

## RECOMMANDATION UIT-R SF.1601

**Méthode d'évaluation des brouillages causés par les liaisons descendantes du service fixe utilisant des stations placées sur plates-formes à haute altitude, aux liaisons montantes du service fixe par satellite géostationnaire dans la bande 27,5-28,35 GHz**

(Questions UIT-R 218/9 et UIT-R 251/4)

(2002)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que de nouvelles technologies faisant intervenir des stations placées sur des plates-formes à haute altitude (HAPS) situées dans la stratosphère sont en cours de mise au point;
- b) que la CMR-97 a adopté des dispositions relatives à l'exploitation des plates-formes HAPS dans le service fixe dans les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz;
- c) que la bande des 47 GHz étant plus sensible à l'affaiblissement dû à la pluie dans les pays dont la liste est donnée dans les numéros 5.537A et 5.543A du Règlement des radiocommunications (RR), la gamme de fréquences 18-32 GHz a fait l'objet d'études au sein de l'UIT-R dans le but d'identifier du spectre supplémentaire;
- d) que l'affaiblissement dû à la pluie dans certains pays étant plus marqué dans la bande des 47 GHz, la CMR-2000 a adopté une disposition visant à permettre l'utilisation, dans certains pays, de stations HAPS dans le service fixe dans les bandes 27,5-28,35 GHz et 31,0-31,3 GHz à condition de ne pas causer de brouillages préjudiciables aux autres types de systèmes du service fixe ou aux autres services bénéficiant d'une attribution à titre primaire avec égalité des droits ni prétendre à une protection vis-à-vis de ceux-ci (numéros 5.537A et 5.543A du RR);
- e) qu'en vertu de la Résolution 122 (Rév.CMR-2000), il est demandé à l'UIT-R d'effectuer d'urgence des études sur les questions techniques, de partage et de réglementation afin de définir les critères applicables à l'exploitation des stations HAPS dans les bandes 27,5-28,35 GHz et 31,0-31,3 GHz;
- f) que la bande 27,5-28,35 GHz est attribuée à titre primaire au service fixe par satellite (SFS) dans le sens Terre vers espace,

*recommande*

**1** la méthode décrite dans l'Annexe 1 pourra être utilisée dans l'évaluation des niveaux des brouillages causés par les liaisons station HAPS-sol (liaisons descendantes) du service fixe aux liaisons Terre vers espace (liaisons montantes) du SFS par satellite géostationnaire (OSG) dans la bande 27,5-28,35 GHz.

## Annexe 1

### Méthode d'évaluation des brouillages causés par les liaisons descendantes du service fixe utilisant des stations HAPS aux liaisons montantes du SFS avec satellites OSG dans la bande 27,5-28,35 GHz

#### 1 Introduction

La présente Annexe décrit une méthode d'évaluation des brouillages causés par le service fixe utilisant des stations HAPS, à un système à satellites OSG du SFS dans la bande 27,5-28,35 GHz. Cette bande est utilisée dans le sens Terre vers espace (liaisons montantes) par le système OSG du SFS.

#### 2 Une méthode de calcul des brouillages

##### 2.1 Brouillage causé par un système HAPS

La Fig. 1 représente le modèle utilisé pour l'analyse et qui a été choisi comme hypothèse pour le calcul des brouillages causés par un système HAPS à un satellite OSG. Le niveau de puissance de brouillage dans une largeur de bande 1 MHz,  $I(g,h,b,r)$ , causé par un faisceau ponctuel de la station HAPS, reçu par le satellite OSG ( $g$ ) est donné par l'équation (1):

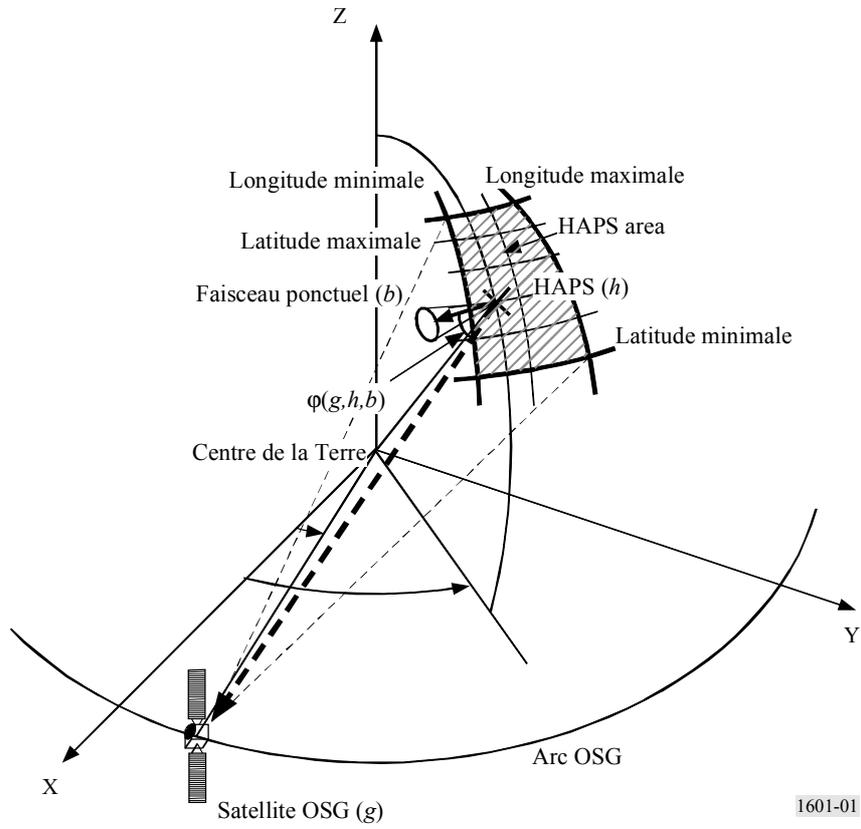
$$I(g,h,b,r) = P^H(b) - F_{loss} + G^H_{tx}(\varphi(g,h,b)) - FSL(g,h) + G^S_{rx}(\theta(h,g,r)) \quad \text{dB(W/MHz)} \quad (1)$$

dans laquelle:

- $P^H(b)$ : puissance d'émission dans une bande de 1 MHz (dB(W/MHz)) appliquée aux bornes de l'antenne de la station HAPS correspondant au faisceau ( $b$ )
- $F_{Loss}$ : affaiblissement d'alimentation (dB)
- $\varphi(g,h,b)$ : angle de discrimination (degrés) mesuré au niveau de la station HAPS ( $h$ ) entre l'axe de pointage d'un faisceau ponctuel HAPS ( $b$ ) et le satellite OSG ( $g$ )
- $G^H_{tx}(\varphi(g,h,b))$ : gain de l'antenne d'émission (dBi) de la station HAPS ( $h$ ) pour l'angle hors axe  $\varphi(g,h,b)$
- $FSL(g,h)$ : affaiblissement en espace libre (dB) entre le satellite OSG ( $g$ ) et la station HAPS ( $h$ )
- $\theta(h,g,r)$ : angle de discrimination (degrés) vu depuis le satellite OSG ( $g$ ) entre la direction de pointage d'un point de référence ( $r$ ) du SFS OSG et une station HAPS ( $h$ ) (voir la Fig. 2)
- $G^S_{rx}(\theta(h,g,r))$ : gain de l'antenne de réception (dBi) du satellite OSG ( $g$ ) pour l'angle hors axe  $\theta(h,g,r)$ .

FIGURE 1

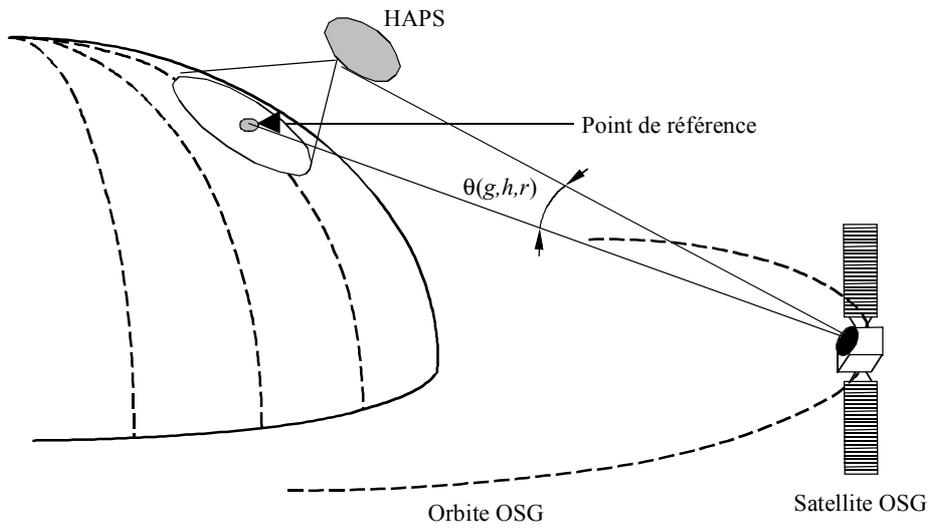
Modèle utilisé pour l'évaluation des brouillages causés par une station HAPS à un satellite OSG



1601-01

FIGURE 2

Modèle géométrique du point de référence associé à un satellite OSG



1601-02

Pour pouvoir calculer l'angle de discrimination au niveau d'un satellite OSG, il faut choisir un point de référence qui est un point spécifique situé à la surface de la Terre. On suppose alors que l'axe de visée de l'antenne à faisceau ponctuel du satellite OSG est toujours orienté vers ce point de référence, quelle que soit la position de l'engin spatial sur l'orbite. Si ce point n'est pas visible depuis le satellite OSG, on en choisit un autre tel que l'angle d'élévation en direction du satellite OSG soit le plus petit possible. La Fig. 2 représente le modèle géométrique associé à l'exemple et qui inclut le point de référence.

Considérant un scénario opérationnel HAPS dans lequel chaque faisceau ponctuel du système HAPS est un faisceau multiplexé, on suppose que ces porteuses sur la liaison descendante peuvent se trouver à l'intérieur de largeur bande totale du récepteur du satellite OSG.  $I_{single}$  désigne le brouillage cumulatif causé par le système HAPS et est calculé comme étant la somme de tous les brouillages  $I(g,h,b,r)$  causés par l'ensemble des faisceaux ponctuels possibles du système HAPS susceptibles d'utiliser la même fréquence. La valeur de  $I_{single}$  est donnée par l'équation (2).

$$I_{single} = 10 \log \left( \sum_{h=1}^{h_n} \sum_{b=1}^{b_n} 10^{I(g,h,b,r)/10} \right) \quad \text{dB(W/MHz)} \quad (2)$$

où  $b_n$  désigne le nombre de faisceaux ponctuels susceptibles d'utiliser la même fréquence et  $h_n$  le nombre de stations HAPS constituant le système HAPS.

Après avoir évalué le niveau des brouillages reçus par le SFS, le rapport brouillage/bruit,  $I/N$ , peut être calculé comme suit:

$$I/N_{single} = I_{single} - N = I_{single} - 10 \log(k T_{sat}) - 60 \quad (3)$$

où:

$I/N_{single}$ : rapport brouillage/bruit thermique (dB)

$N$ : puissance de bruit thermique du récepteur du satellite dans une bande de 1 MHz (dB(W/MHz))

$k$ : la constante de Boltzmann (W/(K · Hz))

$T_{sat}$ : température de bruit système du satellite OSG du SFS (K).

Le niveau de brouillage cumulatif calculé est alors comparé à un seuil de brouillage applicable afin de déterminer si le système HAPS cause des brouillages préjudiciables au SFS.

## 2.2 Brouillage causé par plusieurs systèmes HAPS

Il peut se trouver que plusieurs systèmes HAPS opérationnels causent des brouillages à un satellite OSG. Le brouillage cumulatif causé par plusieurs systèmes HAPS est représenté par  $I_{multiple}$  et est calculé à partir de la somme totale de chaque niveau de brouillage causé par chaque système HAPS au satellite OSG comme le montre l'équation (4).

$$I_{multiple} = 10 \log \left( \sum_{s=1}^{s_n} \sum_{h=1}^{h_n} \sum_{b=1}^{b_n} 10^{I(g,h,b,r)/10} \right) \quad \text{dB(W/MHz)} \quad (4)$$

dans laquelle  $s_n$  est le nombre de systèmes HAPS. Les autres termes sont identiques à ceux définis ci-dessus pour un brouillage causé par un seul système HAPS.

Pour une évaluation exacte d'une situation où il y a plusieurs systèmes HAPS, les caractéristiques de chaque système HAPS doivent être utilisées pour les calculs. Si l'on ne dispose pas de ces informations, on peut obtenir une indication approximative du brouillage résultant en utilisant les caractéristiques d'un système HAPS de référence.

Après avoir calculé le brouillage  $I_{multiple}$ , on peut le substituer à  $I_{single}$  dans l'équation (3) afin de déterminer l'effet des brouillages sur le système du SFS.

### 2.3 Commande de puissance sur la liaison descendante

Le brouillage causé par les liaisons descendantes HAPS à un système OSG du SFS est maximal lorsque la puissance d'émission sur la liaison descendante du système HAPS est maximale ou dans des conditions de pluie. Lorsqu'on utilise une commande de puissance sur la liaison descendante du système HAPS, la puissance d'émission cumulative de la liaison descendante HAPS peut être diminuée dans des conditions de ciel clair. Par conséquent, le brouillage causé à l'engin spatial du SFS est réduit par ciel clair.

### 2.4 Paramètres d'entrée

Pour les études de brouillage utilisant la méthode présentée dans cette annexe, il conviendra d'utiliser les caractéristiques des systèmes du SFS et des systèmes HAPS lorsque celles-ci sont disponibles. Dans le cas contraire, il conviendra d'utiliser les valeurs suivantes:

#### 2.4.1 Caractéristiques du système HAPS

Voir la Recommandation UIT-R F.1569.

#### 2.4.2 Caractéristiques d'entrée du système SFS

- $T_{sat}$ : 500 K
- Ouverture de faisceau d'antenne (petites stations):  $0,3^\circ$
- Ouverture de faisceau d'antenne (stations centrales):  $2^\circ$
- Gain d'antenne: selon la Recommandation UIT-R S.672, Annexe 1, ( $L_s = -20$  dB).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> La Recommandation UIT-R S.672 définit les objectifs de conception pour les antennes d'engin spatial. La spécification d'objectifs pour les faisceaux conformés n'est pas possible pour les cas types étant donné que l'on ne connaît pas la zone de service du SFS. Une caractéristique de décroissance spécifique ( $L_s = -10$  dB) pourra être utilisée pour caractériser le cas des faisceaux conformés dans l'attente de gabarits spécifiques de diagramme d'antenne destinés au calcul des brouillages.