

RECOMMANDATION UIT-R F.698-2*

**BANDES DE FRÉQUENCES PRÉFÉRÉES POUR LES FAISCEAUX
HERTZIENS TRANSHORIZON**

(1990-1992-1994)

Domaine de compétence

La présente Recommandation fournit les facteurs à prendre en compte lors du choix des bandes de fréquences pour les faisceaux hertziens transhorizon du service fixe, du point de vue des conditions de partage de fréquences avec d'autres services ainsi que du bruit total comprenant le bruit thermique et le bruit d'intermodulation dus à la propagation.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que la Conférence administrative mondiale des radiocommunications, (Genève, 1979) (CAMR-79), dans sa Recommandation N° 100, a demandé à l'ex-CCIR de préparer une Recommandation relative aux bandes de fréquences spécifiques qui sont jugées les plus satisfaisantes pour les faisceaux hertziens transhorizon, compte tenu des attributions à d'autres services, en particulier des attributions aux services spatiaux;
- b) que la CAMR-79 et la Conférence administrative mondiale des radiocommunications chargée d'étudier les attributions de fréquences dans certaines parties du spectre (Malaga-Torremolinos, 1992) (CAMR-92) ont procédé à des attributions supplémentaires de bandes de fréquences aux services spatiaux en raison de leur développement croissant;
- c) que la Recommandation N° 100 de la CMR-95 note que la prolifération des faisceaux hertziens transhorizon dans toutes les bandes de fréquences, en particulier dans celles qui sont utilisées en partage avec les systèmes spatiaux, ne fera qu'aggraver une situation déjà difficile;
- d) qu'il existe des gammes de fréquences optimales pour les faisceaux hertziens transhorizon du point de vue du bruit thermique et du bruit d'intermodulation dus à la propagation, selon la longueur des liaisons;
- e) que les limites de puissance spécifiées dans l'Article 21 du Règlement des radiocommunications (RR) sont applicables aux émetteurs des faisceaux hertziens transhorizon partageant les bandes de fréquences avec des services de radiocommunication spatiale (dans le sens Terre-espace) à l'exception de certaines bandes de fréquences,

recommande

1. que, pour choisir les bandes de fréquences des faisceaux hertziens transhorizon, les facteurs suivants soient pris en compte du point de vue du bruit total comprenant le bruit thermique et le bruit d'intermodulation dus à la propagation;

1.1 pour les liaisons de 400 à 700 km environ, il est nécessaire d'utiliser des fréquences relativement basses, inférieures à 1 GHz et des antennes de grande dimension de façon à obtenir des performances satisfaisantes et, notamment, à réduire le bruit d'intermodulation. La capacité de transmission sera normalement faible. Aux fréquences supérieures à 1 GHz, la qualité de fonctionnement risque d'être médiocre, excepté pour des stations terminales particulièrement bien situées et des conditions de propagation très favorables;

1.2 pour les liaisons de 200 à 400 km environ, la capacité de transmission peut être un peu plus grande. Dans ce cas, le bruit d'intermodulation dû à la propagation par trajets multiples peut jouer un rôle prépondérant; des fréquences supérieures à 2 GHz conviennent probablement mieux que des fréquences plus basses pour réduire le bruit d'intermodulation;

1.3 pour des liaisons plus courtes (100 à 200 km environ), il est possible d'utiliser des fréquences jusqu'à 5 GHz, ce qui réduit le bruit d'intermodulation dû à la propagation par trajets multiples, même lorsque les antennes sont de dimensions relativement faibles. Les fréquences comprises entre 2 et 3 GHz environ sont probablement celles qui conviennent le mieux pour obtenir une grande capacité en voies téléphoniques sur des liaisons de cette longueur;

* La Commission d'études 9 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2007 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 44.

2. que, lors du choix des bandes de fréquences pour les faisceaux hertziens transhorizon, la priorité doit être donnée aux bandes qui ne sont pas partagées avec des services de radiocommunication spatiale;
3. que, en général, les bandes de fréquences partagées avec les services de radiocommunication spatiale (dans le sens Terre-espace) ne soient pas utilisées pour les faisceaux hertziens transhorizon (Note 1);
4. que les bandes de fréquences partagées avec des services de radiocommunication spatiale (dans le sens espace-Terre) peuvent être utilisées pour des faisceaux hertziens transhorizon à condition que l'on s'efforce, comme l'indique la Recommandation UIT-R SM.1448, d'éviter le brouillage causé par des faisceaux hertziens transhorizon à des récepteurs de station terrienne dans les services de radiocommunication spatiale (Notes 2 et 3);
5. que, lors du choix des bandes de fréquences pour les faisceaux hertziens transhorizon, l'on s'efforce d'éviter les brouillages qui seraient causés à des faisceaux hertziens en visibilité directe, conformément à la Recommandation UIT-R F.302 (Note 4);
6. de tenir compte des renseignements supplémentaires contenus dans l'Annexe 1 pour appliquer la présente Recommandation;
7. que les Notes suivantes soient considérées comme faisant partie de cette Recommandation.

Note 1 – Les faisceaux hertziens transhorizon ne peuvent pas, en général, fonctionner dans les limites de puissance applicables à tous les systèmes du service fixe partagé avec les services de radiocommunication spatiale (dans le sens Terre-espace), comme il est spécifié dans l'Article 21 du RR (voir également le § 3.1 de l'Annexe 1).

Note 2 – Quand des bandes de fréquences partagées avec les services de radiocommunication spatiale (dans le sens espace-Terre) sont utilisées pour des faisceaux hertziens transhorizon, il devrait être confirmé que les stations spatiales des services de radiocommunication spatiale satisfaisant aux dispositions de la Recommandation UIT-R SF.358 (ou de l'Article 21 du RR pour les bandes 1 525-2 500 MHz) ne provoquent pas de brouillage inacceptable aux faisceaux hertziens transhorizon. Il faudrait tenir compte du fait que les stations spatiales peuvent être géostationnaires ou non géostationnaires.

Note 3 – Le partage des fréquences entre les faisceaux hertziens transhorizon et les stations terriennes de réception du service de radiodiffusion par satellite exige un complément d'étude.

Note 4 – Il faudrait aussi confirmer que les brouillages causés par des faisceaux hertziens en visibilité directe à des faisceaux hertziens transhorizon restent dans des limites acceptables.

ANNEXE 1

Facteurs influant sur le choix des bandes de fréquences pour les faisceaux hertziens transhorizon

1. Introduction

La présente Annexe identifie divers facteurs qui influent sur le choix des bandes de fréquences pour les faisceaux hertziens transhorizon. On détermine d'abord la gamme de fréquences optimale d'un faisceau hertzien transhorizon, à partir de considérations de propagation, en tenant compte du diamètre d'antenne et de la puissance d'émission. Ensuite, les problèmes de brouillage relatifs au partage des fréquences avec d'autres systèmes, y compris les faisceaux hertziens en visibilité directe et les systèmes de radiocommunication spatiale, sont traités.

2. Gamme de fréquences optimale de faisceaux hertziens transhorizon

2.1 En fonction du niveau de réception (bruit thermique)

Sur les faisceaux hertziens transhorizon existants, on utilise en général des puissances d'émission qui sont du même ordre de grandeur quelle que soit la gamme de fréquences. La sensibilité des récepteurs modernes est dans une grande mesure indépendante de la gamme de fréquences.

Les variations à long terme du niveau reçu en fonction de la fréquence porteuse dépendent essentiellement des trois phénomènes suivants:

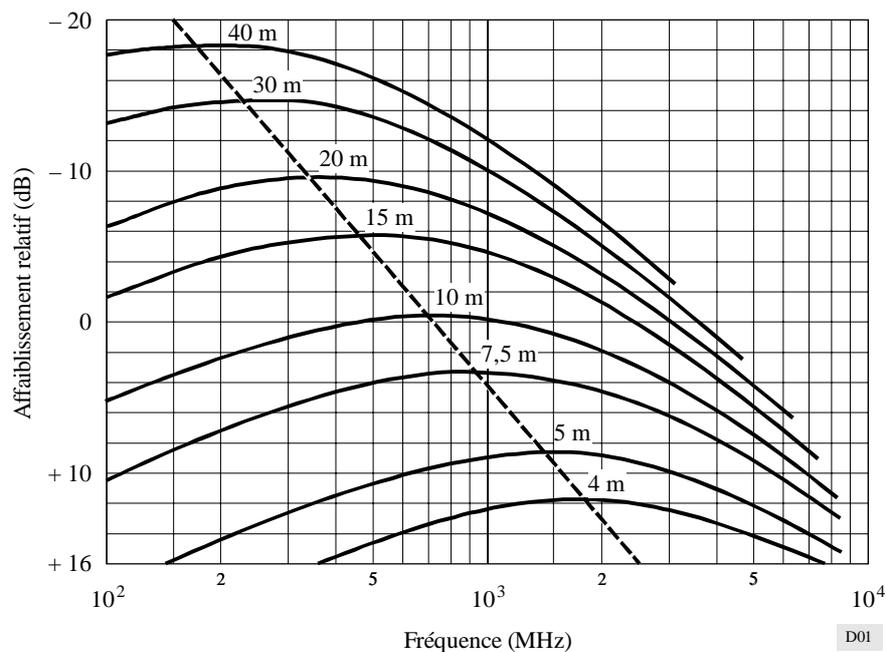
- l'affaiblissement entre antennes isotropes; on admet, en général, que cet affaiblissement est proportionnel au cube de la fréquence;
- le gain en espace libre des antennes utilisées; ce gain est, pour une antenne de diamètre donné, proportionnel au carré de la fréquence;
- la baisse de gain d'antenne; pour une antenne de diamètre donné, cette baisse dépend de la fréquence et elle peut être calculée à partir de la Fig. 1 de la Recommandation UIT-R F.1106.

Les effets des variations de ces trois paramètres en fonction de la fréquence sont représentés sur la Fig. 1 pour des diamètres d'antenne compris entre 4 et 40 m.

Cette figure représente l'affaiblissement relatif entre les bornes des deux antennes de même diamètre situées aux deux extrémités d'une liaison transhorizon; on a pris comme affaiblissement de référence (0 dB) celui existant dans les mêmes conditions entre deux antennes de 10 m de diamètre utilisées à 1 000 MHz. En ce qui concerne la longueur de la liaison, la validité de cette figure est la même que celle donnant la baisse de gain d'antenne, c'est-à-dire que la liaison considérée est supposée avoir une longueur comprise entre 150 et 500 km environ.

FIGURE 1

Affaiblissement relatif entre antennes de diamètre donné



On voit que pour un diamètre donné l'affaiblissement relatif passe par un minimum pour une certaine fréquence; il augmente de part et d'autre, pour les fréquences basses parce que les dimensions relatives de l'antenne mesurées en longueurs d'ondes diminuent et, par suite, son gain en espace libre, et pour les fréquences élevées parce que la baisse de gain d'antenne augmente de plus en plus quand le gain en espace libre augmente. La fréquence de fonctionnement optimale va de 200 MHz pour une antenne de 40 m de diamètre à 2 GHz pour une antenne de 4 m; cependant, le minimum est très plat et on peut s'écarter en fréquence de part et d'autre dans un rapport 2/1, sans que l'affaiblissement relatif n'augmente de façon sensible.

2.2 En fonction du bruit total (y compris le bruit thermique et le bruit d'intermodulation) pour les systèmes analogiques

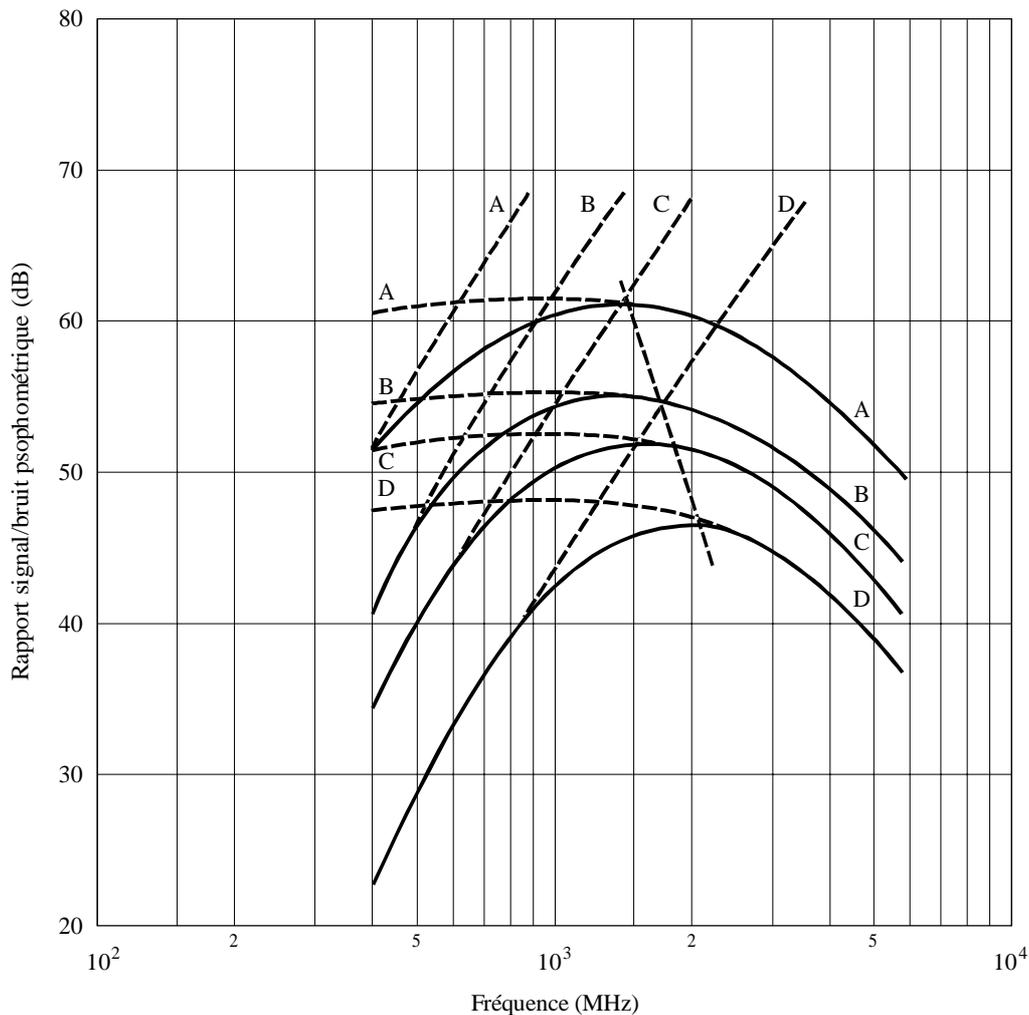
La réduction du bruit d'intermodulation dû à la propagation peut imposer l'utilisation de gains d'antenne plus élevés que ceux qui seraient strictement nécessaires pour la réduction du bruit thermique. Pour un gain d'antenne donné, les dimensions des antennes sont évidemment plus faibles aux fréquences élevées. Le choix de la fréquence ne dépend pas essentiellement du bruit d'intermodulation pour un gain d'antenne fixé; il n'en est pas de même si le diamètre de l'antenne est fixé.

Pour ce qui est du bruit d'intermodulation, des considérations théoriques ont montré qu'il augmente comme la puissance 4 du retard dû à la propagation par trajets multiples sur le trajet radioélectrique.

Ce retard est proportionnel aux ouvertures de faisceaux des antennes utilisées, et l'ouverture de faisceau d'une antenne est inversement proportionnelle à la fréquence radioélectrique. Ainsi, le bruit d'intermodulation décroît en raison inverse de la 4^e puissance de la fréquence radioélectrique lorsque le diamètre d'antenne utilisé est constant. La Fig. 2 montre une estimation du bruit d'intermodulation en fonction de la bande de fréquences radioélectriques et de la capacité en voies (longueur de trajet: 200 km; diamètre d'antenne: 10 m).

FIGURE 2

Rapport signal/bruit psophométrique (bruit thermique et bruit d'intermodulation sur le trajet)



Courbes A: 24 voies
 B: 60 voies
 C: 120 voies
 D: 300 voies

Longueur de la liaison: 200 km
 Diamètre d'antenne: 10 m
 Puissance de sortie: 1 kW

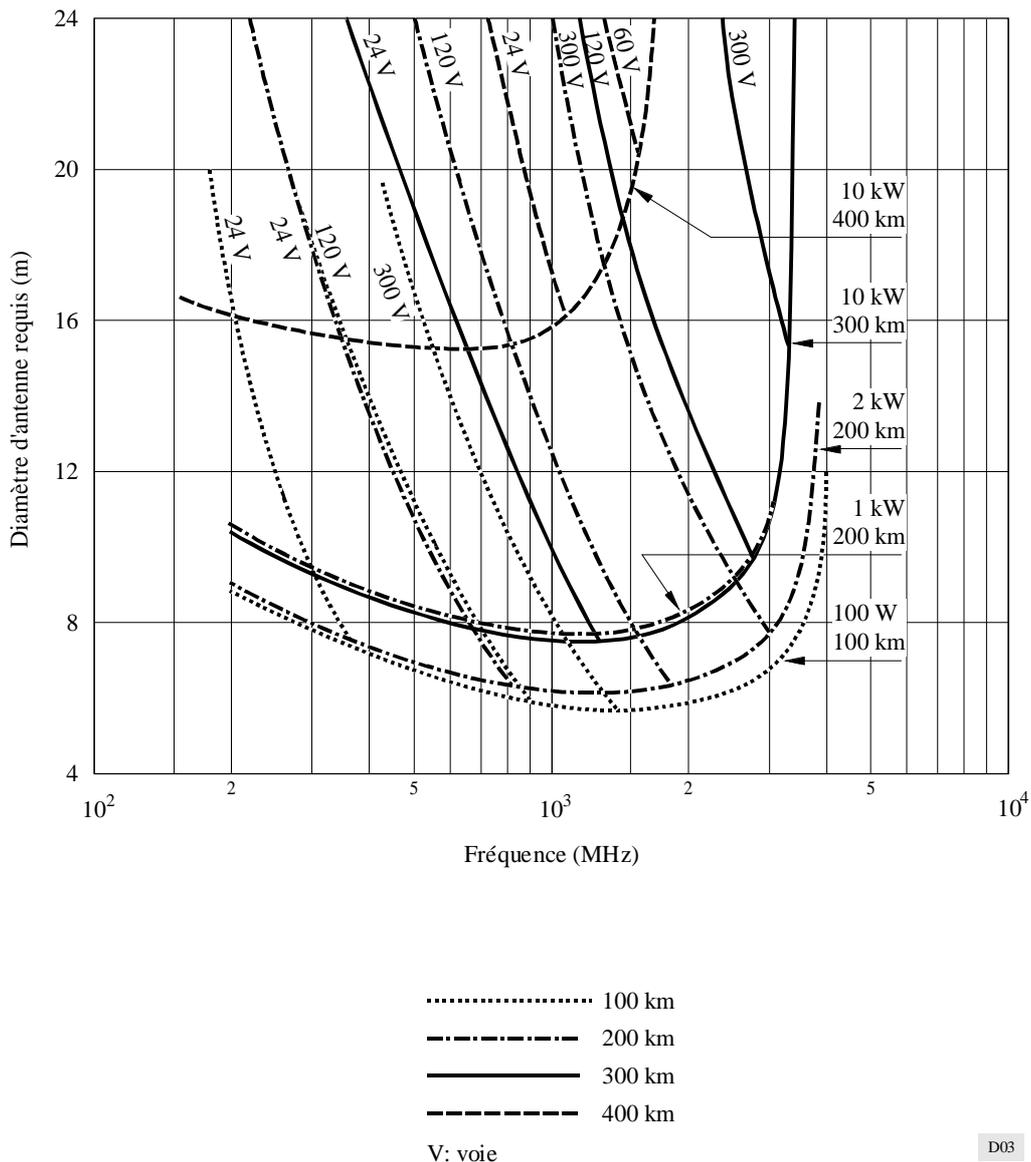
D02

Comme l'indique la Fig. 2, on ne constate pas de différence notable dans le bruit total entre les bandes des 900 MHz, 2 GHz et 2,6 GHz pour une capacité de transmission de 24 voies. Ces bandes présentent plus d'avantages que les bandes supérieures à 3 GHz. Il semble que, lorsque la capacité de transmission augmente jusqu'à 300 voies, les bandes de fréquences voisines de 2 GHz sont les plus appropriées.

La Fig. 3 illustre un exemple de la façon dont le bruit d'intermodulation sur le trajet ou le bruit thermique peuvent déterminer le diamètre minimal de l'antenne. On trouve dans la Fig. 3 deux groupes de courbes:

- le premier groupe de courbes (décroissantes de gauche à droite) donne le diamètre de l'antenne en fonction de la fréquence pour un rapport signal/bruit d'intermodulation sur le trajet de 60 dB. Chaque courbe correspond à des valeurs données de longueur de trajet et de capacité en voie;
- le second groupe de courbes (présentant un minimum) montre le diamètre de l'antenne en fonction de la fréquence pour un rapport signal/bruit thermique de 50 dB (en admettant un niveau de signal reçu supérieur de 20 dB au seuil et un rapport signal/bruit thermique de 30 dB au seuil). Chaque courbe correspond à des valeurs données de la puissance de l'émetteur et de la distance.

FIGURE 3
Diamètre d'antenne minimal en fonction des bandes de fréquences



Les deux groupes de courbes doivent être utilisés conjointement pour déterminer le paramètre limitatif applicable au diamètre de l'antenne (ou à la fréquence). Par exemple, avec une puissance de l'émetteur de 1 kW, une fréquence de 1 GHz et une distance de 200 km, le diamètre minimal de l'antenne serait d'environ 8 m pour 24 voies téléphoniques (en raison du bruit thermique), d'environ 13 m pour 120 voies téléphoniques et de 24 m pour 300 voies téléphoniques (dans ces deux dernier cas, en raison du bruit d'intermodulation sur le trajet).

Les niveaux de puissance indiqués sur la Fig. 3 couvrent la gamme des puissances d'émetteur actuellement possibles. Pour des raisons pratiques, on a admis une puissance maximale de l'émetteur de 10 kW, mais des puissances inférieures sont toutefois souhaitables pour assurer la rentabilité du système et faciliter sa maintenance.

L'utilisation d'une antenne à grande ouverture est préférable à l'utilisation d'une grande puissance d'émission, mais le coût de l'antenne et de son pylône augmente sensiblement; en conséquence, pour les grandes capacités, les bandes de fréquences relativement basses sont moins économiques que les autres.

2.3 Résumé

Compte tenu de tous les facteurs qui entrent en jeu notamment des aspects mécaniques, la valeur maximale utile du diamètre de l'antenne doit être d'environ $40/f$ m (f en GHz) pour des fréquences supérieures à 1 GHz. Cette expression correspond à un gain d'environ 50 dB pour une onde plane et à une perte de couplage entre l'antenne et le milieu de 15 dB pour deux antennes identiques. L'augmentation de la perte de couplage entre l'antenne et le milieu et l'augmentation du bruit thermique peuvent être compensées par un accroissement de l'excursion; par exemple, les contributions de bruit thermique et de bruit d'intermodulation pourraient être approximativement égales.

3. Partage des fréquences avec les systèmes de radiocommunication spatiale

3.1 Bandes de fréquences partagées avec des services spatiaux (dans le sens Terre-espace)

La Recommandation UIT-R SF.406 spécifie la p.i.r.e. maximale des émetteurs de faisceaux hertziens fonctionnant dans les bandes de fréquences partagées avec le service fixe par satellite. Par ailleurs, l'Article 21 du RR donne les limites de puissance pour une station du service fixe ou mobile partageant les bandes de fréquences avec des services de radiocommunication spatiale.

Il est à noter que la Recommandation UIT-R SF.406 et l'Article 21 du RR sont applicables non seulement aux faisceaux hertziens en visibilité directe mais aussi aux faisceaux hertziens transhorizon. Les dispositions les plus importantes du RR sont celles du numéro 21.3, qui stipule que la p.i.r.e. maximale d'une station du service fixe ou mobile ne doit pas être supérieure à +55 dBW et le numéro 21.5 qui stipule que le niveau de puissance fourni à l'antenne par un émetteur du service fixe ou du service mobile, dans les bandes de fréquences comprises entre 1 et 10 GHz, ne doit pas dépasser +13 dBW.

La plupart des faisceaux hertziens transhorizon dépassent ces deux limites et ne peuvent donc, en général, fonctionner dans les bandes de fréquences partagées avec des services spatiaux (dans le sens Terre-espace). Conformément au Tableau 21-2 de l'Article 21 du RR, en dessous de 5 GHz, ces bandes (utilisées par le service fixe et pour les liaisons montantes des services spatiaux) sont les suivantes:

1 610-1 645,5 MHz (pour certains pays)

1 646,5-1 660 MHz (pour certains pays)

1 670-1 675 MHz

1 980-2 010 MHz

2 010-2 025 MHz (pour la Région 2)

2 025-2 110 MHz

2 655-2 670 MHz (pour les Régions 2 et 3)

2 670-2 690 MHz.

Toutefois, il est admis, au numéro 21.7 de l'Article 21 du RR, que les faisceaux hertziens transhorizon dans les bandes 1 700-1 710 MHz, 1 970-2 010 MHz, 2 025-2 110 MHz et 2 200-2 290 MHz peuvent dépasser la limite de p.i.r.e. indiquée au numéro 21.3 du RR (+55 dBW) et la limite de puissance indiquée au numéro 21.5 du RR (+13 dBW); il est en revanche prévu, dans le même numéro, que les dispositions des numéros 21.2 et 21.4 du RR (moyen d'éviter l'orbite des satellites géostationnaires) devraient être observées et que, compte tenu des conditions de partage difficiles avec d'autres services, les administrations sont instamment priées de limiter au minimum le nombre de faisceaux hertziens transhorizon dans ces bandes.

Dans son Rapport à la CAMR-92, l'ex-CCIR basait sa conclusion quant à la faisabilité du partage entre les systèmes spatiaux et les faisceaux transhorizon dans les bandes 2 025-2 100 MHz et 2 200-2 290 MHz sur l'hypothèse d'un nombre restreint de faisceaux hertziens transhorizon exploités dans ces bandes. Une augmentation sensible du nombre de faisceaux hertziens aurait entraîné des brouillages importants. Un complément d'étude, demandé par la Recommandation 100 (Rév.CMR-03), est nécessaire pour déterminer les possibilités et les critères de partage entre faisceaux hertziens transhorizon et systèmes spatiaux.

3.2 Bandes de fréquences partagées avec les services spatiaux (dans le sens espace-Terre)

Les bandes de fréquences les plus intéressantes se trouvent dans les intervalles 1 525-2 500 MHz, 2 500-2 690 MHz et 3 400-7 750 MHz. Selon l'Article 21 du RR, les bandes de fréquences concernées au-dessous de 5 GHz sont plus précisément les suivantes:

- entre 1 525 MHz et 2 500 MHz:
 - 1 525-1 530 MHz (pour les Régions 1 et 3)
 - 1 670-1 690 MHz
 - 1 690-1 700 MHz (pour certains pays)
 - 1 700-1 710 MHz
 - 2 200-2 300 MHz
- entre 2 500 MHz et 2 690 MHz:
 - 2 500-2 670 MHz
 - 2 670-2 690 MHz (pour la Région 2)
- au-dessus de 3 400 MHz:
 - 3 400-4 200 MHz
 - 4 500-4 800 MHz.

Les services de radiocommunication spatiale concernés sont le service fixe par satellite, le service de radiodiffusion par satellite, le service météorologique par satellite et les services d'exploitation spatiale et de recherche spatiale. Il faut examiner aussi bien le brouillage causé aux faisceaux hertziens transhorizon par des stations spatiales des services spatiaux que le brouillage causé à des stations terriennes des services spatiaux par les faisceaux transhorizon. Il faut aussi tenir compte du fait que tous les satellites ne sont pas sur l'orbite géostationnaire.

Il convient en outre de noter que, conformément à l'Article 5 du RR, les bandes 1 525-1 559 MHz, 1 626,5-1 660,5 MHz, 2 160-2 200 MHz, 2 483,5-2 500 MHz et 2 500-2 520 MHz sont attribuées aux services mobiles par satellite (espace-Terre) et que les procédures de coordination et de notification de ces bandes sont prévues mais que les limites maximales absolues de puissance surfacique produites par les stations spatiales ne sont pas définies.

3.2.1 Brouillage causé aux faisceaux transhorizon par des stations spatiales

La Recommandation UIT-R SF.358 spécifie les valeurs maximales admissibles de la puissance surfacique produite à la surface de la Terre par des satellites du service fixe par satellite utilisant les mêmes bandes de fréquences que les faisceaux hertziens en visibilité directe, y compris les bandes 2 500-2 690 MHz et 3 400-7 750 MHz.

Le Tableau 21-4 de l'Article 21 du RR indiquent aussi des limites pour les bandes de fréquences comprises entre 1 525 MHz et 2 500 MHz qui sont attribuées au service météorologique par satellite, au service de recherche spatiale et au service d'exploitation spatiale. D'après les dispositions du Tableau 21-4 de l'Article 21 du RR, la limite de la puissance surfacique indiquée dans la Recommandation UIT-R SF.358 s'applique aussi au service de radiodiffusion par satellite dans la bande 2 500-2 690 MHz en plus du service fixe par satellite.

Les valeurs de la puissance surfacique spécifiées dans la Recommandation UIT-R SF.358 ont été calculées en prenant comme objectif la protection des faisceaux hertziens en visibilité directe. Comme il est précisé dans le numéro 21.16.3 du RR, «lorsque le service fixe utilisant les techniques de diffusion troposphérique fonctionne ... et que la séparation de fréquence est insuffisante, il faut prévoir une séparation angulaire suffisante entre la direction de la station spatiale et celle du rayonnement maximal de l'antenne de la station réceptrice du service fixe utilisant les techniques de diffusion troposphérique, afin que la puissance de brouillage à l'entrée du récepteur de la station du service fixe ne dépasse pas -168 dBW dans une bande quelconque large de 4 kHz».

La puissance de brouillage de -168 dB(W/4 kHz) équivaut à une température de bruit thermique de 290 K. Cela semble une limite raisonnable dans le cas d'une source de brouillage unique. Cependant, s'il est nécessaire de tenir compte de plusieurs sources pour le brouillage causé par les stations spatiales à des faisceaux hertziens transhorizon, une valeur inférieure pourra être plus appropriée.

En conclusion, il est nécessaire d'évaluer le brouillage causé aux faisceaux hertziens par des stations spatiales géostationnaires ayant la puissance surfacique maximale indiquée dans la Recommandation UIT-R SF.358 (ou dans le RR pour les bandes 1 525-2 500 MHz) et de faire en sorte qu'il reste dans des limites acceptables.

Le brouillage causé par des stations spatiales situées sur des orbites non géostationnaires devrait faire l'objet d'une évaluation statistique. Toutefois, on ne possède pas d'information sur ce sujet si ce n'est que les limites de la puissance surfacique spécifiées dans l'Article 21 du RR s'appliquent aussi à ces stations. Les responsables de la planification des faisceaux hertziens transhorizon doivent donc élaborer un modèle pour évaluer le brouillage dû aux stations spatiales non géostationnaires. Cette question doit faire l'objet d'un complément d'étude.

3.2.2 Brouillage causé par des faisceaux hertziens transhorizon à des stations terriennes

L'Annexe 1 à la Recommandation UIT-R SM.1448, décrit les méthodes de détermination des zones de coordination pour les stations terriennes du service fixe par satellite, du service de recherche spatiale, du service météorologique par satellite et du service d'exploitation spatiale. Le Tableau 2 de la Recommandation UIT-R SM.1448 présente les paramètres nécessaires à la détermination de la zone de coordination d'une station terrienne de réception. Il indique aussi les paramètres des stations de faisceaux hertziens transhorizon.

Ainsi, lorsque des faisceaux hertziens transhorizon partagent une bande de fréquences avec les services spatiaux susmentionnés (dans le sens espace-Terre), il faut, dans un premier temps, déterminer la zone de coordination d'une station terrienne de réception au moyen de la méthode décrite dans l'Annexe 1 à la Recommandation UIT-R SM.1448. Le brouillage potentiel qui peut être causé par les stations transhorizon à des stations terriennes peut alors être déterminé d'après l'Annexe 1 à la Recommandation UIT-R SF.1006. En faisant ces calculs, il faut s'assurer que le brouillage causé aux stations terriennes reste dans les limites acceptables.

4. Partage des fréquences avec des faisceaux hertziens en visibilité directe

Dans de nombreux cas, il est presque inévitable que des faisceaux hertziens voisins, en visibilité directe, fonctionnent dans des bandes de fréquences partagées avec des faisceaux hertziens transhorizon. Il est donc nécessaire d'étudier le brouillage causé par les systèmes en visibilité directe aux systèmes transhorizon et vice versa.

4.1 Brouillage causé à des faisceaux hertziens transhorizon par des faisceaux hertziens en visibilité directe

Lorsque la séparation de fréquence entre des faisceaux hertziens en visibilité directe et des faisceaux hertziens transhorizon est insuffisante, le niveau total des signaux brouilleurs émis par les faisceaux hertziens en visibilité directe doit rester dans les limites acceptables. Un point important dont il faut tenir compte est que les signaux brouilleurs peuvent varier dans le temps en raison des évanouissements. En général, la variation de la puissance du signal brouilleur est indépendante de celle de la puissance du signal brouillé.

Un critère de brouillage possible pourrait être que la puissance brouilleuse totale, à l'entrée du récepteur de la station de faisceaux hertziens transhorizon, devrait être inférieure à $-168 + 10 \log (B/4)$ dBW sur la largeur de bande du récepteur, B (kHz), pendant la majeure partie du temps, par exemple pendant plus de 90% du temps. Etant donné que les systèmes transhorizon utilisent généralement un écart élevé, il semble plus approprié d'évaluer le brouillage dans la largeur de bande totale du récepteur plutôt que dans une bande quelconque large de 4 kHz.

4.2 Brouillage causé par des faisceaux hertziens transhorizon à des faisceaux hertziens en visibilité directe

En général, les faisceaux hertziens en visibilité directe subissent des brouillages de la part d'autres faisceaux hertziens de même type. Les brouillages causés à ces faisceaux hertziens par des systèmes transhorizon devraient donc être considérés comme une partie du brouillage total dû à d'autres faisceaux hertziens. Les limites maximales admissibles de ces brouillages sont étudiées actuellement au titre des Recommandations UIT-R F.1094 et UIT-R F.1565.

D'une certaine manière, le brouillage causé à des faisceaux hertziens en visibilité directe par des faisceaux hertziens transhorizon est analogue au brouillage causé par des stations terriennes des services de radiocommunication spatiale. Une différence importante entre les deux est que la p.i.r.e. émise par une station terrienne en direction de l'horizon est inférieure à +40 dBW dans une bande quelconque de 4 kHz, dans les bandes de fréquences partagées avec le service fixe, pour un angle de site égal à 0° (voir le numéro 21.8 de l'Article 21 du RR ou la Recommandation UIT-R SF.1004).

Par ailleurs, la p.i.r.e. émise en direction du faisceau principal d'un faisceau hertzien transhorizon est généralement beaucoup plus élevée. Ainsi, en ce qui concerne les angles pour lesquels la p.i.r.e. du système transhorizon est supérieure à +40 dBW dans une bande quelconque de 4 kHz, la distance de séparation requise est supérieure à la distance qui sépare une station de faisceau hertzien en visibilité directe d'une station terrienne.

5. Conclusion

Etant donné le développement croissant des communications par satellite, il est indéniable que l'importance des faisceaux hertziens transhorizon diminue. Toutefois, ils jouent encore un rôle essentiel dans de nombreuses parties du monde. En même temps, en raison de la p.i.r.e. élevée et de la grande sensibilité des récepteurs, ces systèmes risquent d'aggraver la situation déjà difficile du partage des fréquences avec d'autres services de radiocommunication, en particulier les services spatiaux.
