

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R F.1608 (02/2003)

**Partage de fréquences entre des systèmes
du service fixe utilisant des stations sur des
plates-formes à haute altitude et des
systèmes conventionnels du service fixe
fonctionnant dans les bandes 47,2-47,5
et 47,9-48,2 GHz**

**Série F
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
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	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, 2011

© UIT 2011

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 F.1608*

Partage de fréquences entre des systèmes du service fixe utilisant des stations sur des plates-formes à haute altitude et des systèmes conventionnels du service fixe fonctionnant dans les bandes 47,2-47,5 et 47,9-48,2 GHz

(Question UIT-R 212/9)

(2003)

Domaine d'application

La présente Recommandation traite du partage de fréquences entre des systèmes conventionnels du service fixe (SF) et des systèmes utilisant des stations placées sur des plates-formes à haute altitude (HAPS) fonctionnant dans les bandes 47,2-47,5 et 47,9-48,2 GHz. Les Annexes, fondées sur les analyses utilisant les caractéristiques de systèmes HAPS contenues dans la Recommandation UIT-R F.1500, décrivent une méthodologie applicable aux études de partage et des éléments susceptibles d'orienter les études de faisabilité du partage entre des systèmes HAPS et des systèmes du SF en fonction de leur zone de couverture.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les systèmes utilisant une ou plusieurs stations sur des plates-formes à haute altitude (HAPS, *high altitude platform stations*) situées en des points fixes de la stratosphère peuvent avoir des caractéristiques recherchées pour les communications numériques à large bande et à haute vitesse, tout en offrant de grandes possibilités de réutilisation des fréquences et en permettant d'assurer un service dans des zones présentant une forte densité d'utilisateurs;
- b) que de tels systèmes permettent d'assurer la couverture de zones métropolitaines avec des angles d'élévation élevés et, la couverture de zones rurales reculées ou de pays voisins avec des angles d'élévation faibles;
- c) que les services numériques à large bande fournis par de tels systèmes du service fixe sont appelés à assurer les vastes infrastructures de transmission de l'information contribuant à l'infrastructure mondiale de l'information;
- d) que le spectre radioélectrique au-dessus de 30 GHz est attribué à divers services radioélectriques et que de nombreux services différents utilisent déjà ces attributions ou projettent de le faire;
- e) que la demande vis-à-vis de ces attributions augmente;
- f) que les attributions faites au service fixe dans les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz sont destinées aux stations HAPS;
- g) que les administrations sont instamment invitées à faciliter la coordination entre les stations HAPS du service fixe exploitées dans les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz et les autres services ayant des attributions coprimaires sur leur territoire et sur des territoires adjacents;

* La Commission d'études 5 des radiocommunications a apporté des modifications de forme à la présente Recommandation en décembre 2009, conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 1.

h) qu'en raison des caractéristiques de visibilité des HAPS, le partage de fréquences entre les réseaux HAPS et d'autres systèmes conventionnels du service fixe peut présenter certaines difficultés pour les applications co-localisées et co-fréquences,

recommande

1 que les caractéristiques des systèmes du service fixe utilisant des stations HAPS spécifiées dans la Recommandation UIT-R F.1500 soient utilisées pour l'analyse des possibilités de partage entre les systèmes HAPS du service fixe et les autres systèmes conventionnels du service fixe dans les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz;

2 que, pour mener l'analyse des possibilités de partage entre les systèmes du service fixe utilisant des stations HAPS et d'autres systèmes conventionnels du service fixe, à l'instar de l'Annexe 2, la méthode décrite dans l'Annexe 1 soit utilisée;

3 que, pour les possibilités de partage entre les systèmes HAPS et les systèmes conventionnels du SF, il soit tenu compte des résultats de l'analyse figurant à l'Annexe 2 suivants:

- dans les zones où l'on envisage d'offrir un service HAPS à de très nombreuses stations, telles les zones urbaines et suburbaines, le partage de fréquences dans une même zone avec des systèmes conventionnels du service fixe sera difficile. Pour le système HAPS type décrit dans la Recommandation UIT-R F.1500, avec des zones de services symétriques autour du point du nadir du système HAPS, la limite du service se trouvera probablement au bord extérieur de la zone de couverture suburbaine, à 80 km environ du nadir;
- dans les zones où l'on n'envisage pas d'offrir un service HAPS à de très nombreuses stations, telles les zones rurales, le partage avec d'autres systèmes du service fixe pourrait être réalisable à condition d'avoir une discrimination angulaire suffisante entre les systèmes conventionnels du service fixe et les systèmes HAPS exploités dans le service fixe. Une telle discrimination angulaire pourra peut-être uniquement être possible si les systèmes conventionnels du service fixe sont situés en dehors du champ de visibilité de la plate-forme HAPS;
- dans les zones où la couverture du système HAPS est seulement limitée à la couverture urbaine (UAC, *urban area coverage*) ou à la fois aux couvertures urbaines et suburbaines (SAC, *suburban area coverage*), le partage avec des systèmes conventionnels du service fixe sera seulement possible s'ils sont installés en dehors du champ de visibilité de la plate-forme HAPS;

4 que des études complémentaires pourraient permettre d'identifier d'autres scénarios opérationnels et d'autres techniques de réduction des brouillages propres à faciliter le partage de fréquences.

Annexe 1

Méthode à utiliser pour l'analyse du partage de fréquences entre des systèmes du service fixe utilisant des stations HAPS et des systèmes conventionnels du service fixe

1 Introduction

La présente Annexe définit les principes de la méthodologie applicable à l'étude des scénarios de brouillage et des possibilités de partage entre des systèmes du service fixe utilisant des stations HAPS et des systèmes conventionnels du service fixe.

Pour être plus précis, les bandes de fréquences identifiées pour les systèmes du service fixe utilisant des stations HAPS sont les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz. Elles font partie de la bande 47,2-50,2 GHz qui est également attribuée au service mobile et, dans le sens Terre vers espace, au service fixe par satellite.

Certaines applications du service fixe sont exploitées dans les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz; la Recommandation UIT-R F.758 traite de considérations relatives à la définition de critères de partage. Ces bandes ne sont pas actuellement utilisées par le service mobile et on ne dispose pas de paramètres sur lesquels fonder une analyse de brouillage type. Il convient de noter toutefois, que la forte densité de petites stations d'utilisateur envisagée pour les réseaux HAPS (HAPN, *high altitude platform network*) va probablement rendre le partage avec les systèmes du service mobile très difficile.

2 Caractéristiques techniques

Les caractéristiques techniques d'un réseau HAPN type fonctionnant dans les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz sont spécifiées dans la Recommandation UIT-R F.1500. Ce texte contient des informations sur les paramètres techniques des équipements ainsi que sur les gains et la directivité des antennes équipant une station HAPS.

Les caractéristiques techniques des systèmes du service fixe de Terre fonctionnant dans la bande 47,2-50,2 GHz sont données dans la Recommandation UIT-R F.758. Les diagrammes d'antenne de référence sont spécifiés dans la Recommandation UIT-R F.699.

Les caractéristiques de propagation pour l'affaiblissement en espace libre, l'absorption par les gaz de l'atmosphère et l'affaiblissement et la diffusion par les hydrométéores sont données dans les Recommandations UIT-R de la série P.

3 Méthode applicable aux études de partage

Dans la Recommandation UIT-R F.1500, il est indiqué qu'un réseau HAPN type peut comporter 2100 cellules, avec un facteur de réutilisation de fréquences égal à 7 et ceci dans une zone de service de 468 km de diamètre. En outre, il peut y avoir jusqu'à 40 stations passerelles à l'intérieur d'une zone de 181 km de diamètre. En fonction de la largeur de bande attribuée à un réseau HAPN, on peut y dénombrer jusqu'à 330000 stations d'utilisateurs simultanément actives à l'intérieur d'un parc d'abonnés supérieur à 5 millions. Ces stations seront équipées d'une antenne orientée vers la station HAPS. Les 2100 faisceaux émis par la station HAPS couvriront l'ensemble de la zone de couverture, et feront appel à la réutilisation de fréquences.

Le service fixe conventionnel exploité dans cette bande pourra servir à assurer des liaisons à grande largeur de bande entre des points fixes bien définis ou des liaisons fixes à haute densité où les emplacements et l'orientation de chaque liaison peuvent ne pas être spécifiés à l'avance. Pour ces deux types d'application conventionnelle la longueur des liaisons sera limitée à la fois par le relief et les obstacles et aussi par l'absorption atmosphérique et l'absorption par les hydrométéores.

En raison de la multiplicité des liaisons possibles, la méthodologie utilisée pour les études de partage devra s'appuyer sur l'évaluation des risques de brouillage entre deux stations, ainsi que sur les caractéristiques de directivité des antennes, et les calculs devront être effectués pour un grand nombre de cas de ce type en utilisant une sélection aléatoire d'emplacements de stations à l'intérieur des zones de couverture en tenant compte de considérations relatives à la réutilisation de fréquence, aux largeurs de bande, etc.

Certaines études préliminaires de ce type ont été entreprises avec 720 millions de cas ayant fait l'objet de simulations. Ces études ont montré que le partage cocanal entre des stations de service fixe de Terre et des stations d'utilisateur HAPN sera très difficile, et que la distance de séparation nécessaire entre la zone couverte par un réseau HAPN et une station du service fixe conventionnel dépend du gain, et ainsi que de l'orientation de la liaison fixe. Pour ces zones de couverture adjacentes, une simulation utilisant des trajets dépourvus d'obstacles sur une Terre plate n'était pas appropriée et la méthode devrait prendre en compte la courbure de la Terre et la probabilité d'obstruction due au relief ou à certaines caractéristiques de la surface.

De même, pour la simulation des brouillages pour les stations HAPS, le partage en zone adjacente dépend de la position et de la direction des liaisons fixes, mais dans ce cas, la probabilité d'effet d'écran par diffraction dû aux trajets obliques est plus faible.

Annexe 2

Partage de fréquences entre des systèmes conventionnels du service fixe et des systèmes avec station HAPS

1 Station HAPS dans le service fixe

La Recommandation UIT-R F.1500 spécifie les caractéristiques préférées d'un système HAPS type du service fixe. Ces caractéristiques sont données dans les Tableaux 1 à 4:

TABLEAU 1
Zones de couverture HAPS

Zone de couverture	Angle d'élévation (degrés)	Portée au sol (km) (Plate-forme à 21 km)
UAC	90-30	0-36
SAC	30-15	36-76,5
RAC	15-5	76,5-203

RAC: couverture rurale (*rural area coverage*)

TABLEAU 2

Caractéristiques de l'émetteur de station de plate-forme

Zone de couverture	Puissance d'émission (dBW)	Gain d'antenne (dBi)
UAC	1,3	30
SAC	1,3	30
RAC	3,5	41

TABLEAU 3

Caractéristiques d'un émetteur de station d'utilisateur

Zone de couverture	Puissance d'émission (dBW)	Gain d'antenne (dBi)
UAC	-8,2	23
SAC	-7	38
RAC	-1,5	38

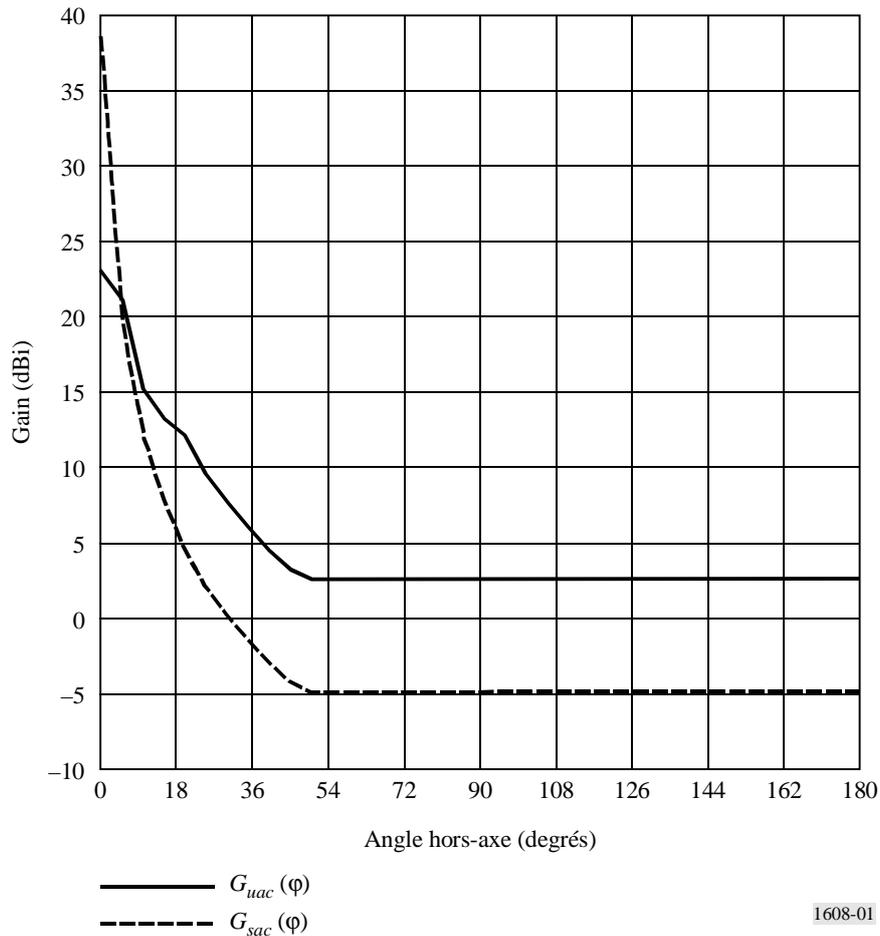
TABLEAU 4

Critères de brouillage applicables aux systèmes HAPS

	Station d'utilisateur	HAPS
Critères de brouillage (dB(W/MHz))	-149	-151,6

FIGURE 1

Enveloppe des diagrammes de rayonnement de référence des stations d'utilisateurs HAPS (Recommandation UIT-R F.699)



2 Description générale d'autres systèmes du service fixe fonctionnant dans les bandes 47,2-47,5 GHz et 47,9-48,2 GHz

Le Tableau 5 donne les caractéristiques des systèmes conventionnels du service fixe fonctionnant dans la bande des 47 GHz spécifiées dans la Recommandation UIT-R F.758.

Le Système 1 sera utilisé comme source de brouillage (car il présente la p.i.e. spectrale la plus élevée) et le Système 3 comme système brouillé (car ce système est le plus sensible aux brouillages).

TABLEAU 5

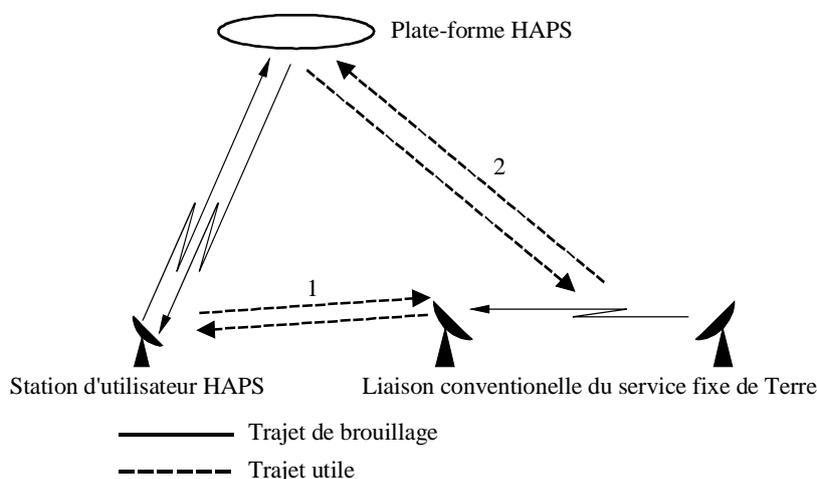
Caractéristiques radioélectriques du système du service fixe de Terre

Système	1	2	3	4
Modulation	MDF-2	MAQ-4	MAQ-16	MAQ-256
Capacité (Mbit/s)	1,544	44,736	90	310
Largeur de bande d'un canal (MHz)	5	50	50	50
Gain (maximal) d'antenne (dBi)	46	46	46	46
Puissance de sortie maximale de l'émetteur (dBW)	-11	-12	-2	-2
p.i.r.e. maximale (dB(W/MHz))	28	17	27	27
Largeur de bande du récepteur (MHz)	2	50	50	50
Facteur de bruit du récepteur (dB)	11	13	5	5
Bruit thermique du récepteur (dB(W/MHz))	-133	-133	-137	-137
Critère de brouillage (dB(W/MHz))	-143	-143	-147	-147

3 Analyse des brouillages

L'analyse des brouillages se fonde sur les scénarios recensés à la Fig. 2.

FIGURE 2
Scénarios de brouillage



1 et 2: scénarios indiqués aux § 3.1 et 3.2.

1608-02

3.1 Brouillage entre stations d'utilisateur HAPS et systèmes conventionnels du service fixe (Scénario 1)

Dans la présente section on étudie les scénarios de brouillage suivants:

- brouillage causé par des systèmes conventionnels du service fixe à des stations d'utilisateur HAPS;
- brouillage causé par des stations d'utilisateur HAPS à des systèmes conventionnels du service fixe.

Cette analyse est fondée sur des brouillages à source unique et à sources multiples. La distance de séparation entre les stations d'utilisateur HAPS et les systèmes conventionnels du service fixe est déterminée de manière à ce que le critère de brouillage applicable soit respecté.

Les résultats des études précédentes indiquent que le partage de fréquences dans une même zone sera difficile en particulier dans des zones où l'on envisage la mise en place d'un service HAPS ubiquiste et sera éventuellement uniquement possible dans des situations particulières où les emplacements d'antenne sont soigneusement choisis et les géométries de trajet sont particulièrement favorables. Ainsi, les distances de séparation dans la présente étude sont calculées sur l'hypothèse que les systèmes conventionnels du service fixe sont situés en dehors de la zone de couverture du système HAPS.

3.1.1 Analyse du brouillage dans le cas d'un brouillage à source unique

Le Tableau 6 donne les distances de séparation calculées dans le cas d'une analyse à un seul brouillage. On suppose que la station d'utilisateur HAPS et les systèmes conventionnels du service fixe sont situés à une hauteur de 10 m.

TABLEAU 6

Distances de séparation pour les brouillages entre des stations d'utilisateur HAPS et des systèmes conventionnels du service fixe

Scénario de brouillage	RAC	SAC	UAC
	Espacement géographique (km)		
Service fixe brouillant une station d'utilisateur HAPS	26,5	26,5	29,5
Station d'utilisateur HAPS brouillant le service fixe	28	28	31

3.1.2 Analyse de brouillage dans le cas d'un brouillage par sources multiples

L'analyse des brouillages multiples se fonde sur une approche de Monte-Carlo, en tenant compte des données réelles de relief du Royaume-Uni.

Le brouillage cumulatif au niveau des récepteurs a été calculé pour chacune des 1 000 000 d'épreuves. Chaque épreuve correspond à une distribution aléatoire des émetteurs brouilleurs. L'affaiblissement de trajet entre chaque émetteur et le récepteur a été calculé en utilisant la Recommandation UIT-R P.452.

Une fonction de distribution cumulative (FDC) des brouillages au niveau du récepteur a ensuite été déterminée. Cette FDC ne correspond pas à l'instant pendant lequel il peut y avoir brouillage mais plutôt à la vraisemblance, compte tenu de la répartition aléatoire des stations.

3.1.3 Brouillage causé par des systèmes conventionnels du service fixe à des stations d'utilisateur HAPS

Dans le cas du brouillage causé par des systèmes conventionnels du service fixe à des stations d'utilisateur HAPS, on a pris pour hypothèse les caractéristiques indiquées dans le Tableau 7. Des sites dans le Cambridgeshire (Royaume-Uni), à Breckland et Great Bardfield, ont été retenus. La région de Breckland est une région plate de faible altitude alors que celle de Great Bardfield est très accidentée. La distance de séparation entre les stations d'utilisateur HAPS et la zone où se trouve les émetteurs brouilleurs a été fixée à 30 km (approximativement égale à la distance de séparation calculée pour l'analyse du brouillage par source unique du § 3.1.1).

TABLEAU 7

**Caractéristiques utilisées pour évaluer le brouillage cumulatif causé
par des systèmes conventionnels du service fixe
à une station d'utilisateur HAPS**

Emetteurs du système du service fixe de Terre	
Densité	0,02 sites/km ²
Emplacement	Rayon de 10 km autour de TL660900 (Breckland) ou TL675300 (Great Bardfield)
Récepteur de station d'utilisateur HAPS	
Emplacement	Madingley, Cambridge (TL388595)

Les résultats des simulations sont illustrés aux Fig. 3 et 4.

FIGURE 3

**FDC des brouillages dans le cas de brouillage cumulatif causé par des systèmes
conventionnels du service fixe à une station d'utilisateur HAPS située
au bord d'une zone UAC (fondée sur des systèmes du service
fixe situés à Breckland)**

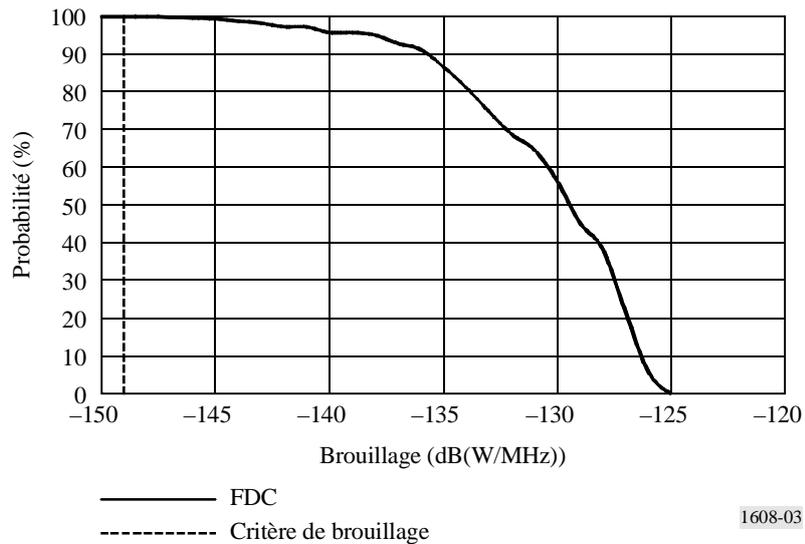
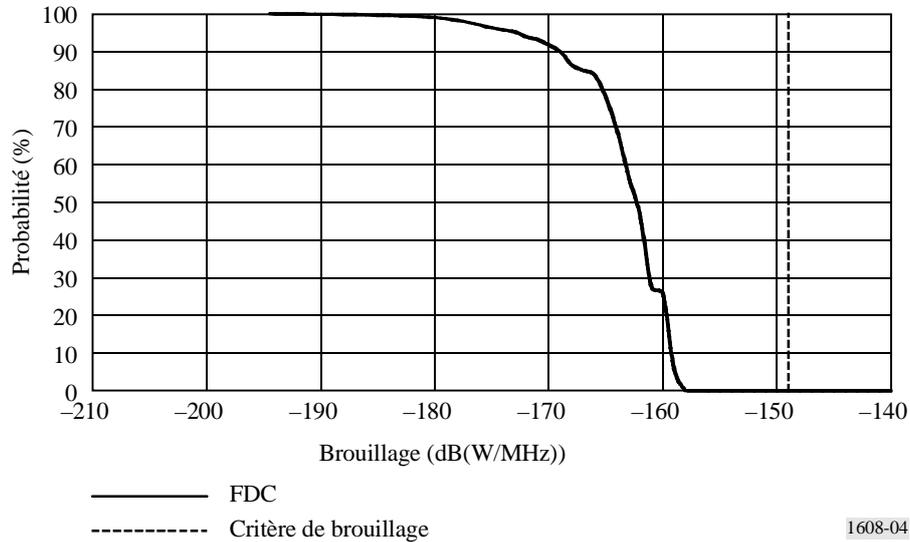


FIGURE 4

FDC des brouillages dans le cas d'un brouillage cumulatif causé par des systèmes conventionnels du service fixe à une station d'utilisateur HAPS située au bord d'une zone UAC (fondée sur des émetteurs du service fixe situés à Great Bardfield)



Les Fig. 3 et 4 montrent que la différence de relief a une forte influence sur la différence (environ 40 dB) observée pour les brouillages reçus au niveau d'une station d'utilisateur HAPS. En outre, le critère de brouillage de la station d'utilisateur HAPS est respecté lorsque les systèmes du service fixe sont situés autour de Great Bardfield, dont le relief est très accidenté.

Par conséquent, le relief aura une influence importante sur le brouillage entre les stations d'utilisateur HAPS et les systèmes conventionnels du service fixe.

3.1.4 Brouillage causé par des stations d'utilisateur HAPS à des systèmes conventionnels du service fixe

Pour les brouillages causés par des stations d'utilisateur HAPS à des systèmes conventionnels du service fixe, on a pris pour hypothèse les caractéristiques indiquées dans le Tableau 8. L'analyse fait appel à 100 stations d'utilisateur HAPS cocanal réparties autour d'une zone plate de faible altitude. La distance entre le système du service fixe et la zone de couverture HAPS qui a été retenue est de 30 km (à peu près égale à la distance de séparation retenue pour l'analyse des brouillages avec un seul brouilleur présentée au § 3.1.1).

TABLEAU 8

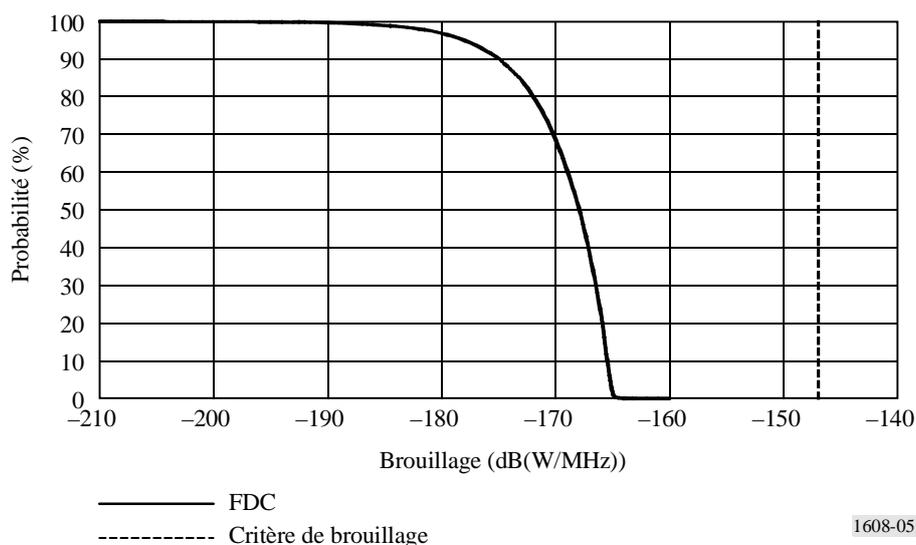
Paramètres utilisés pour évaluer le brouillage cumulatif causé par des stations d'utilisateur HAPS situées dans une UAC à des systèmes conventionnels du service fixe

Emetteurs de station d'utilisateur HAPS	
Densité	0,024 sites/km ² (100 stations d'utilisateur cocanal à l'intérieur de l'UAC)
Emplacement	rayon de 36 km autour de SK000000 (UAC autour de Birmingham)
Récepteurs du service fixe	
Emplacement	Leicester (SK660000)
Angle d'azimut	270° (en direction de la zone de couverture HAPS)

Le résultat de la simulation est illustré à la Fig. 5.

FIGURE 5

FDC dans le cas de brouillage cumulatif causé par 100 stations d'utilisateur HAPS cocanal situés en zone UAC à un système conventionnel du service fixe



On constate à la Fig. 5 que le niveau du brouillage est très inférieur au critère de brouillage à long terme pour les systèmes de Terre du service fixe (-147 dB(W/MHz), voir le Tableau 5). Cela tient au relief de la zone située entre les systèmes conventionnels du service fixe et la zone de couverture HAPS.

Par conséquent, le brouillage entre des stations d'utilisateur HAPS et le service fixe conventionnel devrait être acceptable à condition que les systèmes conventionnels du service fixe soient situés en dehors des zones de couverture HAPS. Les résultats montrent également que le relief aura un effet important et devra être pris en considération. Les distances de séparation géographiques obtenues au § 3.1.1 restent valables. Néanmoins, les effets du relief doivent être pris en considération lorsqu'on étudie des scénarios réalistes tels ceux qui correspondent aux cas de brouillages cumulatifs.

3.2 Brouillage entre des plates-formes HAPS et des systèmes conventionnels du service fixe (Scénario 2)

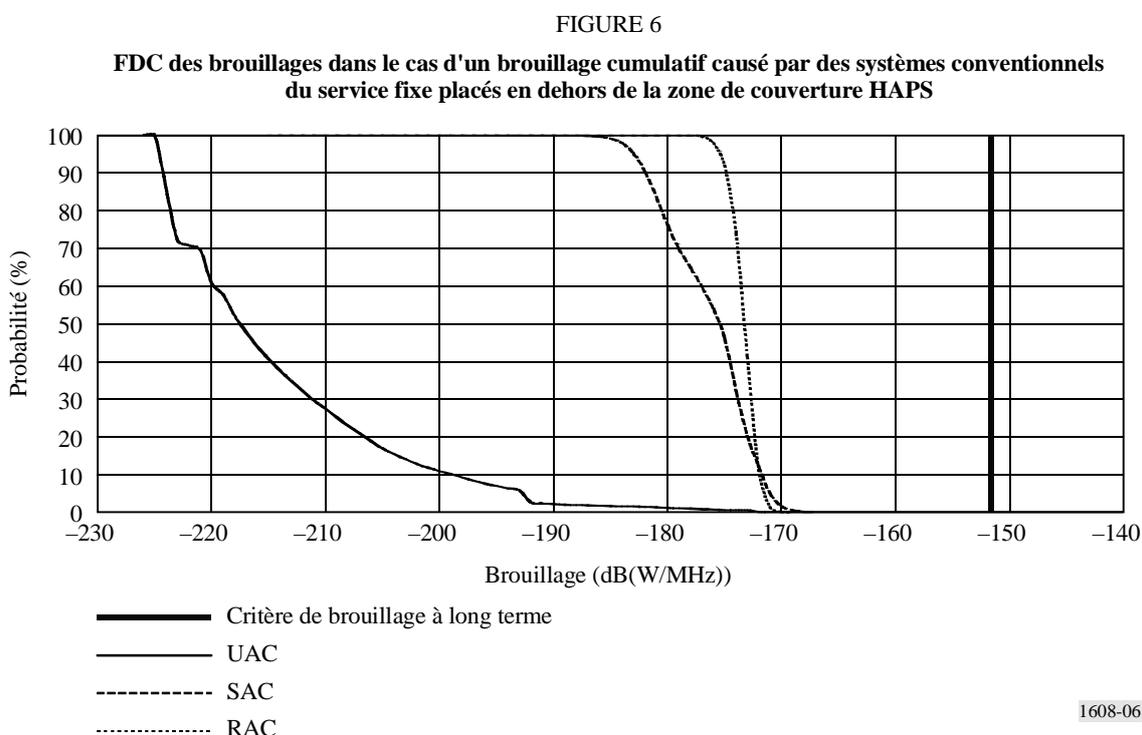
Les situations suivantes ont été étudiées:

- brouillage causé par des systèmes conventionnels du service fixe à une HAPS;
- brouillage causé par une HAPS à des systèmes conventionnels du service fixe.

3.2.1 Brouillage causé par des systèmes conventionnels du service fixe à une HAPS

3.2.1.1 Systèmes du service fixe situés en dehors de la zone de couverture HAPS

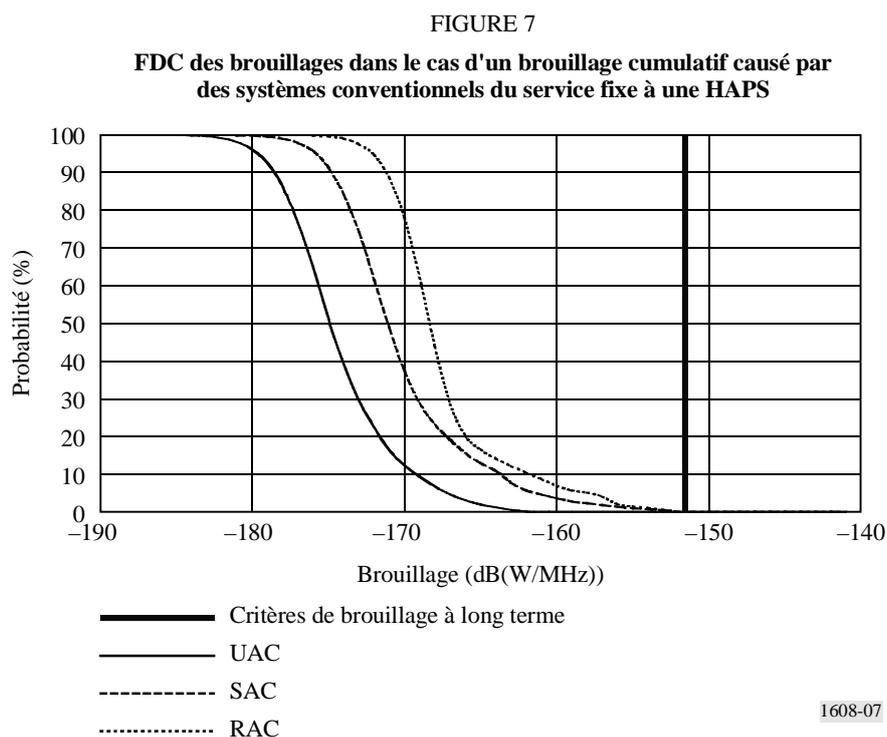
La FDC, représentée à la Fig. 6, a été obtenue à partir d'une analyse statistique fondée sur une distribution aléatoire des émetteurs conventionnels du service fixe situés en dehors de la zone de couverture du système HAPS.



La Fig. 6 montre que le brouillage cumulatif causé par d'autres systèmes du service fixe à une plate-forme HAPS sera très inférieur au critère de brouillage de la plate-forme HAPS, ne perdant pas de vue que les autres systèmes du service fixe sont situés à une distance égale à la distance de séparation déterminée au § 3.1.1.

3.2.1.2 Systèmes du service fixe situés dans la zone de couverture HAPS

La Fig. 7 représente les FDC dans le cas d'un brouillage cumulatif causé par d'autres systèmes du service fixe lorsque les systèmes du service fixe sont situés à l'intérieur de la zone de couverture HAPS.



La Fig. 7 montre que le critère de brouillage n'est pas respecté pour approximativement 0,25% du nombre total (1 000 000) d'épreuves avec distribution aléatoires dans les zones UAC et SAC et est totalement respecté dans la zone RAC.

Par conséquent, les brouillages causés par le service fixe conventionnel à une HAPS seront acceptables lorsque les systèmes du service fixe sont situés dans la zone RAC HAPS. Pour les systèmes conventionnels du service fixe situés dans des zones UAC et SAC HAPS, il y a une probabilité de 0,25% que le critère de brouillage au niveau de la HAPS ne soit pas respecté.

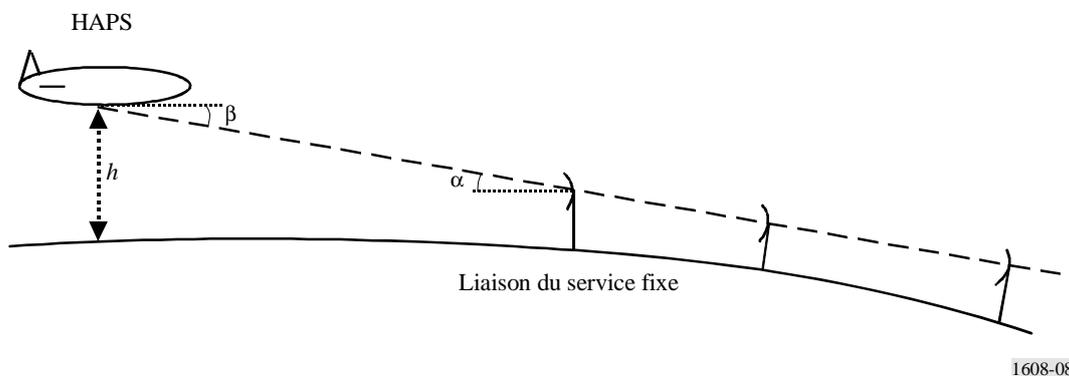
3.2.2 Brouillage causé par une HAPS à un système conventionnel du service fixe

En général, les HAPS communiqueront avec des stations d'utilisateurs différents pendant une période de temps donnée, ces stations pouvant se trouver en un point quelconque de la zone de couverture HAPS. Ces deux facteurs ont été pris en considération pour l'analyse.

On peut noter que dans le § 2.1 de l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R F.1500, il est indiqué que la couverture à 47 GHz dans la zone RAC ne peut être prévue en raison de l'importance de l'affaiblissement atmosphérique et de l'affaiblissement dû à la pluie. Toutefois, dans le cas où la zone de couverture de la HAPS s'étend jusqu'aux stations d'utilisateurs situées dans la zone RAC à 5° d'angle d'élévation, le brouillage reçu au niveau du système conventionnel du service fixe varie de -144 dB(W/MHz) à -120 dB(W/MHz), selon la position du système du service fixe par rapport à la HAPS.

La courbure de la Terre a également un effet sur l'analyse des brouillages. L'angle hors axe de visée α , depuis le système conventionnel du service fixe en direction de la HAPS diminue avec la distance entre le nadir de la plate-forme et le système conventionnel du service fixe (voir la Fig. 8). La diminution de l'angle hors axe de visée se traduit par une augmentation du gain d'antenne en direction de la HAPS. Dans les cas où la zone de couverture HAPS s'étend jusqu'à 5° , il y a une forte probabilité de couplage entre les faisceaux principaux de la plate-forme et du système conventionnel du service fixe. Dans ces conditions, les systèmes conventionnels du service fixe devront être placés en dehors du champ de visibilité de la plate-forme. Cela pourrait signifier qu'une distance de séparation d'au moins 500 km est nécessaire si la zone de couverture du système HAPS s'étend jusqu'aux stations d'utilisateurs situées à 5° , c'est-à-dire si les stations d'utilisateurs sont installées dans la zone RAC.

FIGURE 8
Effet de la courbure de la Terre



Par conséquent, les brouillages causés par une plate-forme HAPS à des systèmes conventionnels du service fixe seront supérieurs aux critères de brouillage lorsque les systèmes conventionnels du service fixe sont installés dans le champ de visibilité de la HAPS.

4 Techniques de limitation des brouillages

4.1 Introduction

Dans la présente section, on étudie les techniques de limitation des brouillages applicables aux systèmes HAPS du service fixe et qui permettraient de faciliter le partage de fréquences avec les systèmes conventionnels du service fixe. Les techniques suivantes sont analysées:

- diagrammes de rayonnement améliorés;
- augmentation de l'angle d'élévation minimal des stations d'utilisateurs HAPS;
- assignation dynamique des canaux;
- effet d'écran;
- régulation automatique de puissance d'émission.

4.2 Amélioration des diagrammes de rayonnement

En améliorant les caractéristiques de lobes latéraux des diagrammes de rayonnement des antennes des stations d'utilisateurs HAPS, on obtient une diminution de la distance de séparation. Lorsque les stations d'utilisateurs HAPS et les systèmes conventionnels du service fixe fonctionnent avec une même couverture, un assouplissement de 10 dB pour les lobes latéraux des antennes de station

d'utilisateur HAPS se traduit par une diminution de 40% de la distance de séparation requise. Toutefois, cette réduction n'est pas suffisante pour faciliter le partage de fréquences dans le cas de couverture ou de localisation commune. De plus, il faut noter qu'il ne sera parfois pas possible de réaliser des antennes présentant les caractéristiques de lobes latéraux exigées.

4.3 Augmentation de l'angles minimal d'élévation des stations d'utilisateurs HAPS

L'augmentation de l'angle minimal d'élévation des stations d'utilisateurs HAPS permettrait de réduire le gain hors-axe de visée en direction d'une station conventionnelle du service fixe, et par conséquent, de réduire le niveau des brouillages entre les deux stations. Par exemple, lorsque l'angle minimal d'élévation dans la zone UAC passe de 30° à 45°, on pourrait obtenir une diminution de la distance de séparation comprise entre 30 et 40% en fonction de la zone de couverture. Toutefois, il sera nécessaire de prévoir des plates-formes supplémentaires pour maintenir la couverture complète, et par conséquent, on risque d'augmenter la probabilité de brouillage causé par la plate-forme aux autres systèmes du service fixe. Cette technique de limitation des brouillages ne permet donc pas d'améliorer le partage de fréquences.

4.4 Attribution dynamique des canaux

Il n'a pas été possible de confirmer si l'attribution dynamique des canaux a une influence importante sur le partage entre des stations HAPS du service fixe et des systèmes conventionnels du service fixe. Il convient de noter toutefois que l'attribution dynamique des canaux conduirait à une diminution du nombre total de canaux disponibles à la fois pour les systèmes HAPS du service fixe et les systèmes conventionnels du service fixe, et par conséquent, une réduction de la capacité disponible des systèmes.

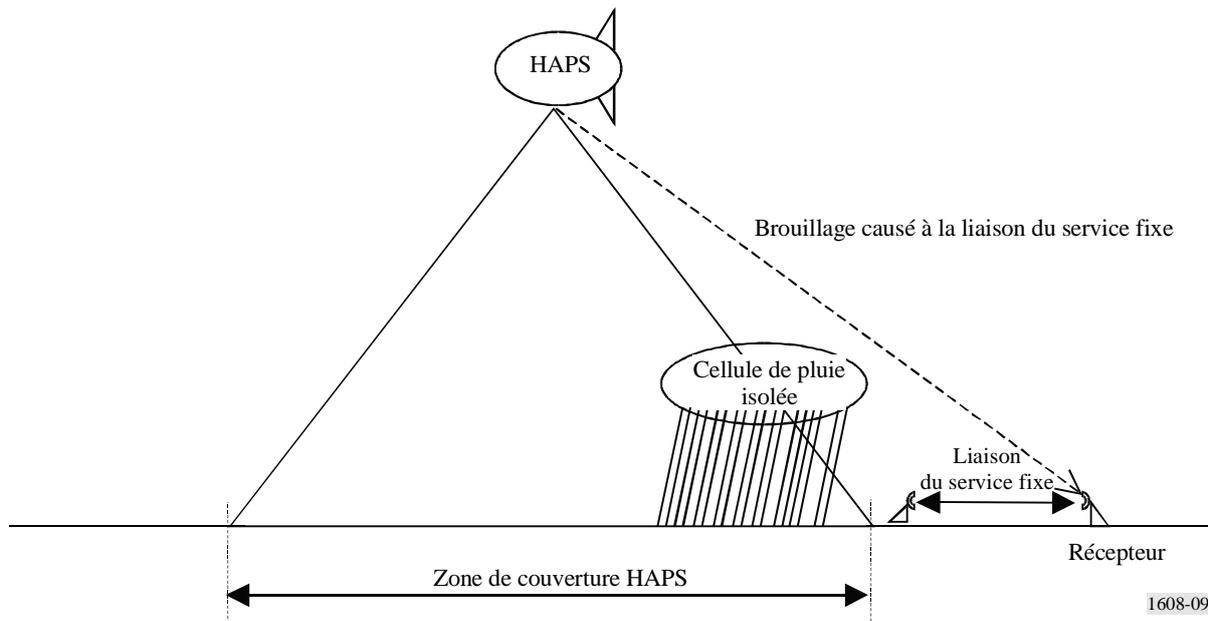
4.5 Effet d'écran

Le placement des stations d'utilisateurs HAPS en des points où l'effet d'écran local dû aux constructions, arbres, etc. peut augmenter de manière importante les possibilités de partage de fréquences. Cependant, il faut reconnaître que de telles améliorations peuvent être uniquement obtenues sur une base ad hoc pour des situations particulières et il serait difficile de les inclure dans une planification de réseau.

4.6 Régulation automatique de la puissance d'émission

Bien que la régulation automatique de puissance d'émission permettrait de réduire les brouillages causés aux systèmes conventionnels du service fixe, ces derniers pourraient subir des niveaux accrus de brouillage pendant les périodes où il existe des cellules de pluie isolées. Par exemple, dans la Fig. 9 ci-dessus, la cellule de pluie isolée se trouve à la limite de la zone de couverture HAPS, mais les brouillages causés aux systèmes conventionnels du service fixe sont augmentés à mesure que la HAPS augmente sa puissance d'émission pour compenser l'évanouissement du signal dû à la cellule de pluie isolée. Cette augmentation de brouillage aura un effet sur toutes les liaisons du service fixe qui se trouvent dans le champ de visibilité de la HAPS. Par conséquent, la commande automatique de puissance à l'émission ne permettra pas d'améliorer les possibilités de partage de fréquences.

FIGURE 9



5 Conclusion

Cette annexe présente une étude complète des possibilités de partage entre des systèmes conventionnels du service fixe et des systèmes HAPS du service fixe. Le Tableau 9 est un récapitulatif des résultats obtenus.

Tout bien considéré, le partage de fréquences entre des systèmes HAPS du service fixe et des systèmes conventionnels du service fixe ne sera possible que si les systèmes conventionnels du service fixe sont installés en dehors du champ de visibilité de la HAPS. Dans les cas où la couverture de la station HAPS s'étend jusqu'à des stations d'utilisateurs avec un angle d'élévation de 5° , c'est-à-dire lorsque les stations d'utilisateurs sont situées dans une zone RAC, il faudra prévoir une distance de séparation d'au moins 500 km entre le bord de la zone de couverture du système HAPS et les systèmes conventionnels du service fixe.

TABLEAU 9
Récapitulatif des résultats

Source de brouillage	Système brouillé	Commentaires
Systèmes conventionnels du service fixe	Stations d'utilisateurs HAPS	Installation dans une même zone impossible. Il sera nécessaire de prévoir des distances de séparation entre les zones de couverture
Stations d'utilisateurs HAPS	Systèmes conventionnels du service fixe	Installation dans une même zone impossible. Il sera nécessaire de prévoir des distances de séparation entre les zones de couverture
Systèmes conventionnels du service fixe	HAPS	Le brouillage sera acceptable à condition que les systèmes du service fixe soient situés en dehors des zones de couverture HAPS
HAPS	Systèmes conventionnels du service fixe	Scénario principal. Il sera uniquement possible d'installer les systèmes conventionnels du service fixe en dehors du champ de visibilité de la plate-forme