brouilleur, P_0 , due au lobe spectral principal, à la sortie du filtre du récepteur:

$$L_s = 0, \quad X = 0, \quad \delta f = \Delta f$$

$$L_1 = L_3 = L_4 = 29,422, \quad U_1 = L_2 = L_5 = L_7 = 8,937, \quad L_6 = L_9 = 47,297, \quad L_8 = -18,563$$

$$U_9 = -8,937, \quad U_2 = U_5 = -29,422, \quad U_3 = U_4 = U_6 = 18,563, \quad U_7 = U_8 = -19,797$$

$$C_1 = 0, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0, \quad C_5 = 0$$

$$P_0 = 0$$

Etape 3: calculer la puissance du signal brouilleur, P_1 , due au premier lobe latéral spectral, à la sortie du filtre du récepteur:

$$L_s = L_{s1}, \quad X = X_f, \quad \delta f = |\Delta f| - R_i$$

$$L_1 = 1,923, \quad U_1 = L_2 = L_3 = L_4 = L_5 = L_7 = 8,937, \quad U_2 = U_5 = L_8 = -1,923$$

$$U_3 = U_4 = U_6 = 18,563, \quad L_6 = L_9 = 19,797, \quad U_7 = 7,703, \quad U_8 = U_9 = -8,937$$

$$C_1 = 0,605, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0, \quad C_5 = 0$$

$$P_1 = 7,618 \times 10^{-4}$$

Etape 4: calculer la puissance du signal brouilleur, P_2 , due au second lobe latéral spectral, à la sortie du filtre du récepteur:

$$L_s = L_{s2}, \quad X = X_f, \quad \delta f = |\Delta f| - 2R_i$$

$$L_1 = U_8 = U_9 = -8,937, \quad U_1 = U_3 = U_4 = L_9 = -7,703, \quad L_2 = L_3 = L_4 = L_5 = L_6 = 8,937$$

$$U_2 = U_5 = U_7 = 18,563, \quad L_7 = L_8 = 25,578, \quad U_6 = 1,922$$

$$C_1 = 0,395, \quad C_2 = 0, \quad C_3 = 0, \quad C_4 = 0, \quad C_5 = 0$$

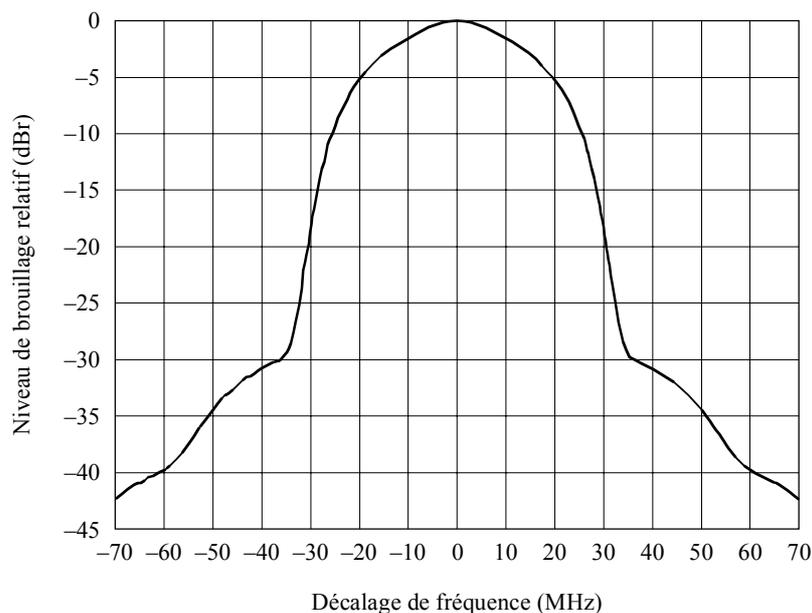
$$P_2 = 4,431 \times 10^{-5}$$

Etape 5: Calculer la puissance de brouillage totale par rapport à la puissance du signal utile:

$$I(\Delta f) = -30,5$$

En procédant ainsi pour une série de valeurs du décalage de fréquence, on obtient le gabarit de protection reproduit à la Fig. 1, à titre d'exemple.

FIGURE 1



3 Algorithmes: calcul de la puissance du signal reçu (utile ou brouilleur)

3.1 Limites

$$\begin{aligned}
 A &= (1 - \alpha_w) \frac{R_w}{2} & B &= (1 + \alpha_w) \frac{R_w}{2} & C &= (1 - \alpha_i) \frac{R_i}{2} & D &= (1 + \alpha_i) \frac{R_i}{2} \\
 L_1 &= \max(-A; \delta f - C) & L_4 &= \max(A; \delta f - C) & L_7 &= \max(A; -\delta f + C) \\
 U_1 &= \min(A; \delta f + C) & U_4 &= \min(B; \delta f + C) & U_7 &= \min(B; -\delta f + D) \\
 L_2 &= \max(-A - \delta f; C) & L_5 &= \max(A; -\delta f - C) & L_8 &= \max(-B; -\delta f + C) \\
 U_2 &= \min(A - \delta f; D) & U_5 &= \min(B; -\delta f + C) & U_8 &= \min(-A; -\delta f + D) \\
 L_3 &= \max(-A + \delta f; C) & L_6 &= \max(A; \delta f + C) & L_9 &= \max(-B; \delta f + C) \\
 U_3 &= \min(A + \delta f; D) & U_6 &= \min(B; \delta f + D) & U_9 &= \min(-A; \delta f + D)
 \end{aligned}$$

NOTE 1:

$\max(a; b)$: valeur maximale de a et b

$\min(a; b)$: valeur minimale de a et b

δf = fréquence du signal brouilleur – fréquence du signal utile

3.2 Fonctions

Quand $1 \leq n \leq 3$:

$$\begin{aligned}
 p_n(a, b) &= f_n(a) - f_n(b) \quad \text{pour } a > b \\
 &= 0 \quad \text{pour } a \leq b
 \end{aligned}$$

$$f_1(x) = \left(\frac{x}{R_i} \right) \quad f_2(x) = \frac{\alpha_i}{2\pi} \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_i}{\alpha_i R_i} \right) \quad f_3(x) = \frac{\alpha_w R_w}{2\pi R_i} \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_w}{\alpha_w R_w} \right)$$

Quand $4 \leq n \leq 5$:

$$\begin{aligned}
 p_n(a, b, \delta f) &= f_n(a, \delta f) - f_n(b, \delta f) \quad \text{pour } a > b \\
 &= 0 \quad \text{pour } a \leq b
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_4(x, y) &= f_{4a}(x, y) \quad \text{pour } \alpha_w R_w = \alpha_i R_i & f_5(x, y) &= f_{5a}(x, y) \quad \text{pour } \alpha_w R_w = \alpha_i R_i \\
 &= f_{4b}(x, y) \quad \text{pour } \alpha_w R_w \neq \alpha_i R_i & &= f_{5b}(x, y) \quad \text{pour } \alpha_w R_w \neq \alpha_i R_i
 \end{aligned}$$

$$f_{4a}(x, y) = \frac{1}{16\pi R_i} \left(2\pi x \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2y + R_i - R_w}{\alpha_i R_i} \right) - \alpha_i R_i \sin\left(\frac{\pi}{2} \frac{4x - 2y - R_i - R_w}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

$$f_{4b}(x, y) = \frac{\alpha_i \alpha_w R_w}{4\pi(\alpha_i^2 R_i^2 - \alpha_w^2 R_w^2)} \left(\alpha_i R_i \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_w}{\alpha_w R_w} \right) \sin\left(\frac{\pi}{2} \frac{2y - 2x + R_i}{\alpha_i R_i} \right) + \alpha_w R_w \sin\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - R_w}{\alpha_w R_w} \right) \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2y - 2x + R_i}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

$$f_{5a}(x, y) = \frac{1}{16\pi R_i} \left(\alpha_i R_i \sin\left(\frac{\pi}{2} \frac{4x - 2y - R_i + R_w}{\alpha_i R_i} \right) - 2\pi x \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2y + R_i + R_w}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

$$f_{5b}(x, y) = \frac{\alpha_i \alpha_w R_w}{4\pi(\alpha_i^2 R_i^2 - \alpha_w^2 R_w^2)} \left(\alpha_i R_i \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x + R_w}{\alpha_w R_w} \right) \sin\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - 2y - R_i}{\alpha_i R_i} \right) - \alpha_w R_w \sin\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x + R_w}{\alpha_w R_w} \right) \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{2x - 2y - R_i}{\alpha_i R_i} \right) \right)$$

3.3 Composantes de la puissance

$$C_1 = p_1(U_1, L_1) + \frac{1}{2} \sum_{n=2}^5 p_1(U_n, L_n) + \frac{1}{4} \sum_{n=6}^9 p_1(U_n, L_n)$$

$$C_2 = p_2(U_2, L_2) + p_2(U_3, L_3) + \frac{1}{2} [p_2(U_6 - \delta f, L_6 - \delta f) + p_2(U_7 + \delta f, L_7 + \delta f) + p_2(U_8 + \delta f, L_8 + \delta f) + p_2(U_9 - \delta f, L_9 - \delta f)]$$

$$C_3 = p_3(U_4, L_4) + p_3(U_5, L_5) + \frac{1}{2} [p_3(U_6, L_6) + p_3(U_7, L_7) + p_3(-L_8, -U_8) + p_3(-L_9, -U_9)]$$

$$C_4 = p_4(U_6, L_6, \delta f) + p_4(U_7, L_7, -\delta f)$$

$$C_5 = p_5(U_8, L_8, -\delta f) + p_5(U_9, L_9, \delta f)$$

3.4 Puissance totale du signal reçu

$$\text{Puissance} = 10^{\frac{L_s - X}{10}} \sum_{m=1}^5 C_m$$

APPENDICE 1

DE L'ANNEXE 1

Notification des paramètres associés aux émissions numériques

Pour appliquer la méthode décrite dans l'Annexe 1, pour le calcul des gabarits de protection concernant les brouillages entre émissions numériques, il est nécessaire de notifier de nouveaux paramètres associés à chaque émission numérique. Ces paramètres sont les suivants:

- le type de modulation numérique (la méthode s'applique exclusivement aux signaux modulés par déplacement de phase);
- le débit des symboles transmis (Msymboles/s);
- le facteur d'arrondi du filtre de mise en forme d'impulsion numérique (il s'agit, par hypothèse, d'un filtre à arrondi en cosinus ou d'une approximation d'un tel filtre), le facteur est compris entre 0 et 1;
- les niveaux relatifs dans les premier et second lobes latéraux, L_{s1} et L_{s2} (dB);
- l'affaiblissement dans les lobes latéraux, X (dB), résultant du filtrage en aval de l'amplificateur HPA.

La plupart des porteuses de télévision numérique de liaison descendante occupent toute la largeur de bande du répéteur et celui-ci fonctionne à saturation à puissance maximale sur la liaison descendante. Des études ont montré que, dans ces conditions, les niveaux relatifs appropriés dans les lobes latéraux sont respectivement de -17 dB et $-27,5$ dB. En outre, un filtrage de la porteuse par un multiplexeur de sortie étant toujours assuré à la sortie de l'amplificateur HPA de bord (amplificateur à tube à ondes progressives (ATOP)), le paramètre X a une valeur autre que 0. La valeur précise de X variera d'un système à un autre. Une valeur de 12 dB semble constituer une valeur minimale modérée que devraient dépasser tous les nouveaux systèmes mettant en œuvre des canaux copolaires contigus.

En ce qui concerne les liaisons montantes, il n'y a généralement pas de filtre en aval de l'amplificateur HPA mais celui-ci fonctionne avec une réduction de puissance visant à limiter les niveaux dans les lobes latéraux en dehors de la bande. Des niveaux de -29 dB et $-39,5$ dB ne paraissent guère devoir être dépassés dans les lobes latéraux sur les liaisons de connexion aux systèmes du SRS.

Les paramètres requis devront être spécifiés explicitement pour chaque émission numérique.

Cependant, en l'absence de valeurs notifiées, il convient d'utiliser les valeurs par défaut suivantes pour les calculs de brouillage:

- Type de modulation numérique: MDP
- Débit des symboles transmis = 29 Msymboles/s
- Facteur d'arrondi = 0,35
- Niveau relatif dans le premier lobe latéral = $-17,0$ dB
- Niveau relatif dans le second lobe latéral = $-27,5$ dB
- Affaiblissement dans les lobes latéraux dû au filtrage = $12,0$ dB.

Il est recommandé de mettre à jour en conséquence l'Annexe 2 des appendices S30 et S30A du RR lors d'une conférence des radiocommunications compétente, afin de tenir compte de ces renseignements.

ANNEXE 2

Méthodes de calcul des brouillages associées aux Annexes 1 et 3*

1 Introduction

On trouvera dans la présente Annexe la description d'une méthode générique pour le calcul des brouillages dans les Plans du SRS, compte tenu des différentes catégories de brouillage (par exemple, dans le même canal, le canal adjacent, etc.).

Cette méthode générique spécifiée ci-dessous, associée aux méthodes appropriées de calcul des gabarits de protection, est à utiliser afin de déterminer les valeurs nécessaires pour évaluer les situations de brouillage mettant en jeu différentes émissions dans les Plans du SRS.

2 Terminologie, symboles et opérateurs

Pour simplifier le raisonnement développé dans la présente Annexe et en faciliter la compréhension, on définit les termes, symboles et opérateurs suivants:

Source unique, se (<i>single entry</i>):	une seule porteuse brouilleuse est prise en compte
Composite ou cumulatif, ag (<i>aggregate</i>):	toutes les porteuses brouilleuses sont prises en compte
Equivalent, eq:	combinaison d'un brouillage sur la même fréquence et d'un brouillage sur une fréquence décalée
Global, ov (<i>overall</i>):	combinaison d'un brouillage sur une liaison de connexion (up) et d'un brouillage sur une liaison descendante, (dn)
<i>fo</i> :	décalage de fréquence: différence entre les fréquences centrales de deux porteuses
<i>C/I</i> :	rapport porteuse/brouillage (dB)
PR:	rapport de protection (dB)
EPM:	marge de protection équivalente, (dB) (<i>equivalent protection margin</i>)

* Cette méthode a été élaborée en vue de l'analyse de compatibilité des assignations soumises au BR en vertu des appendices S30 et S30A du RR, avec des paramètres différents de ceux utilisés pour établir les Plans (largeur des canaux, fréquence centrale, type d'émission, etc.).

OEPM:	marge de protection équivalente totale (<i>overall equivalent protection margin</i>) (dB)
X :	diminution du rapport C/I total sous l'effet du brouillage sur la liaison de connexion (dB)
Opérateur \oplus :	$A \oplus B = -10 \log(10^{-A/10} + 10^{-B/10})$
Opérateur \ominus :	$A \ominus B = -10 \log(10^{-A/10} - 10^{-B/10})$
Opérateur $\Sigma\oplus$:	$\sum_{n=1}^N \oplus A_n = -10 \log(10^{-A_1/10} + 10^{-A_2/10} + \dots + 10^{-A_n/10})$

3 Méthodes de calcul des brouillages

Deux éléments importants sont nécessaires pour calculer le brouillage qui affecte une assignation:

- le rapport porteuse/brouillage composite équivalent, $C/I_{eq, ag}$, sur la liaison montante et la liaison descendante, respectivement, $C/I_{eq, ag, up}$ et $C/I_{eq, ag, dn}$;
- les rapports de protection globaux dans le même canal (ou sur la même fréquence) pour la porteuse utile, PR_{ov} .

Par ailleurs, il faut définir les EPM (voir la Note 1) et l'OEPM.

NOTE 1 – L'EPM est inutile lorsque cette méthode est appliquée au Plan SRS de la Région 2.

3.1 Les premiers éléments (rapports porteuse/brouillage composites équivalents) se calculent comme suit pour la liaison montante et la liaison descendante:

$$C/I_{eq, ag, up} = \sum_{i=1}^m \oplus (C/I_{i, se, up} + D_i(fo_i))$$

$$C/I_{eq, ag, dn} = \sum_{i=1}^n \oplus (C/I_{i, se, dn} + D_i(fo_i))$$

où:

- m : nombre de porteuses brouilleuses sur la liaison de connexion
- n : nombre de porteuses brouilleuses sur la liaison descendante
- fo : décalage de fréquence entre la fréquence centrale de la porteuse utile et la fréquence centrale d'une porteuse brouilleuse, valeur positive ou négative (MHz)
- $D(fo)$: différence (dB) entre la valeur appropriée du gabarit de protection en l'absence de décalage de fréquence (valeur centrale à 0 MHz) et la valeur du gabarit avec un décalage de fréquence de fo MHz.

Si la porteuse utile est à modulation numérique, de même que la porteuse brouilleuse, on a: $D(fo) = -I(fo)$, avec $I(fo)$ ($\equiv I(\Delta f)$) défini dans l'Annexe 1 pour le cas d'un canal à fonctionnement linéaire ou non linéaire.

Il faudra encore définir des gabarits appropriés pour d'autres combinaisons de porteuse utile et de porteuse brouilleuse (brouillage d'une porteuse à modulation analogique par une porteuse à modulation numérique). En attendant que ces gabarits soient disponibles, on utilisera le modèle de l'Annexe 3 pour évaluer $D(fo)$.

Sur la base de ces premiers éléments, on peut calculer le rapport: porteuse composite équivalente globale/brouillage, $C/I_{ov, eq, ag}$, à l'aide de la formule:

$$C/I_{ov, eq, ag} = C/I_{eq, ag, up} \oplus C/I_{eq, ag, dn}$$

3.2 Le second élément important (rapport de protection global, PR_{ov}) est associé au type de porteuse utile.

En plus de ce second élément, on peut définir un rapport de protection sur la liaison de connexion et un rapport de connexion sur la liaison descendante, respectivement, PR_{up} et PR_{dn} . Soit X une augmentation donnée du rapport de protection sur la liaison descendante pour tenir compte du brouillage sur la liaison de connexion, PR_{up} et PR_{dn} sont alors définis comme suit:

$$PR_{dn} = PR_{ov} + X$$

$$PR_{up} = PR_{ov} \odot PR_{dn}$$

3.3 Définition de EPM_{up} , EPM_{dn} et OEPM

$$OEPM = C/I_{ov, eq, ag} - PR_{ov}$$

$$EPM_{up} = C/I_{eq, ag, up} - PR_{up}$$

$$EPM_{dn} = C/I_{eq, ag, dn} - PR_{dn}$$

ANNEXE 3

Calcul des brouillages numériques en l'absence de gabarits de protection appropriés

Lorsqu'on applique la méthode de calcul de l'Annexe 2, il est souhaitable d'utiliser le gabarit de protection convenant le mieux au cas de brouillage numérique considéré (c'est-à-dire la valeur la plus appropriée de $D_i(f\phi_i)$ dans l'Annexe 2). Par exemple, dans le cas d'une émission numérique brouillée par une autre émission numérique, il est possible d'obtenir ce gabarit en appliquant la méthode de calcul décrite dans l'Annexe 1.

Les études devront être poursuivies pour spécifier des gabarits de protection génériques adéquats dans le cas d'une émission analogique brouillée par une émission numérique.

En attendant que ces gabarits soient disponibles, on utilisera la méthode décrite ci-après pour calculer le brouillage entre deux émissions dans le cas où le brouilleur est une émission numérique.

Le paramètre $D(f\phi)$ a pour expression:

$$D(f\phi) = 10 \log_{10}(B/b(f\phi)) + K$$

où:

$b(f\phi)$: chevauchement de largeur de bande entre la porteuse brouilleuse et la porteuse utile (MHz)

B : largeur de bande nécessaire de la porteuse brouilleuse à modulation numérique (MHz)

K : coefficient de pondération positif.

En général, une méthode de calcul de gabarit de protection comme celle décrite dans l'Annexe 1 quantifie le coefficient K . La valeur de K ainsi obtenue peut varier en fonction des paramètres des signaux utile et brouilleur et en fonction du décalage de fréquence entre les deux signaux (en fait, la méthode de l'Annexe 1 ne calcule pas explicitement le coefficient K , mais calcule directement la valeur de $-D(f\phi)$).

En l'absence de gabarits de protection appropriés pour quantifier le coefficient K , directement ou indirectement, on posera par hypothèse $K = 0$, ce qui correspond au cas le plus défavorable.

