

RECOMMANDATION UIT-R BO.1504

Utilisation efficace du spectre assigné au service de radiodiffusion par satellite (sonore)*

(Question UIT-R 219/10)

(2000)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que, la Résolution 528 (CAMR-92) demande que soit convoquée une conférence compétente pour planifier l'utilisation des bandes attribuées au service de radiodiffusion par satellite (SRS) (sonore);
- b) qu'il est nécessaire de mener à l'UIT-R les études techniques appropriées pour préparer une telle conférence;
- c) que les études auxquelles il est demandé de procéder dans la Résolution 528 (CAMR-92) sont complexes et qu'il faut d'urgence trouver des réponses,

considérant en outre

- a) la quantité limitée de spectre disponible, la quasi-équidirectivité des antennes de réception, en particulier pour des récepteurs à bord de véhicules, ce qui se traduit par une réutilisation négligeable du spectre via l'espacement orbital, la zone de couverture étendue des systèmes types et la directivité limitée de l'antenne de satellite à ces fréquences car les dimensions physiques de cette antenne sont limitées, autant de facteurs qui contribuent à un risque de brouillage intraservice important;
- b) que divers types de SRS (sonore) seront mis en œuvre avant qu'une telle conférence ne soit convoquée;
- c) la diversité des caractéristiques techniques des systèmes notifiés à ce jour au Bureau des radiocommunications (BR);
- d) que les administrations souhaitant mettre en œuvre le SRS (sonore) pourraient tirer profit d'un ensemble de directives de gestion du spectre destinées à améliorer l'efficacité d'utilisation du spectre et à fournir un accès équitable de celui-ci,

notant

- a) qu'il faut partager le spectre avec d'autres services bénéficiant d'attributions à titre coprimaire et que bon nombre de ces services tolèrent mal les brouillages extérieurs, ce qui rendra difficile la gestion du spectre;
- b) que les récepteurs du SRS (sonore) peuvent eux aussi mal tolérer les brouillages extérieurs, de par la nécessité pour les antennes de réception d'être en principe équidirectives;
- c) que l'Appendice S3 du Règlement des radiocommunications (RR) indique les niveaux des rayonnements non essentiels que les stations spatiales doivent respecter pour éviter de brouiller des services passifs;

* La présente Recommandation ne traite que du partage intraservice SRS (sonore).

d) que la gestion du spectre du SRS (sonore) est encore compliquée par le fait qu'il faut tenir compte à la fois du service de radiodiffusion sonore par satellite et du service de radiodiffusion sonore complémentaire de Terre,

recommande

1 que, pendant la période intérimaire qui s'écoulera avant la tenue d'une conférence au titre de la Résolution 528 (CAMR-92), les administrations envisageant de notifier un système du SRS (sonore) s'appuient sur les directives énoncées dans l'Annexe 1 afin d'utiliser au mieux la ressource orbite/spectre et de faciliter la gestion des bandes attribuées au SRS (sonore) entre 1400 et 2700 MHz. La logique de ces directives est expliquée à l'Annexe 2;

2 que les études techniques nécessaires à la préparation de cette conférence se poursuivent d'urgence et que les résultats fassent l'objet d'une/de nouvelle(s) Recommandation(s),

invite le BR

1 à informer le Groupe de Travail (GT) 6S (anciennement GTM 10-11S) de la possibilité d'étendre jusqu'à -30 dB par rapport à la puissance surfacique maximale, par pas de 3 dB, les contours de puissance surfacique de l'antenne d'émission du satellite à la surface de la Terre demandés dans le cadre des notifications de systèmes;

2 à informer le GT 6S (anciennement GTM 10-11S) de la possibilité d'étendre jusqu'à des niveaux de -27 dB par rapport à la puissance dans le canal, le gabarit spectral RF attendu du signal émis du satellite demandé dans le cadre des notifications de systèmes SRS (sonore).

ANNEXE 1

Directives de gestion du spectre pour le SRS (sonore)

1 Dans la mesure du possible, il convient de choisir les paramètres en fonction des valeurs indiquées dans le Tableau 1 (voir les Notes 1 et 2):

TABLEAU 1

Gain maximum dans les lobes latéraux de l'antenne d'émission par rapport au gain d'antenne maximum	-30 dB ⁽¹⁾
Emission hors bande équivalent dans le canal adjacent rapporté à la puissance dans le canal ⁽²⁾	-27 dB
Sélectivité du récepteur par rapport au canal adjacent	35 dB

(1) Cette valeur peut être assouplie pour des lobes latéraux dirigés vers des zones où on n'envisage pas de mettre en œuvre des systèmes du SRS (sonore) utilisant la même bande de fréquences.

(2) On a pris en compte le fait que la largeur de bande de canal varie d'un système du SRS (sonore) à l'autre en faisant une double intégration de l'énergie par largeur de bande unitaire (4 kHz) du signal brouilleur sur la totalité de sa largeur de bande et sur la partie de la largeur de bande du signal brouillé (voir l'Annexe 2).

NOTE 1 – Le Tableau 1 a été élaboré dans l'hypothèse d'une dispersion de puissance surfacique maximum de 10 dB entre les divers systèmes du SRS (sonore) considérés (voir l'Annexe 2). Une dispersion moins importante serait préférable car l'homogénéité des niveaux de puissance surfacique reçue est un élément important dans l'augmentation de l'efficacité spectrale (voir l'Annexe 2). Si un système se trouve en dehors de la fourchette de valeurs de la puissance surfacique maximale prise pour hypothèse: -128 à -138 dB(W/(m² · 4 kHz)), il faudrait envisager des valeurs plus strictes ou plus souples que celles figurant dans le Tableau.

NOTE 2 – Les valeurs données dans le Tableau 1 ont été établies à partir de la ventilation suivante du brouillage: 40% du bilan de bruit (soit une marge de 2,2 dB pour les brouillages) sont réservés au brouillage cumulatif causé par deux brouilleurs cocanal et deux brouilleurs dans le canal adjacent, la part relative de chacun d'entre eux étant de 10% (ce qui équivaut à un isolement supplémentaire pour les brouillages de 10 dB) (voir l'Annexe 2).

2 Il est vrai que les systèmes du SRS (sonore) de première génération mis en œuvre seront peut-être destinés à assurer des services à couverture étendue car les dimensions de l'antenne d'émission du satellite sont limitées; cela étant, la préférence devrait aller à des systèmes à faisceaux plus étroits, avec des progrès de la technologie des satellites. En effet, l'utilisation de faisceaux plus étroits améliorera les perspectives de voir plusieurs systèmes à satellites couvrir une zone géographique donnée et permettra une meilleure réutilisation des fréquences, en particulier si les lobes latéraux de l'antenne sont bien maîtrisés, ce qui à son tour améliorera les possibilités d'accès à la ressource limitée qu'est le spectre.

ANNEXE 2

Logique des directives à suivre pour assurer la meilleure utilisation possible du spectre lors de la mise en œuvre du SRS (sonore) entre 1 et 3 GHz

La discrimination nécessaire entre différentes émissions du SRS (sonore) pour assurer une réutilisation des fréquences et une occupation du spectre maximales est dictée par quatre paramètres: la directivité de l'antenne d'émission du satellite, les caractéristiques du rayonnement hors bande du répéteur de satellite, la sélectivité du récepteur par rapport aux canaux et la directivité de l'antenne du récepteur. Pour ce qui est du dernier paramètre, la directivité de l'antenne de réception est minimale si le service est destiné à des récepteurs à bord de véhicules ou portatifs. Cette directivité sera donc négligée dans la suite de la discussion. Les valeurs de la discrimination déduites des trois premiers paramètres sont comparées à l'isolement nécessaire entre les différents systèmes du SRS (sonore). Une fois qu'on connaît l'isolement nécessaire entre systèmes du SRS (sonore), on peut déduire de cette comparaison des directives générales.

1 Variables concernant le partage intraservice SRS (sonore)

Dans le cas du SRS (sonore), les moyens dont on dispose pour utiliser au mieux les bandes de fréquences qui lui ont été attribuées à la CAMR-92 (40 MHz à 1,5 GHz, 50 MHz à 2,3 GHz et 120 MHz à 2,5 GHz) sont limités. Lorsqu'on utilise plusieurs systèmes de radiodiffusion par satellite pour assurer le service, seuls les moyens suivants permettent d'assurer un isolement suffisant pour éviter des brouillages mutuels:

- espacement orbital très important entre satellites afin que le satellite potentiellement brouilleur soit au-delà de l'horizon dans la zone de service considérée;

- discrimination de l'antenne d'émission du satellite: il est ainsi possible de réutiliser le spectre si les deux zones de service considérées sont géographiquement séparées par la distance minimale nécessaire que l'on suppose rapportée à l'angle hors axe au niveau de l'antenne du satellite;
- sélectivité du récepteur par rapport au canal: si le récepteur a une sélectivité suffisante, différents systèmes desservant la même zone ou des zones adjacentes pourront fonctionner sur des canaux peu espacés en fréquence car le récepteur rejettera le canal adjacent;
- le gabarit spectral RF des émissions hors bande provenant du répéteur de satellite: on pourra là aussi utiliser des canaux peu espacés en fréquence pour desservir la même zone ou des zones adjacentes, d'où une meilleure utilisation du spectre. Ces émissions hors bande généralement imputables au spectre renvoyé par le répéteur de satellite seraient considérées par le récepteur comme du brouillage dans le canal, brouillage pour lequel la sélectivité du récepteur ne serait d'aucune utilité.

A la différence de ce qui se passe pour de nombreux autres services par satellite, on ne peut supposer aucune discrimination de l'antenne de réception car, par nature, cette antenne doit avoir une directivité minimale puisqu'elle est appelée à être utilisée avec des récepteurs portatifs ou mobiles et que le véhicule peut se déplacer dans toutes les directions. Cette antenne doit avoir une grande ouverture de faisceau pour que les récepteurs mobiles puissent recevoir et elle ne peut donc pas faire de discrimination entre des satellites sur orbite des satellites géostationnaires (OSG) ou sur toute autre orbite. On pourrait utiliser des antennes plus directives pour des récepteurs fixes ou portatifs et même pour des récepteurs mobiles si l'on prévoit un système de poursuite, mais les contraintes de service devraient être basées sur le cas d'antennes quasi équidirectives. En fait, dans certains systèmes du SRS (sonore) proposés, on envisage de tirer parti de la grande ouverture de faisceau de l'antenne de réception pour assurer une certaine diversité d'émission depuis plus d'un satellite. L'antenne de réception n'étant pas directive, il est beaucoup plus facile de maximiser l'efficacité d'utilisation de la ressource orbite/spectre comme on le verra ci-après.

Pour déterminer l'isolement nécessaire entre différents systèmes du SRS (sonore) pour que ces systèmes puissent fonctionner avec une bonne efficacité spectrale, il faut établir certains critères. Pour les besoins de cet exercice, on suppose que la réception du satellite est limitée en bruit (ce qui est tout à fait réaliste pour des systèmes à satellites qui sont intrinsèquement limités en puissance). Le brouillage tombant dans chaque canal adjacent ne doit pas représenter plus de 10% du bilan de bruit. On suppose également qu'au plus deux autres systèmes fonctionnant sur la même fréquence brouilleront le signal utile. La part relative de chacun de ces brouilleurs cocanal ne devrait pas représenter plus de 10% du bilan de bruit. Il en résulte un isolement supplémentaire de 10 dB pour chaque brouilleur cocanal et chaque brouilleur dans le canal adjacent, soit au total une tolérance de brouillage de 2,2 dB à inclure dans le bilan de liaison.

2 Brouillage intrasystème

On a examiné les quatre systèmes du SRS (sonore) dont on connaissait la plupart des spécifications techniques pour établir une fourchette de valeurs de l'isolement nécessaire. Les paramètres des systèmes ont été repris de la Publication spéciale de l'UIT-R sur le SRS (sonore) actuellement en cours de mise à jour – «**Radiodiffusion sonore numérique** de Terre et par satellite à destination de récepteurs fixes, portatifs ou placés à bord de véhicules en ondes métriques et décimétriques.» Le Tableau 2 récapitule le processus qui a servi à calculer les valeurs de l'isolement nécessaire entre systèmes du même type à respecter pour qu'il puisse y avoir réutilisation des fréquences.

TABLEAU 2

Isolement total nécessaire pour le brouillage intrasystème

Paramètres \ Systèmes ⁽¹⁾	Système A	Système B	Système D	Système E ⁽²⁾
Rapport E_b/N_0 (dB) minimum requis	7,2	3,3	2,7	2,6
Marge de mise en œuvre du système (dB)	1	1	0,5	0
Marge de mise en œuvre du logiciel (dB)	0,5	0,5	1,8	2
Dégradation due à la liaison montante (dB)	0,4	0,4	0	0,1
Tolérance de brouillage (dB)	2,2	2,2	2,2	2,2
Tolérance d'évanouissement (dB)	5	5	9,7	8,1
Tolérance supplémentaire pour limiter le brouillage à 10% du bilan de bruit (dB)	10	10	10	10
Isolement total nécessaire (dB)	26,3	22,4	26,9	25,0

- (1) Les quatre systèmes utilisés sont décrits dans la Recommandation UIT-R BO.1130 (le système C est utilisé uniquement pour la radiodiffusion de Terre (service de radiodiffusion) (sonore)).
- (2) La valeur du brouillage pour le système E est retenue uniquement pour les calculs dans ce tableau. Elle ne doit pas être utilisée à d'autres fins.

Ces chiffres permettent de fixer la discrimination nécessaire pour autoriser une réutilisation des fréquences et ce pour chacun des systèmes considérés dans l'hypothèse du scénario de réception le plus défavorable, c'est-à-dire lorsque le signal brouilleur est en visibilité directe pour le récepteur et que le signal utile subit un évanouissement tel qu'il est reçu à son niveau seuil.

Etant donné que la discrimination de l'antenne d'émission du satellite est le seul moyen d'assurer l'isolement nécessaire, le diagramme d'antenne doit produire ce niveau de discrimination pour l'angle hors axe le plus petit possible. Pour maximiser la réutilisation des fréquences, l'antenne d'émission du satellite doit présenter un rejet par les lobes latéraux égal ou supérieur aux valeurs données ci-dessus pour l'isolement, ce qui signifie que le plateau pour les lobes latéraux habituellement défini dans les diagrammes d'antenne de référence doit être inférieur à 26,9 dB par rapport au gain de l'antenne au bord du faisceau dans le cas du système D. Le rejet par les lobes latéraux doit donc être d'environ 30 dB par rapport au gain d'antenne maximum (le différentiel de gain est pris égal à 3 dB entre le centre et le bord du faisceau). Comme on peut le voir, les données concernant le rejet par les lobes latéraux de l'antenne d'émission du satellite sont essentielles et devraient être fournies à l'UIT-R dans le cadre de la demande soumise pour tout nouveau système, afin de faire des comparaisons avec les valeurs de l'isolement nécessaire.

3 Brouillage entre systèmes

Ce paragraphe traite du scénario plus complexe où différents systèmes en exploitation se brouillent mutuellement. Le Tableau 3 donne les niveaux maximums de puissance surfacique produite par les quatre systèmes du SRS (sonore) décrits dans la Publication spéciale de l'UIT-R sur le SRS (sonore) actuellement en cours de mise à jour afin qu'il puisse être tenu compte de tout différentiel entre ces niveaux dans la définition des valeurs de l'isolement nécessaire pour éviter les brouillages mutuels

entre ces systèmes. Ce tableau donne, pour chacun des systèmes, les valeurs maximales de la densité spectrale de puissance produite au centre du faisceau. Les valeurs à utiliser pour déterminer les facteurs d'isolement correspondent en fait à la densité spectrale du signal mesurée sur 4 kHz. A titre indicatif, et pour les besoins de la comparaison, on a tenu compte des valeurs qui ont été soumises à l'UIT-R dans le cadre des notifications des systèmes proposées et qui figurent dans la version actuellement proposée de la Publication spéciale de l'UIT-R sur le SRS (sonore). Pour déterminer ces facteurs, on a supposé que les deux systèmes brouilleurs occuperaient la même largeur de bande de spectre équivalente. Dans le cas contraire, le facteur d'isolement a été corrigé en conséquence (par exemple si le système X n'occupe que la moitié de la largeur de bande du système Y, la valeur du facteur d'isolement pour le système Y brouillé par le système X devrait être réduite de 3 dB alors que cette valeur dans le sens inverse ne serait pas modifiée puisqu'à la réception, le système X verrait la totalité de son canal brouillé par la largeur de bande plus grande du système Y).

TABLEAU 3

**Tableau des facteurs d'isolement mutuel entre systèmes du SRS (sonore)
(une seule source de brouillage)**

Paramètres \ Systèmes	Système A	Système B	Système D	Système E
Largeur de bande (kHz)	1 536	293	1 840	25 000
Débit binaire utile par canal (kbit/s)	1 152	256	1 584	7 078
Rapport E_b/N_0 nécessaire pour TEB = 1×10^{-4} (dB)	11,1	7,2	1,87	24,9
Rapport C/N_0 nécessaire sur la liaison descendante (dB)	71,7	61,3	67,0	73,4
Facteur de qualité à la réception (dB(K ⁻¹))	-22,2	-22,2	-13,0	-21,8
Marge de protection contre les évanouissements (dB)	5,0	5,0	9,7	8,1
Puissance surfacique en visibilité directe au bord du faisceau (à -3 dB) (dB(W/m ²))	-104,9	-115,3	-114,1	-95,4
Densité spectrale de puissance maximale calculée (dB(W/(m ² · 4 kHz)))	-127,7	-131,0	-137,7	-128,5
Système A (brouillé)	26,3	19,2	16,9	24,2
Système B (brouillé)	29,5	22,4	20,1	27,4
Système D (brouillé)	36,3	29,2	26,9	34,2
Système E (brouillé)	27,1	20,0	17,7	25,0

On a établi un tableau des valeurs de la discrimination nécessaire pour le brouillage mutuel entre systèmes à partir des valeurs de la discrimination intrasystème fixées dans le Tableau 2. Ces valeurs intrasystème sont en fait celles qui apparaissent (en gras) sur la diagonale des quatre dernières rangées du Tableau 3. Ce Tableau donne également toutes les valeurs de l'isolement intrasystème qui résultent de la combinaison de ces valeurs de la discrimination intrasystème et des différentiels entre la puissance spectrale maximale nécessaire entre tous les systèmes.

Il ressort du Tableau 3, que du fait de l'inhomogénéité entre les valeurs de puissance surfacique des différents systèmes, les valeurs de la discrimination nécessaire vont de 16,9 dB lorsque le système de plus faible puissance (système D) brouille le système de plus forte puissance (système A) à un chiffre aussi important que 36,3 dB dans le cas inverse. Malheureusement, une valeur aussi élevée de l'isolement, qui se traduirait par une discrimination de quelque 39,3 dB pour tenir compte du différentiel de gain de l'antenne entre le bord du faisceau et le centre du faisceau (généralement 3 dB), imposerait des contraintes techniques peu réalistes pour la conception des antennes d'émission de satellite dans le cas de systèmes de forte puissance pour respecter un fonctionnement aussi strict en lobe latéral. La seule façon de réduire la valeur de l'isolement pour la ramener à 29,6 dB serait de placer au même endroit les deux satellites, ce qui permettrait d'éviter le scénario le plus défavorable, à savoir lorsque le signal utile subit un évanouissement et le signal brouilleur est reçu en visibilité directe.

Une autre solution consisterait à utiliser un canal adjacent et non le même canal dans les zones situées en dehors du lobe principal de l'antenne du satellite, pour tirer parti de la discrimination supplémentaire fournie par le récepteur et de la sélectivité du répéteur de satellite par rapport au système brouilleur (voir ci-après), mais on gaspillerait alors du spectre. Lorsque la discrimination d'antenne du satellite est la seule possibilité, il est très peu vraisemblable que ces systèmes puissent être utilisés sur la même fréquence du même côté de la Terre. On se retrouverait en effet dans une situation où la ressource orbite/spectre serait très mal utilisée, ce qu'il convient d'éviter. On notera que pour que le spectre soit utilisé efficacement, les exigences à respecter concernant la discrimination d'antenne du satellite et la sélectivité du répéteur seraient plus strictes dans le cas de systèmes très puissants.

4 Sélectivité du canal

On peut améliorer l'efficacité d'utilisation du spectre par différents systèmes du SRS fonctionnant sur des fréquences différentes. On devrait idéalement pouvoir recevoir, au même endroit, divers systèmes fonctionnant sur des canaux adjacents de sorte que l'on pourrait avoir accès à la totalité de la largeur de bande (40 MHz à 1,5 GHz, 50 MHz à 2,3 GHz et 120 MHz à 2,5 GHz) dans une seule et même zone de service. La discrimination possible entre deux canaux adjacents est dictée par deux paramètres: la sélectivité du récepteur et l'importance du débordement de spectre dans les canaux adjacents généré par le répéteur de satellite.

5 Sélectivité du récepteur

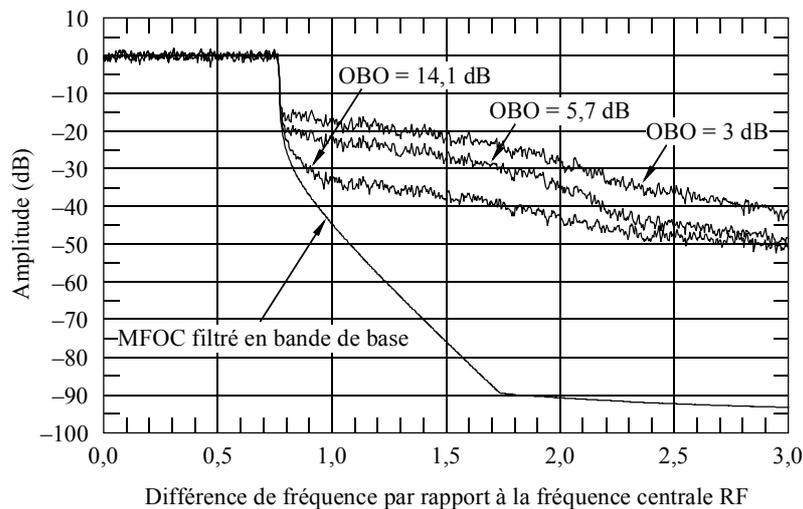
On mesure cette caractéristique de fonctionnement sur des récepteurs utilisant deux canaux adjacents modulés par le même type de signal. Le différentiel entre les deux signaux reçus pour lequel le récepteur commence à présenter une dégradation perceptible détermine la sélectivité du récepteur par rapport au canal adjacent. Dans le cas du satellite, les niveaux utilisés sont proches du niveau seuil du récepteur. Dans le cas du système A, le chiffre donné par les constructeurs est de 35 dB. Dans le cas du système D, on a mesuré que la sélectivité du récepteur était de 40 dB, ce qui montre que la discrimination du récepteur par rapport au canal adjacent est meilleure que celle que l'on obtient en général avec le rejet par les lobes latéraux de l'antenne d'émission du satellite (elle se situe en général entre 25 et 30 dB).

6 Emission hors bande du répéteur de satellite

L'installation d'un filtre de canal à la sortie du répéteur entraînerait des frais supplémentaires et ce filtre représente un certain poids. On évite donc de recourir à une telle méthode et on essaie de réduire le spectre renvoyé par le répéteur en maintenant dans certaines limites sa linéarité et sa puissance mais ceci est difficile et coûteux en termes de niveau de p.i.r.e. efficace. Par exemple, le niveau type de spectre dans les lobes latéraux pour un signal modulé MDP-4 non filtré est de -13 dB par rapport au canal principal. Un bon modelage des impulsions, un filtrage préalable, une linéarisation du répéteur et une réduction appropriée de la puissance en sortie (OBO, *output back-off*) permettent de ramener ce niveau à des valeurs situées entre -20 et -35 dB (voir la Fig. 1) dans le cas d'une modulation multiporteuse. On peut penser qu'un rejet de plus de 30 dB se traduirait par une perte excessive d'efficacité du répéteur (voir la Fig. 2). On peut donc conclure que les émissions hors bande du répéteur de satellite seront le facteur déterminant pour le brouillage dans les canaux adjacents.

FIGURE 1

Spectre RF type renvoyé pour une modulation multiporteuse amplifiée par un répéteur type (simulation informatique)



MFOC: multiplexage fréquentiel orthogonal codé

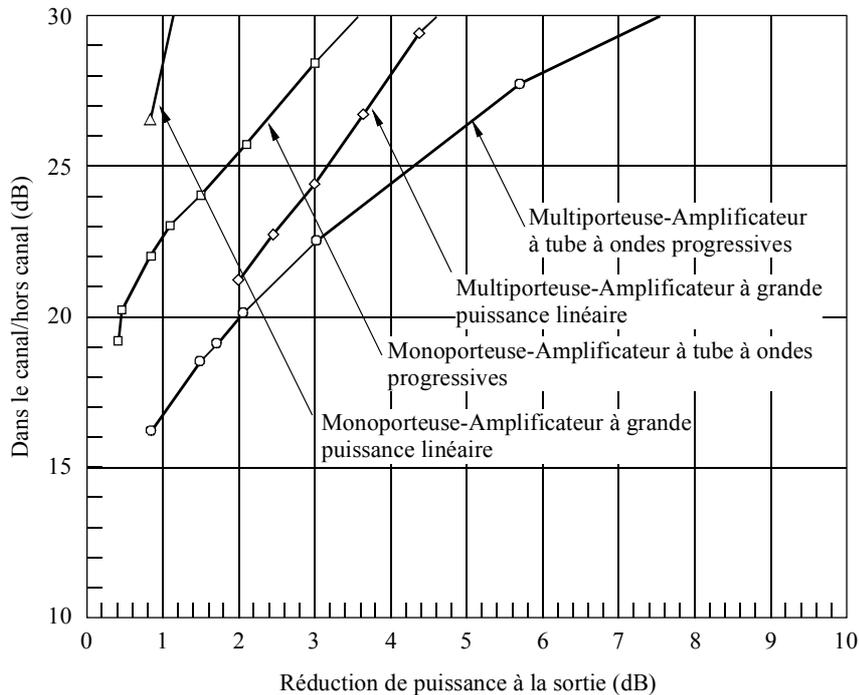
1504-01

Il faut noter que, conformément à l'Appendice S3 du RR, les rayonnements non essentiels doivent être limités au bord des bandes de fréquences pour protéger les services passifs. La limite utilisée pour les stations spatiales dans l'Appendice S3 du RR correspond à un rejet d'environ 34 dB à une fréquence équivalente à 250% de la largeur de bande de canal pour une largeur de bande de 1,5 MHz et des puissances d'émission de plus de 50 W. Tout en étant moins contraignante que celle pour les émissions dans le canal adjacent, cette valeur montre que les chiffres sont situés dans la même fourchette. L'UIT-R examine des niveaux de rejet de 25 dB pour le premier canal adjacent et de 35 dB pour le troisième canal adjacent et plus.

Etant donné que les émissions hors bande dans le canal adjacent produites par le satellite tombent dans le canal d'un récepteur synthonisé sur un canal adjacent, aucun rejet n'est possible dans ce cas même si le récepteur a une meilleure sélectivité par rapport au canal adjacent en raison du filtrage dans les canaux de fréquence intermédiaire. Il est donc essentiel de maintenir le spectre RF renvoyé par le répéteur du satellite dans des limites aussi strictes que possible.

FIGURE 2

Rapport dans le canal/hors canal pour une modulation monoporteuse et une modulation multiporteuse dans des amplificateurs types parfaitement linéarisés



1504-02

En première approximation, on peut assimiler ces émissions hors bande à du bruit; on pourrait donc utiliser les valeurs cocanal de la discrimination (étant donné que le récepteur synthonisé sur le canal adjacent recevrait ces émissions brouilleuses dans le même canal). En fait les valeurs indiquées dans la Fig. 2 représentent une intégration de la puissance brouilleuse dans une largeur de bande respectivement de 1,536 MHz et 1,84 MHz pour une modulation multiporteuse (système A) et une modulation monoporteuse (système D). On a supposé que le centre du canal adjacent était respectivement situé à 1,736 MHz et 2,3 MHz.

Mais il faut alors accepter un compromis entre l'efficacité (ou la p.i.r.e.) du répéteur et le niveau des émissions hors bande. Ceci ressort de la Fig. 2 dans les cas d'une modulation multiporteuse (système A) ou monoporteuse (système D) passant dans un répéteur type et un répéteur parfaitement linéarisé. Le rejet des émissions hors bande peut être meilleur s'il y a une linéarisation du répéteur du satellite et une faible réduction de puissance à la sortie dans le cas d'une modulation monoporteuse d'enveloppe constante ou une plus forte réduction de puissance à la sortie dans le cas d'une modulation multiporteuse. Comme on peut le voir dans la Fig. 2, la valeur de 27 dB du rejet nécessaire peut être respectée pour une réduction de puissance à la sortie relativement faible dans le cas d'un amplificateur à forte puissance linéarisé émettant une modulation monoporteuse.

Il ressort du Tableau 2 que la valeur la plus élevée de l'isolement à assurer dans le cas d'un système qui se brouille lui-même est de 26,9 dB. Cette valeur fixerait la limite nécessaire pour le niveau des rayonnements des lobes latéraux dans le canal adjacent. Il faudrait des valeurs beaucoup plus strictes dans certains cas particuliers ou différents systèmes se brouillent entre eux (par exemple le système A brouille le système B et les systèmes A, B et E brouillent le système D). Pour obtenir une discrimination plus importante, par exemple de 36,3 dB, on pourrait combiner des zones de couverture géographiquement séparées et utiliser des canaux adjacents, ce qui malheureusement se traduirait par un gaspillage de spectre.

7 Procédures de coordination et de planification

On a eu tendance dans le passé à planifier les bandes attribuées à la radiodiffusion notamment pour éviter que certains des premiers systèmes mis en œuvre limitent, par une mauvaise utilisation du spectre, les possibilités de mise en œuvre d'autres systèmes. On essaie ici de trouver des moyens pour utiliser au mieux cette ressource.

Pour maximiser la p.i.r.e. de satellite, on peut essayer dans un système proposé de saturer le répéteur, ce qui se traduira par un important débordement d'énergie hors du canal de ce répéteur; il sera donc exclu de mettre en œuvre ultérieurement d'autres systèmes aux fréquences de ces canaux adjacents. Si aucun soin n'est pris pour mettre en œuvre les premiers systèmes du SRS (sonore), l'accès à la ressource spectre/orbite pour les systèmes futurs risque d'être considérablement réduit. Pour utiliser au mieux le spectre, il faudrait à tout le moins que chaque système respecte un ensemble soigneusement défini d'exigences concernant les émissions hors bande.

On peut déterminer comme suit les moyens permettant au SRS (sonore) d'utiliser au mieux le spectre. Il faut tout d'abord définir une fourchette réaliste mais limitée de valeurs opérationnelles pour les systèmes, puis, à partir de cette fourchette, mettre au point des gabarits de référence pour le rejet par les lobes latéraux de l'antenne d'émission du satellite, les émissions hors bande du répéteur de satellite ainsi qu'une valeur minimale pour la sélectivité du récepteur par rapport aux canaux.

8 Conclusions

Avant même d'envisager les moyens permettant de coordonner et de planifier l'utilisation d'une bande commune pour l'exploitation d'un certain nombre de systèmes du SRS (sonore), il conviendrait d'élaborer et d'appliquer quelques règles générales pour garantir une utilisation efficace du spectre dès le début de la mise en œuvre du service. Ces règles sont les suivantes:

- la discrimination nécessaire entre ces systèmes ne devrait pas être plus importante que le rejet possible par les lobes latéraux de l'antenne de satellite (généralement 30 dB);
- le niveau des émissions hors bande du répéteur de satellite dans le canal adjacent par rapport au canal principal ne devrait pas être supérieur à la valeur de l'isolement nécessaire entre les différents systèmes à mettre en œuvre (par exemple, de 22,4 dB à 26,9 dB pour un brouillage intrasystème et de 16,9 dB à 36,3 dB pour un brouillage intersystème) afin de permettre une exploitation dans le canal adjacent (bien sûr la discrimination offerte par la sélectivité du récepteur ne devrait pas être supérieure à celle obtenue en agissant sur les émissions hors bande du répéteur du satellite afin de ne pas devenir un facteur prédominant et donc restrictif (par exemple 35 dB));
- il conviendrait d'éviter toute inhomogénéité entre les systèmes utilisés, en particulier entre les niveaux maximaux de puissance surfacique car la discrimination nécessaire est alors plus importante. Il faut donc réduire la fourchette des valeurs de puissance surfacique produite par les différents systèmes;
- Les impératifs de discrimination liés au rejet par les lobes latéraux de l'antenne d'émission du satellite et aux niveaux des émissions hors bande du répéteur auraient tendance à être plus rigoureux dans le cas de systèmes à forte puissance car ce sont eux qui génèrent le plus de brouillage.