

## RECOMMANDATION UIT-R SF.355-4\*

**PARTAGE DE FRÉQUENCES ENTRE SYSTÈMES DU SERVICE FIXE PAR SATELLITE  
ET PAR FAISCEAUX HERTZIENS FONCTIONNANT DANS LA MÊME BANDE DE FRÉQUENCES**

(1963-1966-1974-1982-1992)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que les systèmes du service fixe par satellite et ceux du service fixe partagent certaines bandes de fréquences situées au-delà de 1 GHz;
- b) qu'une réglementation des brouillages mutuels entre les stations de ces deux types de services est nécessaire;
- c) qu'il est souhaitable de poursuivre le développement de ces services;
- d) qu'il est nécessaire de restreindre à une valeur suffisamment petite pour être admissible, l'apport de bruit dans les voies téléphoniques de l'un de ces services, causé par les brouillages en provenance des stations de l'autre service;
- e) que, parmi les moyens de réduire à des niveaux admissibles les brouillages entre les systèmes du service fixe par satellite et ceux du service fixe partageant les mêmes bandes de fréquences, on peut citer:
  - dans les stations spatiales de satellite, une limitation du flux de puissance, par unité de surface et par unité de largeur de bande, produit à la surface de la Terre;
  - dans les stations terriennes de télécommunication par satellite, une limitation (appropriée aux caractéristiques techniques considérées et aux facteurs dus à la propagation) de leur distance minimale aux stations d'émission de Terre, ainsi que des limitations de la puissance maximale rayonnée aux petits angles de site;
  - dans les stations des services de Terre, une limitation (appropriée aux caractéristiques techniques considérées et aux facteurs dus à la propagation) de leur distance minimale aux stations terriennes, ainsi que des limitations de la puissance totale émise et de la puissance isotrope rayonnée équivalente;
- f) qu'en appliquant des restrictions raisonnables dans la conception de systèmes de faisceaux hertziens en visibilité directe et de systèmes du service fixe par satellite, il leur est possible de partager des bandes de fréquences, mais il peut y avoir des difficultés considérables à partager des bandes de fréquences avec d'autres services de Terre comportant des émetteurs à grande puissance, des récepteurs très sensibles et des zones de couverture variable,

*recommande*

1. que, lorsque des faisceaux hertziens en visibilité directe à modulation angulaire analogique et des systèmes du service fixe par satellite partagent des bandes de fréquences, le bruit causé dans les voies téléphoniques par brouillage mutuel, soit limité à une valeur suffisamment faible pour être admissible, par rapport au bruit total admissible dans le circuit fictif de référence correspondant, comme il est indiqué actuellement dans les Recommandations UIT-R SF.356 et UIT-R SF.357;
2. que, lorsque des faisceaux hertziens en visibilité directe et des systèmes numériques du service fixe par satellite partagent des bandes de fréquences, la puissance brouilleuse soit limitée à une valeur suffisamment faible pour être admissible, comme il est indiqué actuellement dans la Recommandation UIT-R SF.558;
3. que, lorsque des faisceaux hertziens numériques et des systèmes du service fixe par satellite partagent des bandes de fréquences, la puissance brouilleuse de ces derniers soit limitée à une valeur suffisamment faible pour être admissible, comme il est indiqué actuellement dans la Recommandation UIT-R SF.615;

---

\* Les Commissions d'études 4 et 9 des radiocommunications ont apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2000 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 44.

4. que la réglementation des brouillages mutuels entre stations spatiales du service fixe par satellite et faisceaux hertziens en visibilité directe comporte des restrictions applicables à l'utilisation de ces deux systèmes, de façon à éviter la nécessité d'établir des procédures spéciales de coordination entre les administrations utilisant des stations de faisceaux hertziens et celles utilisant des stations spatiales; ces restrictions sont indiquées actuellement dans les Recommandations UIT-R SF.358 et UIT-R SF.406;

5. que l'on continue à étudier la question du partage des bandes de fréquences entre systèmes du service fixe par satellite et faisceaux hertziens transhorizon ainsi que les principes d'un tel partage;

6. que la réglementation des brouillages mutuels entre chaque station terrienne d'un système du service fixe par satellite et les stations de radiocommunication de Terre utilisant les mêmes bandes de fréquences, soit assurée par l'application de procédures spéciales de coordination entre les administrations intéressées. Les procédures recommandées sont indiquées actuellement dans l'Appendice S7 au Règlement des radiocommunications.

*Note 1* – De plus amples renseignements sur la présente Recommandation sont donnés dans l'Annexe 1.

## ANNEXE 1

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

#### **1. Introduction**

Lorsqu'on envisage le partage des fréquences entre les systèmes du service fixe par satellite et ceux du service fixe, il y a quatre conditions à satisfaire:

- les signaux émis par les satellites ne doivent pas provoquer de brouillage inadmissible dans les récepteurs des stations de Terre, comme en A dans la Fig. 1;
- les signaux émis par les stations terriennes ne doivent pas provoquer de brouillage inadmissible dans les récepteurs des stations de Terre, comme en B dans la Fig. 1;
- les signaux émis par les stations de Terre ne doivent pas provoquer de brouillage inadmissible dans les récepteurs des stations terriennes, comme en C dans la Fig. 1;
- les signaux émis par les stations de Terre ne doivent pas provoquer de brouillage inadmissible dans les récepteurs des satellites, comme en D dans la Fig. 1.

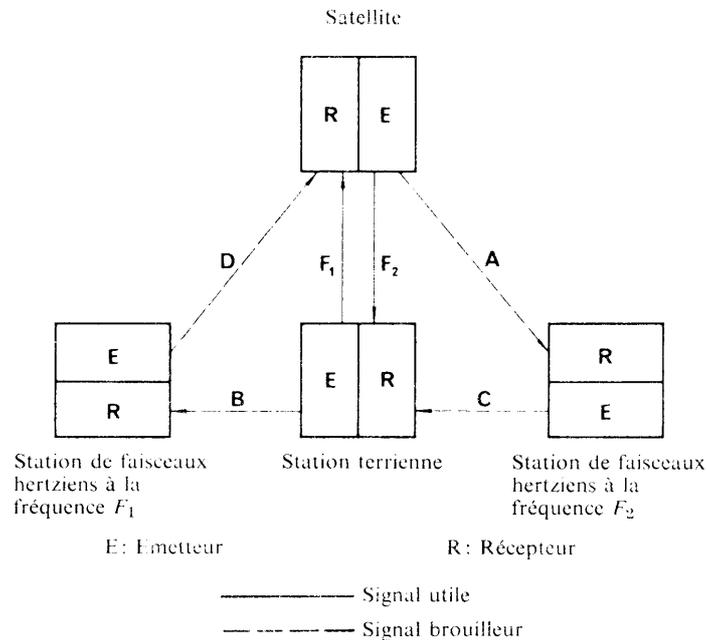
#### **2. Facteurs influant sur le partage**

La question de savoir si le partage entre deux systèmes est possible dépend des facteurs ci-après:

- niveau de brouillage maximal admissible dans une voie téléphonique, dans un canal de télévision ou dans un canal de radiodiffusion, à la sortie du système qui subit le brouillage;
- nombre de trajets de brouillage particuliers entre lesquels il faut diviser le brouillage maximal admissible;
- rapport des puissances, ou des densités spectrales de puissance, du signal utile et du signal brouilleur, à l'entrée du récepteur, pour lequel le brouillage admissible à la sortie du récepteur serait juste atteint, compte tenu des types de modulation utilisés;
- puissance, ou densité spectrale de puissance, de l'émetteur brouilleur;
- affaiblissement de transmission le long du trajet du signal brouilleur, y compris les gains apparents d'antenne, affaiblissement de transmission de référence et effet des polarisations;
- puissance, ou densité spectrale de puissance, de l'émetteur utile;
- affaiblissement de transmission le long du trajet du signal utile, y compris les gains apparents d'antenne et affaiblissement de transmission de référence.

FIGURE 1

Trajets des signaux brouilleurs entre les systèmes du service fixe par satellite et ceux du service fixe



Note – Les fréquences indiquées sont dans les bandes attribuées en partage au service fixe et au service fixe par satellite, pour les transmissions dans le sens Terre-espace ( $F_1$ ) et pour les transmissions dans le sens espace-Terre ( $F_2$ ).

D01-sc

Les valeurs maximales admissibles de brouillage pour le circuit fictif de référence ou le trajet numérique sont indiquées dans les Recommandations UIT-R SF.356 et UIT-R SF.558 pour ce qui concerne les systèmes du service fixe par satellite et dans les Recommandations UIT-R SF.357 et UIT-R SF.615 pour ce qui concerne les systèmes de faisceaux hertziens en visibilité directe.

### 3. Méthodes permettant le partage

Les méthodes particulières qui permettent de réaliser le partage des bandes entre les systèmes du service fixe par satellite et les services de radiocommunication de Terre sont les suivantes:

- limitation de la puissance rayonnée par les émetteurs de faisceaux hertziens (voir les Recommandations UIT-R SF.406 et UIT-R SF.765); l'Appendice 1 donne des détails à ce sujet;
- limitation de la puissance surfacique produite à la surface de la Terre par les satellites du service fixe (voir la Recommandation UIT-R SF.358);
- méthode spécifique de calcul de la distance en deçà de laquelle les émetteurs des stations terriennes ou les émetteurs de Terre peuvent causer des brouillages inadmissibles aux récepteurs de Terre ou de stations terriennes qui utilisent les mêmes bandes de fréquences (voir la Recommandation UIT-R SM.1448).

Le Règlement des radiocommunications spécifie, dans l'Article S21 et dans l'Appendice S7, des limites et des méthodes de calcul pertinentes.

On trouvera à l'Appendice 2 des détails sur les possibilités de partage des bandes de fréquences entre les systèmes du service fixe par satellite et les systèmes de faisceaux hertziens transhorizon.

#### **4. Compromis entre systèmes, en vue de l'utilisation partagée des mêmes bandes de fréquences par le service fixe par satellite et les faisceaux hertziens**

Les objectifs nominaux de qualité de fonctionnement des faisceaux hertziens et du service fixe par satellite sont spécifiés dans les Recommandations UIT-R F.393 et UIT-R S.353 respectivement, pour les systèmes MRF-MF et dans les Recommandations UIT-R F.594 et UIT-R S.522 pour les systèmes utilisant les techniques MIC.

Ces Recommandations représentent un compromis entre les normes préférées pour un circuit téléphonique et l'augmentation du coût en fonction de la qualité de fonctionnement des systèmes de communication. C'est la raison pour laquelle elles constituent les bases essentielles de la conception globale des systèmes radioélectriques de Terre et des systèmes par satellite.

La dégradation totale autorisée pour un système quelconque doit être répartie entre:

- le bruit thermique,
- le brouillage à l'intérieur du système, et
- le brouillage causé par d'autres systèmes partageant la même bande de fréquences.

Pour assurer une répartition cohérente du brouillage, les Recommandations pertinentes doivent tenir compte des conséquences du brouillage sur le coût total des systèmes mutuellement brouilleurs. Il se peut qu'une technique de répartition cohérente du brouillage ne soit pas facilement applicable lorsque plusieurs administrations sont en jeu, mais les économies totales de coût qu'elle permet peuvent justifier d'en considérer l'utilisation.

#### APPENDICE 1

#### DE L'ANNEXE 1

### **Protection des stations spatiales du service fixe par satellite contre les brouillages provenant des systèmes du service fixe fonctionnant dans des bandes partagées au-delà de 1 GHz**

Deux possibilités doivent être envisagées lorsque l'on considère la limitation de la puissance des émetteurs de Terre:

- brouillage causé à un satellite par le rayonnement du lobe principal de l'émetteur du faisceau hertzien de Terre;
- brouillage causé à un satellite par le rayonnement des lobes latéraux d'un grand nombre de stations de Terre se trouvant dans la zone de couverture du satellite.

Dans le premier cas, il faut limiter la valeur maximale de la p.i.r.e. des stations de Terre dont les antennes sont dirigées approximativement vers l'orbite des satellites géostationnaires. Dans le deuxième cas, il faut limiter la puissance maximale fournie aux antennes des stations de Terre.

#### **1. Limitation de la p.i.r.e.**

Pour qu'un satellite se trouve dans le lobe principal d'une station brouilleuse de Terre, il faut que celle-ci soit située à la limite de visibilité du satellite. La valeur admissible de la p.i.r.e. dépend, entre autres, du gain de l'antenne du satellite dans la direction de l'horizon, qui est généralement nettement inférieur au gain dans le lobe principal.

Les autres paramètres du satellite qui entrent dans le calcul sont les suivants: la température de bruit du récepteur, le nombre de voies téléphoniques et le degré de dispersion d'énergie utilisé.

#### **2. Limitation de la puissance fournie à l'antenne**

En dehors du lobe principal, le gain de l'antenne d'une station de Terre est, dans une large mesure, indépendant du gain dans ce lobe. Par conséquent, lorsque le satellite ne se trouve pas dans le lobe principal, on peut agir sur le brouillage en limitant la puissance totale fournie à l'antenne plutôt qu'en limitant la p.i.r.e.

Le brouillage total dans le lobe principal de l'antenne du satellite dépend donc du nombre de stations de Terre se trouvant dans la zone de couverture du satellite et de la valeur moyenne de leur gain d'antenne dans la direction du satellite. Les autres paramètres du satellite à utiliser dans les calculs sont indiqués au paragraphe précédent.

## APPENDICE 2

### DE L'ANNEXE 1

## **Partage des bandes de fréquences entre des systèmes du service fixe par satellite et des systèmes de faisceaux hertziens transhorizon**

### **1. Introduction**

Le présent Appendice étudie les conditions dans lesquelles les systèmes du service fixe par satellite et les systèmes de faisceaux hertziens transhorizon peuvent employer la même bande de fréquences sans se causer de brouillages mutuels excessifs.

### **2. Systèmes de faisceaux hertziens transhorizon**

On note des différences importantes entre les paramètres des divers types de systèmes transhorizon: par exemple, les puissances d'émission peuvent varier entre quelques centaines de watts et 50 kW; les diamètres d'antenne entre 3 et 35 m; la capacité de la bande de base entre une voie téléphonique et un canal de télévision; le facteur de bruit des récepteurs entre 1 et 12 dB, etc. En règle générale, et compte tenu des impératifs économiques, il faut choisir les paramètres qui sont les mieux appropriés à chaque système particulier, et parfois à chaque liaison particulière. Les marges de fonctionnement qu'il faudrait considérer en vue d'une normalisation sont irréalisables, soit du point de vue technique, soit du point de vue économique.

Il semble peu probable que les faisceaux hertziens transhorizon utiliseront des canaux radioélectriques en parallèle dans une mesure aussi grande que les faisceaux hertziens à visibilité directe.

### **3. Considérations d'ordre géométrique**

Les conditions géométriques qui déterminent l'exposition des satellites aux lobes de rayonnement des antennes des stations de faisceaux hertziens sont indiquées dans l'Annexe 1 à la Recommandation UIT-R SF.765. Bien que les antennes des systèmes transhorizon aient des lobes de rayonnement plus étroits, ce qui tend à diminuer la probabilité d'exposition aux divers systèmes d'orbites, il faut reconnaître que la puissance d'émission, la sensibilité des récepteurs et le gain des antennes étant supérieurs, les probabilités de brouillages appréciables en cas d'exposition à ces lobes de rayonnement et même aux principaux lobes latéraux s'en trouvent accrues.

En outre, les liaisons transhorizon sont souvent utilisées entre les petites îles séparées par de grandes distances, ainsi que dans d'autres cas similaires, ce qui limite le choix des directions possibles pour les trajets et empêche ainsi l'utilisation de ce moyen d'éviter l'exposition aux orbites.

### **4. Considérations de brouillage**

#### **4.1 Brouillages mutuels avec les satellites**

La puissance isotrope rayonnée équivalente d'une station transhorizon peut être de l'ordre de 85 à 90 dBW, c'est-à-dire peu différente de celle de stations terriennes typiques. Par conséquent, un satellite qui se trouverait dans le lobe principal d'une antenne de station transhorizon recevrait des signaux utiles et des signaux brouilleurs transportant des puissances sensiblement égales, dans l'hypothèse où une fréquence serait utilisée en partage sur le trajet Terre-satellite. Supposons maintenant qu'une fréquence soit partagée sur le trajet satellite-Terre: dans ce cas, le signal brouilleur capté par le récepteur du système transhorizon serait de l'ordre de -110 dBW, soit sensiblement équivalent à la valeur médiane du signal utile et, par conséquent, entraînerait pratiquement une interruption de la communication.

## 4.2 Brouillages mutuels avec les stations terriennes

Le problème relatif à la distance de coordination entre stations terriennes et stations de faisceaux hertziens transhorizon est essentiellement le même que pour la distance de coordination entre stations terriennes et stations de faisceaux hertziens à visibilité directe, à ceci près qu'il faut prévoir ici un affaiblissement plus important. L'affaiblissement de transmission de référence requis pour que l'on ait un brouillage négligeable varie entre les valeurs approximatives de 190 dB, lorsque aucune des antennes n'est pointée vers l'autre station, et de 300 dB, lorsque chaque antenne est pointée vers l'autre station (directions complémentaires en azimut, mais distance supérieure à la distance de visibilité directe).

Il convient de noter que l'on possède beaucoup plus de renseignements sur les évanouissements se produisant vers le bas en propagation transhorizon que sur les évanouissements se produisant vers le haut et ayant une grande importance dans l'évaluation de la distance de coordination. La propagation guidée est susceptible d'introduire des distorsions notables dans les résultats statistiques obtenus généralement pour l'affaiblissement sur le trajet transhorizon, au-dessus de la valeur médiane de ces résultats; cet effet est imputable à des inversions de température qui, dans certains cas, ont entraîné une augmentation des signaux transhorizon pouvant atteindre 60 à 70 dB au-dessus des valeurs médianes, pendant d'assez longues périodes. Les particularités locales du terrain sous la zone de diffusion sont susceptibles de donner lieu à une propagation guidée sur certains trajets, cet effet pouvant être nettement supérieur à la moyenne caractéristique de la région ou du type de région considéré.

Etant donné un trajet susceptible de subir des brouillages, il est recommandé de mesurer l'affaiblissement de propagation sur ce trajet à un moment où les inversions de température sont les plus probables. Une installation mobile ne permet pas de mesurer facilement des affaiblissements de transmission de référence dont la valeur dépasse 250 dB.

Pour les satellites géostationnaires, le problème de la coordination se trouve quelque peu simplifié par le fait que l'antenne de la station terrienne serait toujours pointée dans une direction bien définie et non dans plusieurs directions comme ce serait le cas s'il fallait poursuivre un satellite mobile.

## 5. Conclusions

**5.1** Il est probable que le problème de la coordination pourra être résolu dans la plupart des cas. Dans les situations particulièrement difficiles, ce problème se trouverait simplifié si l'on pouvait disposer d'une bande de fréquences non partagée, à laquelle pourraient être transférées les fréquences de la liaison brouilleuse.

**5.2** Pour effectuer le partage avec un système à satellites géostationnaires, il faudrait, sur une petite portion de la surface terrestre, restreindre la gamme d'azimuts autorisés pour les liaisons transhorizon. Il est probable que cette restriction ne sera pas gênante au point d'empêcher le partage.

**5.3** Les systèmes comportant des satellites à répartition aléatoire sur orbites inclinées semblent exiger actuellement de telles restrictions sur la gamme des azimuts autorisés pour les liaisons transhorizon et ce, sur une superficie tellement grande, que le partage des fréquences paraît irréalisable.

---