

## RECOMMANDATION UIT-R S.1418

**MÉTHODE DE CALCUL DES RAPPORTS PORTEUSE/BROUILLAGE À SOURCE  
UNIQUE POUR LES LIAISONS DU SERVICE INTERSATELLITES  
UTILISANT L'ORBITE GÉOSTATIONNAIRE**

(Question UIT-R 239/4)

(1999)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que, pour la Conférence mondiale des Radiocommunications (Genève, 1997) (CMR-97), l'étude de la Question UIT-R 239/4 pour établir les critères de partage et les directives de coordination applicables aux systèmes utilisant le service intersatellites était «très urgente et prioritaire»;
- b) qu'il est prévu de recourir dans une large mesure au service intersatellites pour les satellites utilisant l'orbite géostationnaire (OSG);
- c) que les réseaux du service intersatellites OSG nécessitent généralement des grandes largeurs de bande et sont généralement constitués de liaisons à grand débit pour le secteur spatial des réseaux;
- d) que ces liaisons à grand débit doivent présenter une disponibilité élevée;
- e) qu'il faut disposer d'une méthode pour évaluer le niveau de brouillage entre ces systèmes,

*recommande*

- 1** d'utiliser la méthode décrite dans l'Annexe 1 pour calculer les rapports *C/I* pour les liaisons intersatellites OSG.

## ANNEXE 1

## Méthode de calcul des rapports $C/I$ à source unique pour les liaisons du service intersatellites utilisant l'OSG

### 1 Données

Les données nécessaires pour le calcul du rapport  $C/I$  à source unique sont indiquées dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

#### Données nécessaires pour la méthode de calcul du rapport $C/I$ à source unique

Paramètre	Symbole
Fréquence centrale (MHz)	$f_c$
<i>Système brouillé</i>	
Longitude du récepteur (degrés)	$V_{rx}$
Longitude de l'émetteur (degrés)	$V_{tx}$
Puissance d'émission (dBW)	$P_v$
Gain d'émission (dBi)	$G_{v,tx}$
Largeur de bande d'émission (MHz)	$B_v$
Gain de réception (dBi)	$G_{v,rx}$
Diamètre de l'antenne de réception (m) <sup>(1)</sup>	$d_{v,rx}$
<i>Système brouilleur</i>	
Longitude du récepteur (degrés)	$I_{rx}$
Longitude de l'émetteur (degrés)	$I_{tx}$
Puissance d'émission (dBW)	$P_i$
Gain d'émission (dBi)	$G_{i,tx}$
Largeur de bande d'émission (MHz)	$B_i$
Gain de réception (dBi)	$G_{i,rx}$
Diamètre de l'antenne d'émission (m) <sup>(1)</sup>	$d_{i,tx}$

<sup>(1)</sup> Le diamètre de l'antenne est parfois nécessaire pour le calcul de la discrimination d'antenne.

### 2 Méthode

#### 2.1 Puissance de la porteuse

Pour calculer la puissance de la porteuse, il faut calculer l'affaiblissement dans l'espace entre les satellites. La distance entre satellites brouillés est donnée par:

$$R = 2r_{OSG} \sin\left(|V_{tx} - V_{rx}|/2\right) \quad \text{km}$$

où:

$V_{tx}$ : longitude de l'émetteur brouillé

$V_{rx}$ : longitude du récepteur brouillé

$r_{OSG}$ : rayon de l'OSG (42 164 km)

$R$ : distance entre les satellites (km).

L'affaiblissement en espace libre est donné par:

$$L_{fs} = 20 \log f + 20 \log R + 32,45 \quad \text{dB}$$

où  $f$  est la fréquence de la porteuse (MHz).

On calcule ensuite la puissance de la porteuse:

$$C = P_v + G_{v,tx} - L_{fs} + G_{v,rx} \quad \text{dB}$$

## 2.2 Puissance de brouillage

Pour calculer la puissance de brouillage, il faut calculer l'affaiblissement dans l'espace entre les satellites. Cette distance entre l'émetteur brouilleur et le récepteur brouillé est donnée par:

$$R = 2r_{OSG} \sin\left(\left|I_{tx} - V_{rx}\right|/2\right) \quad \text{km}$$

où:

$I_{tx}$ : longitude de l'émetteur brouilleur

$V_{rx}$ : longitude du récepteur brouillé

$r_{OSG}$ : rayon de l'OSG (42 164 km)

$R$ : distance entre les satellites (km).

L'affaiblissement en espace libre est donné par:

$$L_{fs} = 20 \log f + 20 \log R + 32,45 \quad \text{dB}$$

où  $f$  est la fréquence de la porteuse (MHz).

Pour faciliter le calcul des angles par rapport à l'axe de visée, les coordonnées de tous les satellites sont transformées de coordonnées polaires en systèmes de coordonnées rectangulaires dans le plan de l'équateur avec l'origine au géocentre.

La composante de l'abscisse,  $x$ , de chaque satellite est donnée par:

$$S_x = r_{OSG} \cos(\text{longitude})$$

et la composante de l'ordonnée,  $y$ , est donnée par:

$$S_y = r_{OSG} \sin(\text{longitude})$$

où  $S$  est la position du satellite en question et  $r_{OSG}$  est le rayon de l'OSG (42 164 km).

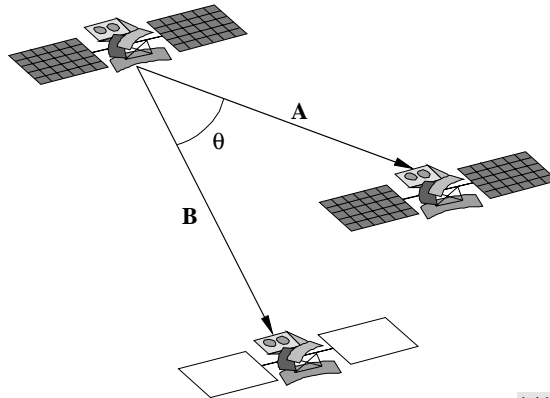
Si  $\mathbf{A}$  est le vecteur du satellite 1 au satellite 2 et que  $\mathbf{B}$  est le vecteur du satellite 1 au satellite 3, l'angle,  $\theta$ , entre  $\mathbf{A}$  et  $\mathbf{B}$  (mesuré au satellite 1) est donné par:

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}}{|\mathbf{A}||\mathbf{B}|}\right)$$

comme indiqué dans la Fig. 1.  $|\mathbf{A}|$  et  $|\mathbf{B}|$  sont les modules de  $A$  et  $B$  et  $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$  est leur produit scalaire. Par exemple, si  $\mathbf{A}$  et  $\mathbf{B}$  sont exprimés en coordonnées rectangulaires,

$$\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

FIGURE 1  
Angle entre les satellites



1418-01

Par exemple, s'il faut connaître la discrimination de l'antenne du récepteur brouillé, soient **A** le vecteur récepteur brouillé – émetteur brouillé et **B** le vecteur récepteur brouillé – émetteur brouilleur. L'angle résultant  $\theta$  est ensuite entré dans un modèle de diagramme d'antenne approprié pour calculer la discrimination de l'antenne.

Le facteur de réduction de la largeur de bande est donné par:

$$L_{BW} = \begin{cases} 10 \log \frac{B_i}{B_v} & \text{si } \frac{B_i}{B_v} > 1 \\ 0 & \text{dans les autres cas} \end{cases}$$

La puissance de brouillage est ensuite calculée comme suit:

$$I = P_i + G_{i,tx}(\theta_{tx}) - L_{fs} + G_{v,rx}(\theta_{rx}) - L_{BW} \quad \text{dB}$$

où  $\theta_{tx}$  et  $\theta_{rx}$  sont les angles par rapport à l'axe de visée aux extrémités d'émission brouilleuse et de réception brouillée, respectivement, et  $G_{i,tx}(\theta_{tx})$  et  $G_{v,rx}(\theta_{rx})$  sont les gains par rapport à l'axe de visée des antennes d'émission brouilleuse et de réception brouillée.

### 3 Exemple de calcul du rapport C/I pour le service intersatellites OSG

Le modèle de diagramme d'antenne utilisé pour cet exemple est celui indiqué dans la Recommandation UIT-R S.672 (Annexe 1), avec un premier lobe latéral de 20 dB au-dessous du gain maximal.

Les données utilisées dans cet exemple sont montrées dans le Tableau 2. On part de l'hypothèse que  $B_i/B_v = 1$ .

TABLEAU 2

## Données utilisées dans l'exemple

Paramètre		Symbole
Fréquence centrale (Hz)	$60 \times 10^9$	$f_c$
<i>Système «brouillé»</i>		
Longitude du récepteur (degrés)	12	$V_{rx}$
Longitude de l'émetteur (degrés)	0	$V_{tx}$
Puissance d'émission (dBW)	13	$P_v$
Gain d'émission (dBi)	49	$G_{v,tx}$
Gain de réception (dBi)	49	$G_{v,rx}$
Diagramme de l'antenne de réception (m)	0,75	$d_{v,rx}$
<i>Système brouilleur</i>		
Longitude du récepteur (degrés)	10	$I_{rx}$
Longitude de l'émetteur (degrés)	2	$I_{tx}$
Puissance d'émission (dBW)	13	$P_i$
Gain d'émission (dBi)	55,7	$G_{i,tx}$
Gain de réception (dBi)	55,7	$G_{i,rx}$
Diagramme de l'antenne d'émission (m)	1	$d_{i,tx}$

Le Tableau 3 montre les résultats du calcul du rapport  $C/I$ .

TABLEAU 3

Calcul du rapport  $C/I$ 

Paramètre		Symbole
<i>Puissance de la porteuse</i>		
Puissance d'émission (dBW)	13,0	$P_v$
Gain d'antenne d'émission (dBi)	49,1	$G_{v,tx}$
Affaiblissement en espace libre (dB)	-206,9	$L$
Gain d'antenne de réception (dBi)	49,1	$G_{v,rx}$
Puissance de la porteuse (dBW)	-95,7	$C$
<i>Puissance du brouillage</i>		
Puissance d'émission (dBW)	13,0	$P_i$
Angle d'émission par rapport à l'axe de visée (degrés)	1,0	$\theta_{tx}$
Gain d'émission (dB)	35,7	$G_{i,tx}(\theta_{tx})$
Affaiblissement en espace libre (dB)	-205,3	$L$
Angle de réception par rapport à l'axe de visée (degrés)	1,0	$\theta_{rx}$
Gain de réception (dB)	29,1	$G_{v,rx}(\theta_{rx})$
Puissance de brouillage (dBW)	-127,5	$I$
$C/I$ (dB)	31,8	