

**UIT-R**

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

**Recommandation UIT-R SF.1843**  
(10/2007)

**Méthode de détermination du niveau de  
puissance des terminaux au sol des  
systèmes HAPS afin de faciliter le partage  
avec les récepteurs des stations spatiales  
dans les bandes 47,2-47,5 GHz  
et 47,9-48,2 GHz**

**Série SF**

**Partage des fréquences et coordination entre  
les systèmes du service fixe par satellite  
et du service fixe**



## Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

## Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans l'Annexe 1 de la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

### Séries des Recommandations UIT-R

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
<b>BO</b>	Diffusion par satellite
<b>BR</b>	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
<b>BS</b>	Service de radiodiffusion sonore
<b>BT</b>	Service de radiodiffusion télévisuelle
<b>F</b>	Service fixe
<b>M</b>	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
<b>P</b>	Propagation des ondes radioélectriques
<b>RA</b>	Radio astronomie
<b>RS</b>	Systèmes de télédétection
<b>S</b>	Service fixe par satellite
<b>SA</b>	Applications spatiales et météorologie
<b>SF</b>	<b>Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe</b>
<b>SM</b>	Gestion du spectre
<b>SNG</b>	Reportage d'actualités par satellite
<b>TF</b>	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
<b>V</b>	Vocabulaire et sujets associés

*Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.*

Publication électronique  
Genève, 2012

© UIT 2012

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

## RECOMMANDATION UIT-R SF.1843\*

**Méthode de détermination du niveau de puissance des terminaux au sol des systèmes HAPS afin de faciliter le partage avec les récepteurs des stations spatiales dans les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz**

(2007)

**Domaine d'application**

La présente Recommandation décrit une méthode et ses applications pour déterminer le niveau de puissance des terminaux au sol des systèmes HAPS afin de faciliter le partage de fréquences avec les récepteurs des stations spatiales du SFS dans les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que de nouvelles technologies faisant intervenir des relais de télécommunication placés sur des plates-formes à haute altitude sont en cours d'élaboration;
- b) que la CMR-97 a pris des dispositions pour l'exploitation de stations placées sur des plates-formes à haute altitude (HAPS) du service fixe, également dénommées répéteurs stratosphériques, dans les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz;
- c) que les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz sont attribuées au service fixe par satellite (SFS) dans le sens Terre vers espace;
- d) que l'UIT-R a été invité à étudier d'urgence les limites de puissance applicables aux stations au sol des systèmes HAPS afin de faciliter le partage avec les récepteurs des stations spatiales;
- e) que du fait que les systèmes du service fixe utilisant des stations HAPS peuvent utiliser toute la plage d'angles d'élévation, le partage avec le SFS peut présenter des difficultés;
- f) que la Recommandation UIT-R F.1500 contient les caractéristiques des systèmes du service fixe utilisant des stations HAPS,

*reconnaissant*

- a) que, en vertu du numéro 5.552A du Règlement des radiocommunications (RR), l'attribution au service fixe dans les bandes susmentionnées est destinée à être utilisée par les systèmes HAPS,

*recommande*

**1** d'utiliser la méthode donnée dans l'Annexe 1 pour déterminer le niveau maximal de puissance d'émission applicable aux terminaux au sol des systèmes HAPS afin de faciliter le partage avec les récepteurs des stations spatiales dans les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz, dans le sens sol vers station HAPS.

---

\* Les Commissions d'études 4 et 5 des radiocommunications ont respectivement apporté des modifications de forme à la présente Recommandation en septembre 2011 et en novembre 2010 conformément à la Résolution UIT-R 1.

## Annexe 1

### Méthode

#### 1 Caractéristiques des systèmes

##### 1.1 Système utilisant une plate-forme à haute altitude

Les paramètres utilisés dans cette analyse sont donnés dans la Recommandation UIT-R F.1500 et sont les suivants:

TABLEAU 1  
Zones de couverture du système HAPS (plate-forme à 21 km)

Zone de couverture	Angles d'élévation (degrés)	Portée au sol (km)
UAC <sup>(1)</sup>	90-30	0-36
SAC <sup>(2)</sup>	30-15	36-76,5
RAC <sup>(3)</sup>	15-5	76,5-203

<sup>(1)</sup> UAC: zone de couverture urbaine (*urban area coverage*).

<sup>(2)</sup> SAC: zone de couverture suburbaine (*suburban area coverage*).

<sup>(3)</sup> RAC: zone de couverture rurale (*rural area coverage*).

TABLEAU 2  
Paramètres des émetteurs des terminaux au sol

Communication vers	Densité de puissance de l'émetteur (dB(W/2 MHz))	Gain d'antenne (dBi)
UAC <sup>(1)</sup>	-8,2	23
SAC <sup>(2)</sup>	-7	38
RAC <sup>(3)</sup>	-1,5	38

<sup>(1)</sup> UAC: zone de couverture urbaine (*urban area coverage*).

<sup>(2)</sup> SAC: zone de couverture suburbaine (*suburban area coverage*).

<sup>(3)</sup> RAC: zone de couverture rurale (*rural area coverage*).

## 1.2 Station spatiale du SFS OSG

Les paramètres utilisés dans cette analyse sont les suivants:

TABLEAU 3  
Paramètres du satellite du SFS OSG

Gain d'antenne maximal (dBi)	51,8
Critère de brouillage (dB(W/MHz))	-150,5
Diagramme d'antenne	Recommandation UIT-R S.672-4

## 2 Analyse du brouillage

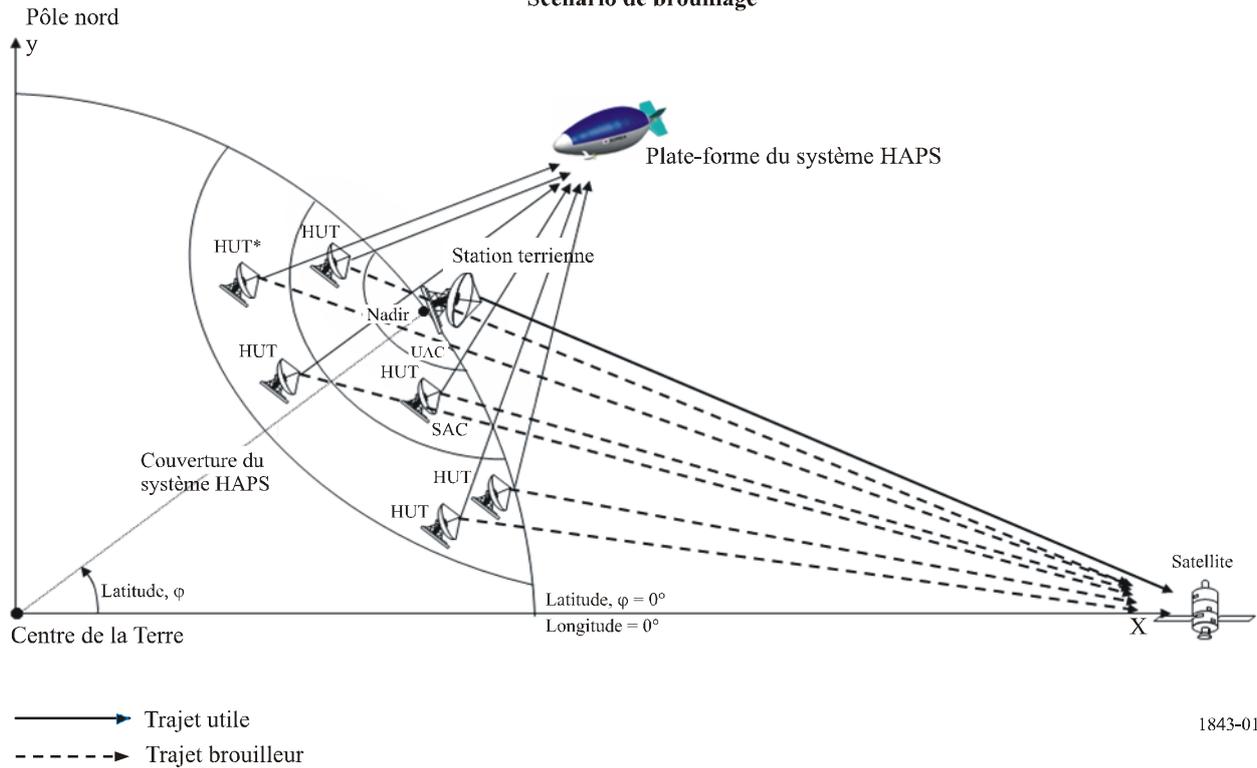
On étudie ici le brouillage causé par les terminaux au sol d'un système HAPS à un récepteur de station spatiale du SFS. Dans le cas d'une analyse du brouillage cumulatif, des terminaux au sol sont placés dans les zones de couverture du système HAPS et on calcule le brouillage subi par la station spatiale du SFS pour un certain nombre d'essais, chacun d'eux correspondant à une répartition aléatoire complète des terminaux au sol du système HAPS compte tenu de la Recommandation UIT-R F.1500. Les paramètres des terminaux au sol du système HAPS utilisés dans l'analyse sont présentés dans le Tableau 4. Pour l'étude du partage, on suppose qu'une plate-forme en charge totale pourrait admettre 100 terminaux au sol fonctionnant dans le même canal dans chacune des trois zones de couverture et que le lobe principal du diagramme de faisceau d'antenne du récepteur de la station spatiale du SFS pointe toujours en direction du nadir du système HAPS.

TABLEAU 4  
Paramètres d'émission des terminaux au sol du système HAPS

Zone de couverture	RAC	SAC	UAC
Intervalle d'angles d'élévation (degrés)	5-15	15-30	30-90
Nombre de terminaux au sol	100	100	100
Gain d'antenne (dBi)	38	38	23
Puissance (dBW)	-1,5	-7	-8,2
Largeur de bande de canal (MHz)	2	2	2

FIGURE 1

## Scénario de brouillage



1843-01

\* HUT: Terminal au sol du système HAPS (100 dans chaque zone de couverture)

Dans cette analyse, on part de l'hypothèse du scénario de brouillage présenté sur la Fig. 1. La station terrienne est située au nadir (centre de la couverture du système HAPS) et le satellite est situé à une latitude de  $0^\circ$  et à une longitude de  $0^\circ$ , tandis qu'on fait varier la position de la couverture du système HAPS uniquement en latitude (longitude =  $0^\circ$ ).

La densité de puissance que le récepteur de la station spatiale devrait recevoir peut être calculée par la formule (1):

$$P_r = P + G_t - L_{tf} + G_r - L_{rf} - L_a - L_p - 10 \log B - 20 \log (4\pi d/\lambda) - 60 \quad \text{dB(W/MHz)} \quad (1)$$

où:

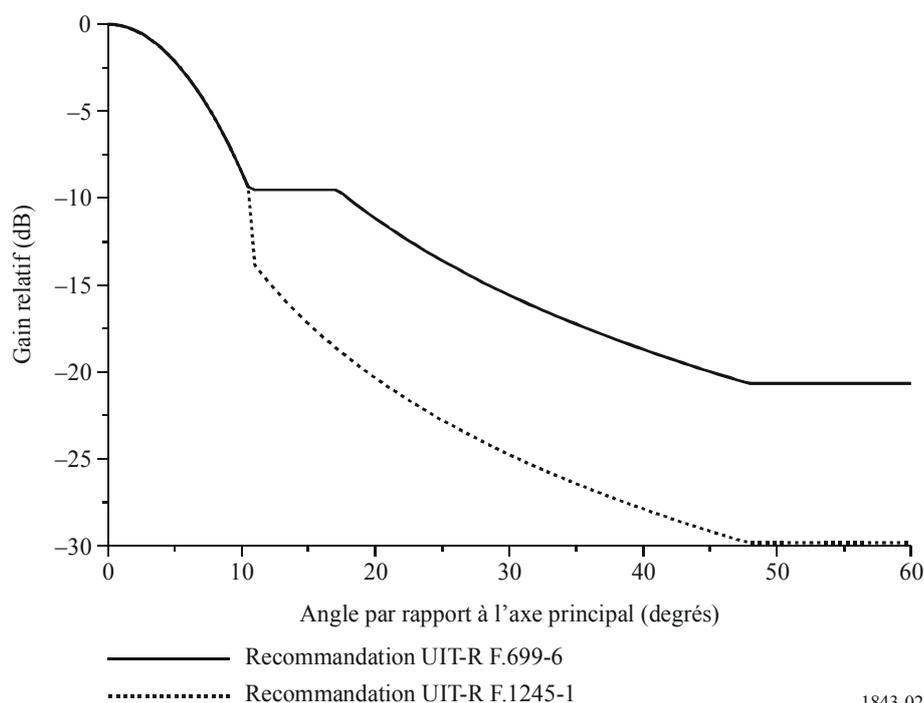
- $P_r$ : densité de puissance attendue de la porteuse reçue (dB(W/MHz))
- $P$ : densité de puissance de sortie de l'émetteur (dB(W/MHz))
- $G_t$ : gain de l'antenne d'émission (dBi)
- $L_{tf}$ : affaiblissement dans la ligne d'alimentation de l'antenne d'émission (dB)
- $G_r$ : gain de l'antenne de réception (dBi)
- $L_{rf}$ : affaiblissement dans la ligne d'alimentation de l'antenne de réception (dB)
- $L_a$ : absorption atmosphérique pour un angle d'élévation donné (dB)
- $L_p$ : affaiblissement dû à d'autres effets de propagation (dB)
- $B$ : largeur de bande (MHz)
- $d$ : distance du trajet du signal (km)
- $\lambda$ : longueur d'onde (m).

Les terminaux au sol du système HAPS sont supposés avoir une largeur de bande de 2 MHz comme décrit dans la Recommandation UIT-R F.1500. Pour les diagrammes de faisceau d'antenne de ces terminaux, il est fait référence aux Recommandations UIT-R F.1245 et UIT-R F.699. Compte tenu des gains d'antenne maximaux donnés dans le Tableau 4, on considère les diagrammes de faisceau d'antenne dans les cas où le rapport entre le diamètre d'antenne et la longueur d'onde est inférieur ou égal à 100, dans les deux Recommandations susmentionnées.

A titre d'exemples de diagramme de faisceau d'antenne, la Fig. 2 montre que le diagramme de faisceau d'antenne tiré de la Recommandation UIT-R F.1245 a des lobes latéraux inférieurs à ceux du diagramme tiré de la Recommandation UIT-R F.699.

FIGURE 2

## Diagrammes de rayonnement de faisceau



1843-02

La Figure 3 montre un exemple de fonction de distribution cumulative (CDF, *cumulative distribution function*) du brouillage pour différentes latitudes de la plate-forme du système HAPS et de la station terrienne associée au satellite pour 1 000 essais, sur la base des paramètres indiqués dans le Tableau 4. Dans cet exemple, on a utilisé le diagramme de faisceau d'antenne de la Recommandation UIT-R F.699-6 pour les terminaux au sol du système HAPS. Si le critère de brouillage pour la station spatiale du SFS est de  $-150,5$  dB(W/MHz) comme indiqué dans le Tableau 3, il est dépassé pour toutes les valeurs de latitude supérieures à  $70^\circ$ . Pour une latitude inférieure à  $70^\circ$ , le brouillage causé par les terminaux au sol du système HAPS à la station spatiale du SFS augmente à mesure que la latitude augmente. Si la latitude est supérieure à  $70^\circ$ , le brouillage diminue.

La Figure 4 compare les fonctions CDF obtenues avec les diagrammes de faisceau d'antenne des Recommandations UIT-R F.699 et UIT-R F.1245. Il en ressort que, à une latitude donnée, les terminaux au sol du système HAPS causent moins de brouillage au récepteur de la station spatiale dans le cas du diagramme de la Recommandation UIT-R F.1245 que dans le cas du diagramme de la Recommandation UIT-R F.699.

FIGURE 3

Exemples de fonction CDF pour diverses latitudes du nadir du système HAPS  
(diagramme de faisceau d'antenne tiré de la Recommandation UIT-R F.699)

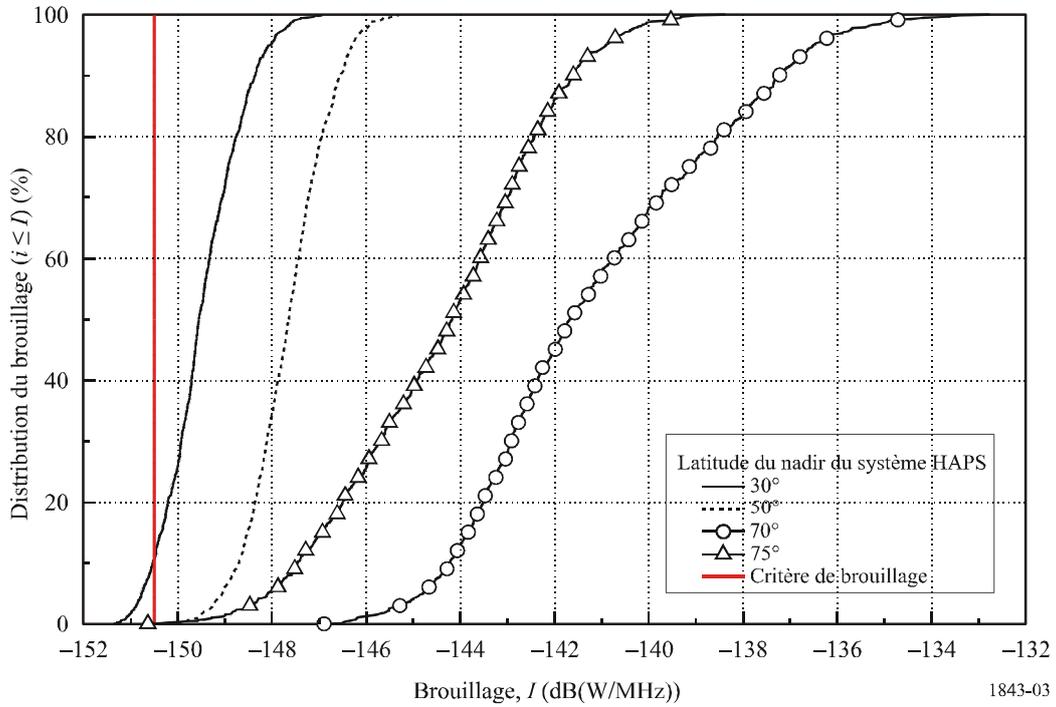
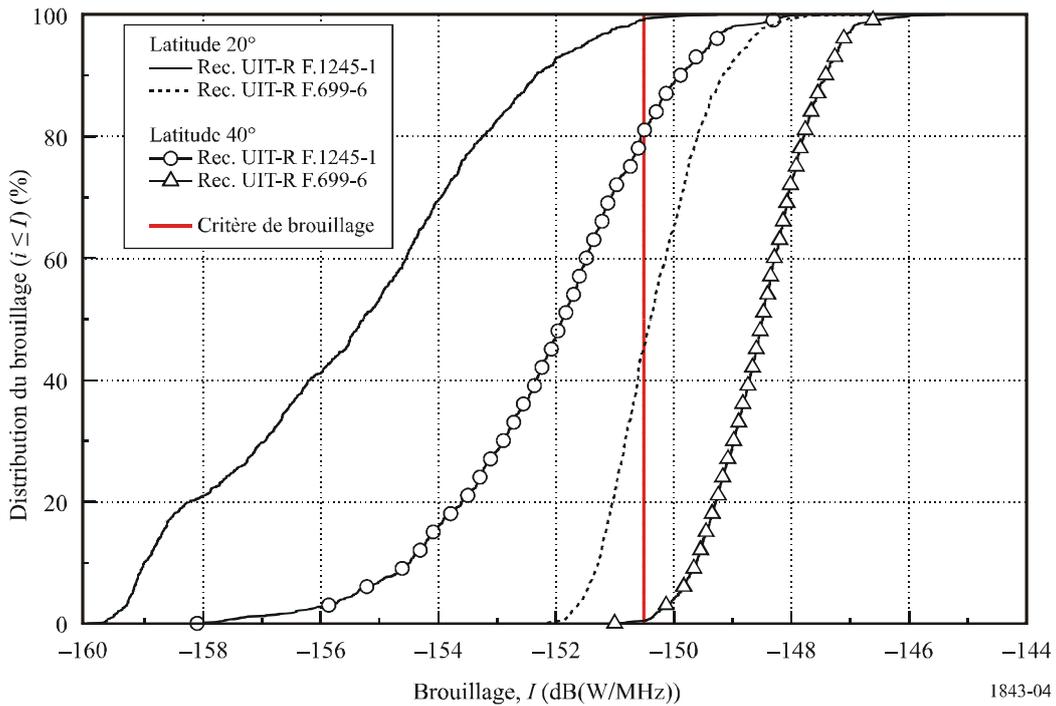


FIGURE 4

Fonctions CDF obtenues avec les diagrammes de faisceau d'antenne  
de la Recommandation UIT-R F.699 et de la Recommandation UIT-R F.1245



### 3 Niveau de puissance d'émission des terminaux au sol du système HAPS

Pour réduire la puissance du brouillage causé par les terminaux au sol du système HAPS à la station spatiale du SFS, il convient de spécifier le niveau de puissance maximal produit par les terminaux au sol. Le présent paragraphe donne des exemples de spécification du niveau de puissance maximal produit par les terminaux au sol du système HAPS sur la base des diagrammes de faisceau d'antenne mentionnés dans les Recommandations UIT-R F.699 et UIT-R F.1245.

On applique la réduction de puissance des terminaux au sol du système HAPS donnée dans la Recommandation UIT-R F.1500 de manière à éviter que ces terminaux brouillent les stations spatiales du SFS, y compris dans les zones de couverture communes. On suppose que les terminaux au sol du système HAPS sont dotés d'un système de commande de puissance.

Comme indiqué sur les Fig. 3 et 4, comme le brouillage varie suivant la latitude du nadir du système HAPS et suivant les diagrammes de faisceau d'antenne des terminaux au sol du système HAPS, il est nécessaire de spécifier une puissance appropriée en fonction de la latitude et du diagramme de faisceau d'antenne.

Le Tableau 5 donne les paramètres des terminaux au sol du système HAPS pour différentes réductions de puissance lorsque le diagramme de faisceau d'antenne de la Recommandation UIT-R F.699 est appliqué aux terminaux au sol du système HAPS. Dans les cas C et D du Tableau, on ne place aucun terminal au sol du système HAPS dans les zones SAC et RAC étant donné qu'aux latitudes plus élevées, le faisceau principal d'un tel terminal risque davantage de pointer en direction du récepteur de la station spatiale du SFS du fait que l'angle d'élévation est faible.

TABLEAU 5

#### Paramètres de partage pour différentes latitudes du nadir du système HAPS (diagramme de faisceau d'antenne de la Recommandation UIT-R F.699)

Cas	Latitude du système HAPS et de la station terrienne associée au satellite	Paramètres d'émission	UAC	SAC	RAC
			Angles d'élévation (90°-30°)	Angles d'élévation (30°-15°)	Angles d'élévation (15°-5°)
A	$0^\circ \leq \varphi \leq 30^\circ$	Nombre de terminaux au sol	100	100	100
		Gain de l'antenne	23 dBi	38 dBi	38 dBi
		Puissance	-13,2 dBW	-7 dBW	-1,5 dBW
B	$30^\circ < \varphi \leq 50^\circ$	Nombre de terminaux au sol	100	100	100
		Gain de l'antenne	23 dBi	38 dBi	38 dBi
		Puissance	-13,2 dBW	-12 dBW	-6,5 dBW
C	$50^\circ < \varphi < 58^\circ$	Nombre de terminaux au sol	100	–	–
		Gain de l'antenne	23 dBi	–	–
		Puissance	-13,2 dBW	–	–
D	$\varphi \geq 58^\circ$	Nombre de terminaux au sol	100	–	–
		Gain de l'antenne	23 dBi	–	–
		Puissance	-8,2 dBW	–	–

#### Remarque

Cas A: Réduction de puissance de 5 dB uniquement dans la zone UAC.

Cas B: Réduction de puissance de 5 dB partout.

Cas C: Réduction de puissance de 5 dB dans la zone UAC et aucun utilisateur dans les zones SAC et RAC.

Cas D: Pas de réduction de puissance et aucun utilisateur dans les zones SAC et RAC.

Le Tableau 6 donne les paramètres des terminaux au sol du système HAPS pour différentes réductions de puissance lorsque le diagramme de faisceau d'antenne de la Recommandation UIT-R F.1245 est appliqué aux terminaux au sol du système HAPS. Pour la même raison que celle invoquée ci-dessus, on ne place également aucun terminal au sol du système HAPS dans les zones SAC et RAC dans les cas C et D du Tableau.

TABLEAU 6

**Paramètres de partage pour différentes latitudes du nadir du système HAPS  
(diagramme de faisceau d'antenne de la Recommandation UIT-R F.1245)**

Cas	Latitude du système HAPS et de la station terrienne associée au satellite	Paramètres d'émission	UAC	SAC	RAC
			Angles d'élévation (90°-30°)	Angles d'élévation (30°-15°)	Angles d'élévation (15°-5°)
A	$0^\circ \leq \varphi \leq 30^\circ$	Nombre de terminaux au sol	100	100	100
		Gain de l'antenne	23 dBi	38 dBi	38 dBi
		Puissance	-10,7 dBW	-7 dBW	-1,5 dBW
B	$30^\circ < \varphi \leq 50^\circ$	Nombre de terminaux au sol	100	100	100
		Gain de l'antenne	23 dBi	38 dBi	38 dBi
		Puissance	-12,2 dBW	-11 dBW	-5,5 dBW
C	$50^\circ < \varphi < 58^\circ$	Nombre de terminaux au sol	100	–	–
		Gain de l'antenne	23 dBi	–	–
		Puissance	-10,7 dBW	–	–
D	$\varphi \geq 58^\circ$	Nombre de terminaux au sol	100	–	–
		Gain de l'antenne	23 dBi	–	–
		Puissance	-8,2 dBW	–	–

**Remarque**

Cas A: Réduction de puissance de 2,5 dB uniquement dans la zone UAC.

Cas B: Réduction de puissance de 4 dB partout.

Cas C: Réduction de puissance de 2,5 dB dans la zone UAC et aucun utilisateur dans les zones SAC et RAC.

Cas D: Pas de réduction de puissance et aucun utilisateur dans les zones SAC et RAC.

La Figure 5 montre qu'il est possible d'éviter que les terminaux au sol du système HAPS brouillent la station spatiale du SFS pour une réduction de puissance des terminaux au sol allant jusqu'à 5 dB.

La Figure 6 montre qu'il est possible d'éviter que les terminaux au sol du système HAPS brouillent la station spatiale du SFS pour une réduction de puissance des terminaux au sol allant jusqu'à 4 dB.

Pour les latitudes faibles (inférieures à 30°), la puissance des terminaux au sol du système HAPS situés dans la zone UAC est un facteur important, mais pour les latitudes élevées (supérieures à 30°), c'est la puissance des terminaux au sol du système HAPS situés dans les zones SAC et RAC qui est le facteur dominant. Les Figures 5 et 6 montrent que dans tous les cas, le critère de brouillage est respecté.

FIGURE 5

Fonctions CDF pour les paramètres des cas A, B, C et D du Tableau 5

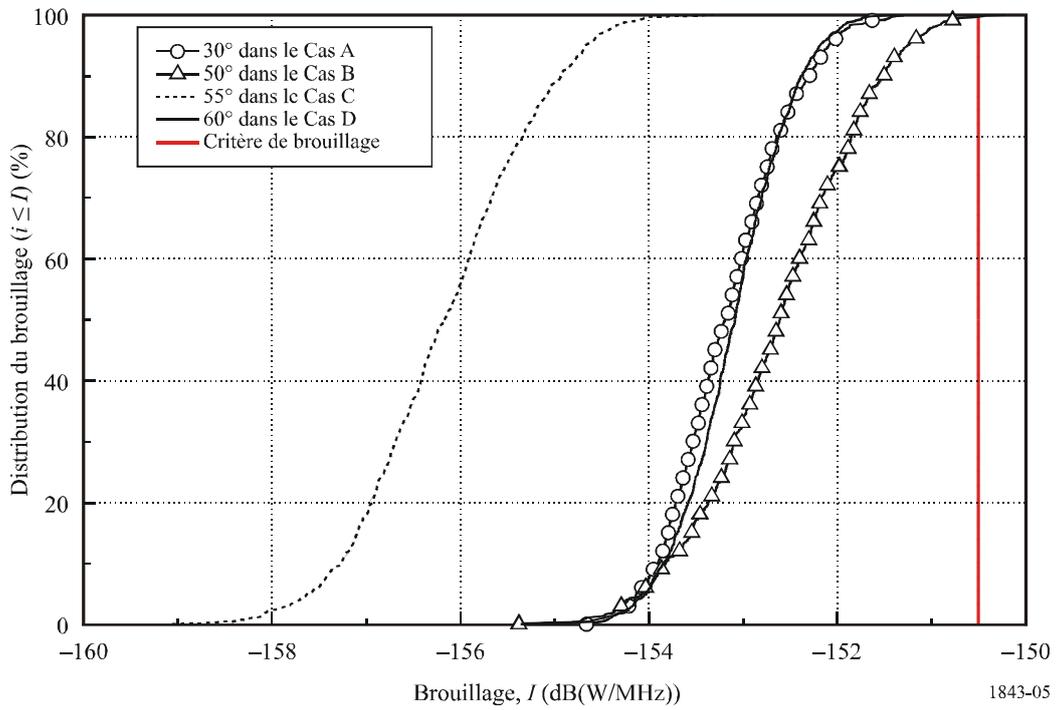
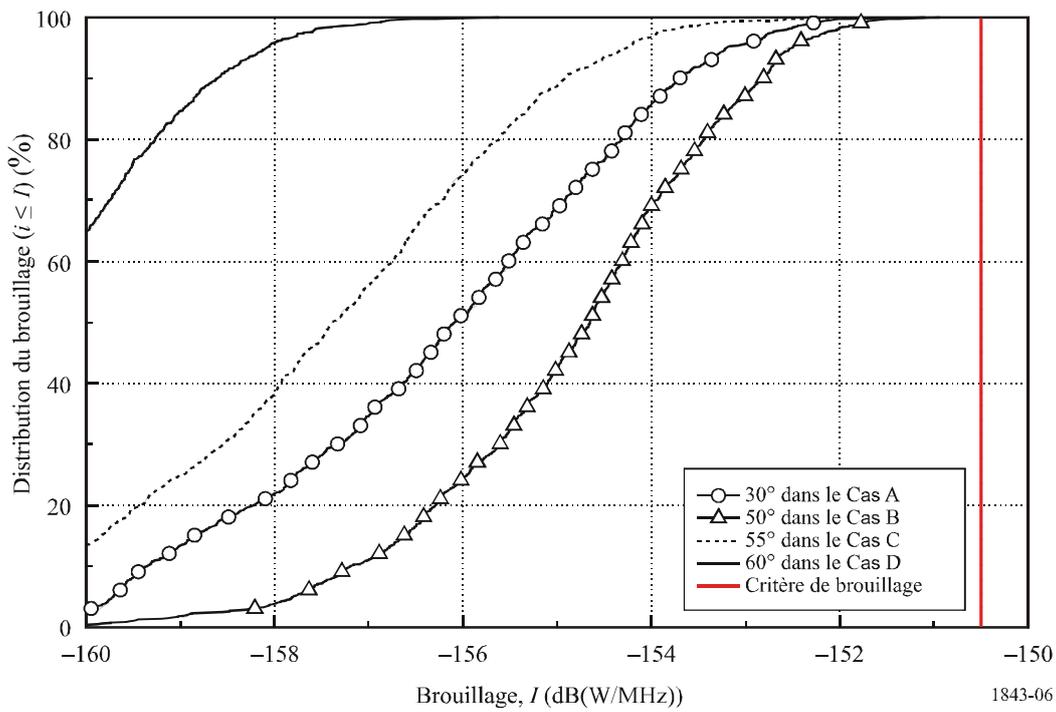


FIGURE 6

Fonctions CDF pour les paramètres des cas A, B, C et D du Tableau 6



Si les terminaux au sol du système HAPS sont équipés d'un système de commande de puissance, ils peuvent réduire leur puissance d'émission par temps clair, pour que le critère de brouillage du récepteur de la station spatiale du SFS ne soit pas dépassé dans une zone de couverture commune. Par temps clair, la réduction peut aller jusqu'aux valeurs de l'affaiblissement dû à la pluie données dans la Recommandation UIT-R F.1500, par exemple 11,2 dB, 14,9 dB et 22,4 dB respectivement dans les zones UAC, SAC et RAC. Dans cette analyse, la réduction de puissance (par exemple: 5 dB au maximum dans le cas des paramètres du Tableau 5, 4 dB au maximum dans le cas des paramètres du Tableau 6) est prise comme hypothèse pour montrer qu'il est possible d'éviter le brouillage dans une zone de couverture commune. La réduction s'appliquerait dans les zones de couverture communes. Par temps de pluie, la puissance ne serait plus réduite.

#### **4 Résumé**

La présente Annexe décrit une méthode et ses applications pour déterminer le niveau de puissance des terminaux au sol des systèmes HAPS afin de faciliter le partage de fréquences avec les stations spatiales du SFS dans les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz. Une réduction de puissance permet de respecter le critère de brouillage lorsque les paramètres indiqués dans les Tableaux 5 et 6 sont utilisés (plage de commande de puissance de 5 dB).

Pour résumer, la présente Annexe montre qu'il est possible d'éviter qu'une station spatiale du SFS soit brouillée par les terminaux au sol d'un système HAPS lorsque ces terminaux présentent une plage de commande de puissance de 5 dB.

---