

RAPPORT UIT-R BO.2019

MÉTHODES DE CALCUL DU BROUILLAGE

(1999)

1 Introduction

Un Groupe de Rapporteur spécial a été établi lors de la réunion tenue en octobre 1993 par le Groupe de Travail Mixte (GTM) 10-11S des radiocommunications afin de mettre au point des méthodes de calcul du brouillage en réponse à une question posée par le Bureau des radiocommunications (BR) (voir la Question UIT-R 223/11). Le mandat de ce Groupe a été élargi lors de la réunion tenue en novembre-décembre 1994 par le GTM 10-11S afin de traiter également la compatibilité, avec le service d'exploitation spatiale, des émissions du service de radiodiffusion par satellite (SRS) dans les bandes de garde des Appendices S30/30 et S30A/30A du Règlement des Radiocommunications (RR); et afin de traiter la possibilité technique d'étendre l'application du numéro S5.492* du RR aux Plans des Régions 1 et 3 afin d'y introduire des porteuses du service fixe par satellite (SFS). Les différentes tâches confiées à ce groupe sont présentées dans l'Annexe B à l'Annexe 4 du Doc. 10-11S/1 (Chairman's Report, 31 October 1995).

Le présent Rapport a pour objet de présenter au Groupe les nouveaux résultats des travaux effectués par certains participants depuis décembre 1994, de résumer les conclusions de ces études et d'élaborer un projet de nouvelle Recommandation proposant des critères mis à jour et les méthodes associées qu'il faudra prendre en considération pour la future révision des plans des Régions 1 et 3 selon les Appendices S30/30 et S30A/30A du RR.

Le § 2 présente les rapports de protection de l'Appendice 30 du RR et décrit les méthodes appliquées par le BR pour évaluer le niveau de brouillage entre assignations analogiques ou numériques. Cet article comporte la description du modèle provisoire qui a été fourni au BR en octobre 1993 par le GTM 10-11S afin d'évaluer le brouillage causé aux porteuses analogiques normales par les porteuses numériques. De nouvelles considérations sont par ailleurs présentées au sujet des hypothèses formulées dans le logiciel MSPACE de l'UIT afin de mettre en œuvre ce modèle. Il est également fait référence à une nouvelle méthode générale de calcul du brouillage qui permet d'effectuer les calculs pour différents décalages de fréquence et différents types de signal (utile ou brouilleur), sur la base d'un ensemble de gabarits de rapport de protection (Doc. 10-11S/89 – Protection masks and associated interference calculation methods for the BSS Plans, 7 October 1996 and Doc. 10-11S/TEMP/61 – Preliminary Draft Recommendation ITU-R BO.[AAA/11] – Protection masks and associated interference calculation methods to be used in Appendices 30 and 30A BSS Plans of the Radio Regulations, October 1996).

Le § 3 présente les principaux résultats des différentes contributions reçues à la date de réception de ce document concernant le calcul de brouillage entre porteuses du SRS (Doc. 10-11S/1 – Chairman's Report, Annexes 1 and 2 to Attachment 2, 31 October 1995; Doc. 10-11S/27 – Measured protection ratios for PAL FM television interference into digital television transmissions in the BSS band, 21 March 1996; France's Contribution to the Rapporteur's Group, March 1996; Doc. 10-11S/84 – Technical parameters for the modernization of the WARC-BS Plan, 4 October 1996; Doc. 10-11S/57 (Add. 1) – Further modifications to Appendices 30/30A procedures not related to the simplification of the procedures, 11 October 1996; Doc. 10-11S/91 (Add. 1) – Thoughts and comments on a proposal for a protection ratio calculation method for narrow band digital satellite signals, 15 October 1996; Rapport UIT-R BO.634 – Service de radiodiffusion sonore et de télévision par satellite. Mesures des rapports de protection contre le brouillage pour la planification des systèmes de radiodiffusion de télévision, et Doc. 10-11S/82 – Liaison statement from WP 4A, 24 November 1994).

* *Note du Secrétariat:* le numéro S5.492 du RR (édition de 1998), actuellement en vigueur, a remplacé le numéro 846 du RR (édition de 1994).

Le § 4 présente des résultats préliminaires sur le partage entre transmissions du SRS et services spatiaux sur la base des renseignements figurant dans les Rapports et contributions correspondants; voir Rapport UIT-R BO.807 – Rayonnements non désirés des stations spatiales de satellites de radiodiffusion; Rapport UIT-R BO.1076 – Considérations affectant le logement des fonctions de service des spatonefs (PTT) dans les bandes du service de radiodiffusion par satellite et des liaisons de connexion; Doc. 10-11S/153 – Study of interference caused to a television channel by satellite telecommand carriers, 17 June 1981; Doc. 10-11S/178 – European broadcast satellite services – considerations affecting the accomodation of spacecraft service function (TTC) within the broadcast-satellite frequency assignments, 23 September 1981; Doc. 10-11S/8 – Compatibility between space operating links and feeder-links to broadcasting satellites (protection ratio), 13 May 1983; Doc. 10-11S/9 – Study of interference caused by television signals to space operation signals on broadcasting satellites in Regions 1 and 3, 13 May 1983; Doc. 10-11S/26 – Feasibility of colocating broadcasting satellites, 19 May 1983 and Doc. 10-11S/35 – Considerations affecting the accommodation of spacecraft service functions (TCC) within the broadcast satellite service bands, 3 June 1983 et Corr. 1, 6 September 1983).

Le § 5 présente des informations préliminaires sur le brouillage causé par les transmissions du SFS aux assignations de plan du SRS (Recommandation UIT-R S.483 – Niveau maximal admissible du brouillage dans un canal de télévision d'un réseau à satellite géostationnaire du service fixe par satellite utilisant la modulation de fréquence, produit par d'autres réseaux de ce service; Doc. 4A/TEMP/36 – Preliminary Draft modification of Recommendation 483-2, 21 November 1994; Doc. 4A/TEMP/38 – Draft revision of Report 867 – Maximum permissible level of FM/TV interference in single-channel-per-carrier and intermediate rate digital transmissions in networks of the fixed-satellite service, 21 November 1994; Doc. 4A/TEMP/39 – Draft new Report – Interference from FDM/FM, QPSK and TV/FM signals into analogue TV/FM signals, 21 November 1994 et Doc. 10-11S/45 – Use of BSS Plan assignments for FSS transmissions, 29 August 1996).

Le § 6 présente les avis de ce Groupe de Rapporteur spécial sur l'évolution possible des rapports de protection existants, à utiliser dans les futurs Plans du SRS.

2 Rapports de protection selon les Appendices 30 et 30A – Méthodologie

2.1 Rapports de protection et méthodologie appliqués avant la CMR-97 (voir la Note 1)

NOTE 1 – Voir le § 2.2 au sujet des rapports de protection et de la méthodologie appliqués conformément aux Décisions de la CMR-97.

2.1.1 Rapports de protection applicables avant la CMR-97

Les rapports de protection actuellement définis dans l'Appendice 30 du RR proviennent du § 3.1.1 du Rapport UIT-R BO.634, qui présente les gabarits de protection utilisés pour l'établissement des Plans du SRS dans les Régions 1 et 3 (Fig. 1a, courbe B, du Rapport UIT-R BO.634) et dans la Région 2 (Fig. 1b du Rapport UIT-R BO.634).

Pour les Régions 1 et 3, les rapports de protection sont les suivants:

- 31 dB pour le même canal;
- 15 dB pour les canaux adjacents (supérieur et inférieur) avec une séparation de 19,18 MHz entre les fréquences centrales.

Ces rapports de protection correspondent à des signaux normaux TV-MF-PAL/SECAM ayant une excursion de fréquence de 13,5 MHz/V et une dispersion d'énergie de 600 kHz crête-à-crête.

Pour la Région 2, les rapports de protection sont les suivants:

- 28 dB pour le même canal;
- 13,6 dB pour le premier canal adjacent inférieur et le premier canal adjacent supérieur avec une séparation de 14,58 MHz entre les fréquences centrales;
- –9,9 dB pour le deuxième canal adjacent inférieur et le deuxième canal adjacent supérieur avec une séparation de 29,16 MHz entre les fréquences centrales.

Ces rapports de protection correspondent à des signaux normaux TV-MF-NTSC ayant une excursion de fréquence de 13,5 MHz/V et une dispersion d'énergie de 600 kHz crête-à-crête.

2.1.2 Calcul des marges MPE et MPGE dans le cas de signaux analogiques seulement

Pour l'évaluation de la situation de brouillage dans les Régions 1 et 3, le BR calcule comme suit la marge de protection équivalente (MPE):

$$MPE = -10 \log (10^{-M_{cc}/10} + 10^{-M_{lac}/10} + 10^{-M_{uac}/10})$$

où:

$$M_{cc}: \text{ marge pour le même canal} \\ = (C/I)_{cc} - PR_{cc}$$

$$M_{lac}: \text{ marge pour le canal adjacent inférieur} \\ = (C/I)_{lac} - PR_{lac}$$

$$M_{uac}: \text{ marge pour le canal adjacent supérieur} \\ = (C/I)_{uac} - PR_{uac}$$

et:

PR_{cc} : rapport de protection pour le même canal = 31 dB

PR_{lac} et PR_{uac} : respectivement les rapports de protection pour les canaux adjacents inférieur et supérieur: 15 dB

$(C/I)_{cc}$, $(C/I)_{lac}$, $(C/I)_{uac}$: respectivement les rapports composites pour le même canal, pour le canal adjacent inférieur et pour le canal adjacent supérieur: (C/I) .

Le même calcul est effectué pour les liaisons de connexion des Régions 1 et 3 sur la base d'un rapport de protection de 40 dB pour le même canal et de 21 dB pour les canaux adjacents.

Pour l'évaluation du brouillage global des liaisons dans les Régions 1 et 3, l'on pourrait utiliser la méthode indiquée au § 1.12 de l'Annexe 3 de l'Appendice 30A du RR afin de calculer la marge de protection globale équivalente (MPGE) dans les futures révisions des Plans établis par la CMR-97.

Pour l'évaluation de la situation de brouillage dans la Région 2, le BR calcule la MPGE comme suit:

$$MPGE = -10 \log (10^{-M_{cc}/10} + 10^{-M_{flac}/10} + 10^{-M_{fuac}/10} + 10^{-M_{slac}/10} + 10^{-M_{suac}/10})$$

où:

$$M_{cc}: \text{ marge pour le même canal} \\ = (C/I)_{cc} - PR_{cc}$$

$$M_{flac}: \text{ marge pour le premier canal adjacent inférieur} \\ = (C/I)_{flac} - PR_{flac}$$

$$M_{fuac}: \text{ marge pour le premier canal adjacent supérieur} \\ = (C/I)_{fuac} - PR_{fuac}$$

$$M_{slac}: \text{ marge pour le second canal adjacent inférieur} \\ = (C/I)_{slac} - PR_{slac}$$

$$M_{suac}: \text{ marge pour le second canal adjacent supérieur} \\ = (C/I)_{suac} - PR_{suac}$$

et:

PR_{cc} : rapport de protection pour le même canal = 28 dB

PR_{flac} et PR_{fuac} : respectivement les rapports de protection pour les premiers canaux adjacents (inférieur et supérieur): 13,6 dB

PR_{slac} et PR_{suac} : respectivement les rapports de protection pour les seconds canaux adjacents (inférieur et supérieur): -9,9 dB

$(C/I)_{cc}$, $(C/I)_{flac}$, $(C/I)_{fuac}$, $(C/I)_{slac}$, $(C/I)_{suac}$: respectivement les rapports composites pour les premiers et seconds canaux adjacents (inférieurs et supérieurs): (C/I) .

On peut trouver dans le manuel relatif au logiciel MSPACE les détails relatifs au mode de calcul de la puissance du signal utile, C , et de celle du signal brouilleur, I .

Toute assignation est considérée comme étant affectée si une proposition de modification/d'adjonction à un Plan dégrade la MPE ou la MPGE de référence (positive) jusqu'à une valeur inférieure à $-0,25$ dB, ou dégrade la MPE ou la MPGE de référence (négative) de plus de $0,25$ dB.

2.1.3 Calcul de la MPE/MPGE dans les cas mettant en jeu des signaux analogiques et numériques

Depuis l'apparition des systèmes de diffusion numérique de la télévision, il est évident qu'il faut un modèle pour prédire le brouillage à destination et en provenance des porteuses numériques de télévision. L'on peut trouver de plus amples informations sur ces systèmes numériques de télévision dans le Rapport UIT-R BO.2008 – Radiodiffusion numérique multiprogramme par satellite.

Lors de la réunion tenue en octobre 1993 par le GTM 10-11S, un modèle provisoire a été soumis au BR afin d'évaluer le brouillage causé par des porteuses numériques à des porteuses analogiques normales.

Ce modèle est fondé sur le principe que, pour les systèmes numériques proposés, tout le brouillage causé aux systèmes analogiques provient de la largeur de bande superposée; qu'il est donc perçu comme affectant le même canal et qu'il faut donc le comparer au rapport de protection dans le même canal qui est applicable au Plan.

Etant donné que le spectre de puissance des systèmes numériques est pratiquement uniforme, on calcule la puissance du brouillage (compte tenu des facteurs de découplage applicables comme le décentrage de l'antenne, la polarisation, le faisceau de satellite, etc.) en multipliant la puissance totale du canal par le rapport entre les largeurs de bande superposées et la largeur de bande nécessaire du système proposé.

La contribution à la MPE ou à la MPGE due au signal numérique est donc la sommation de la différence (dB) entre le rapport porteuse sur brouillage dans le même canal (ou la valeur globale ainsi calculée de ce rapport) et le rapport de protection dans le même canal.

La MPE ou MPGE est indiquée ci-dessous avec les contributions des autres porteuses ou des autres signaux.

Aux fins du calcul, l'on partira ci-dessous du principe que les nouvelles porteuses numérique TV, notées D_{TV} , sont transmises dans les Plans des Appendices 30 et 30A du RR avec une largeur de bande «au carré» de B (MHz).

Supposons que:

- $I_{D_{TV}}$ soit le niveau de puissance totale d'une nouvelle porteuse numérique;
- b (MHz) soit la largeur de bande de cette porteuse numérique superposée sur la largeur de bande d'une porteuse analogique utile;
- B soit la largeur de bande nécessaire de la porteuse brouilleuse (D_{TV}).

Dans ce cas, le brouillage ainsi causé par une porteuse numérique à une porteuse analogique utile est censé être le suivant:

$$i_{D_{TV}} = I_{D_{TV}} - 10 \log (B/b) - K$$

où K est un coefficient de pondération positif qui dépend du type de la porteuse numérique, des paramètres de modulation de la porteuse analogique utile (type de signal, excursion de fréquence, talon inférieur ou supérieur du canal), ainsi que du décalage par rapport à la fréquence centrale de chaque porteuse.

L'on part du principe que le coefficient K a une valeur positive et que $K = 0$ correspond au cas le moins favorable. Mais le coefficient K doit être déterminé par des simulations et/ou par des mesures expérimentales. Les organisations sont instamment priées d'entreprendre ces simulations et/ou mesures puis de rendre compte de leurs conclusions à l'UIT-R. Un complément d'analyse sur le coefficient K figure dans le § 3.1.

La MPE d'une porteuse analogique utile dans les Plans des Régions 1 et 3 (Appendices 30 et 30A du RR) devient donc, compte tenu des porteuses numériques brouilleuses:

$$MPE = \left[\left(\sum_1^k \frac{C}{I_{cc}} \oplus \sum_1^r \frac{C}{i_{D_{TV}}} \right) - PR_{cc} \right] \oplus \left[\left(\sum_1^m \frac{C}{I_{lac}} \right) - PR_{lac} \right] \oplus \left[\left(\sum_1^n \frac{C}{I_{uac}} \right) - PR_{uac} \right]$$

Dans le même esprit, la nouvelle MPGE d'une porteuse analogique utile devient, dans les Plans de la Région 2 (Appendices 30 et 30A du RR):

$$MPGE = \left[\left(\sum_1^k \frac{C}{I_{cc}} \oplus \sum_1^r \frac{C}{i_{DTV}} \right) - PR_{cc} \right] \oplus \left[\left(\sum_1^m \frac{C}{I_{lac}} \right) - PR_{lac} \right] \oplus \left[\left(\sum_1^n \frac{C}{I_{uac}} \right) - PR_{uac} \right] \\ \oplus \left[\left(\sum_1^p \frac{C}{I_{slac}} \right) - PR_{slac} \right] \oplus \left[\left(\sum_1^q \frac{C}{I_{suac}} \right) - PR_{suac} \right]$$

où:

- Σ et \oplus : sommation $(C/I)^{-1}$ habituelle
- k, m, n : respectivement les nombres des *porteuses analogiques* brouilleuses dans le même canal, dans le canal adjacent inférieur et dans le canal adjacent supérieur
- p, q : respectivement les nombres des *porteuses analogiques* brouilleuses dans le second canal adjacent inférieur et dans le second canal adjacent supérieur, dans le cas des Plans de la Région 2
- r : nombre de *porteuses numériques* ayant une largeur de bande superposée à celle de la porteuse analogique utile
- I_{cc}, I_{lac}, I_{uac} : respectivement les niveaux de brouillage des *porteuses analogiques* brouilleuses dans le même canal, dans le canal adjacent inférieur et dans le canal adjacent supérieur
- I_{slac}, I_{suac} : respectivement les niveaux de brouillage des *porteuses analogiques* brouilleuses dans le second canal adjacent inférieur et dans le second canal adjacent supérieur, dans le cas des Plans de la Région 2
- i_{DTV} : niveaux de brouillage causés par des *porteuses numériques*
- $PR_{cc}, PR_{lac}, PR_{uac}$: respectivement les valeurs des rapports de protection établis pour protéger les porteuses analogiques dans le même canal, dans le canal adjacent inférieur et dans le canal adjacent supérieur
- PR_{slac}, PR_{suac} : respectivement les valeurs des rapports de protection établis pour protéger les porteuses analogiques dans le second canal adjacent inférieur et dans le second canal adjacent supérieur, dans le cas des Plans de la Région 2
- C : niveau de puissance de la porteuse analogique utile.

A l'issue de la réunion tenue en octobre 1993 par le GTM 10-11S, ce modèle (avec $K = 0$) a été intégré dans le logiciel MSPACE.

Une nouvelle difficulté a par ailleurs été détectée par le BR lorsque la proposition d'adjonction au Plan contient des assignations de fréquence ayant une largeur de bande de 33 MHz et un espacement des canaux différent de celui du Plan. Il résulte de ce qui précède qu'il est possible d'avoir des largeurs de bande en superposition et donc du brouillage à destination et en provenance des propositions de modification/adjonction ayant un second canal adjacent avec une largeur de bande de 33 MHz dans les Plans des Régions 1 et 3.

Finalement, le Groupe a noté que les hypothèses formulées pour mettre au point le logiciel MSPACE de l'UIT, fondées sur des plans de fréquence, des rapports de protection et des paramètres techniques fixes, devaient être mises à jour afin d'évaluer le brouillage entre assignations normalisées et non normalisées. Une solution à ce problème pourrait consister à appliquer dans le logiciel la valeur exacte du rapport de protection, fournie par les nouveaux gabarits existants et mis à jour, associée à chaque type d'assignation et de décalage de fréquence particulier. Dans le cas de gabarits de protection nouveaux ou mis à jour, la décision de la CMR-97 est nécessaire.

En résumé, le GTM 10-11S a été en mesure, lors de sa réunion de novembre 1994, de fournir au BR les directives suivantes afin de calculer le brouillage entre assignations des Plans du SRS conformes aux Appendices 30 et 30A du RR, et les systèmes utilisant des caractéristiques différentes de celles qui ont servi à la mise au point de ces Plans.

Analogique à analogique

Il y a lieu que le BR continue à étudier les émissions analogiques avec différentes fréquences centrales de canal (± 10 MHz) et/ou différentes largeurs de bande et/ou différentes excursions de fréquence, en tant qu'émissions normalisées afin de déterminer leur effet sur des émissions normalisées et d'établir les marges de référence correspondantes.

Analogique à numérique

Il y a lieu que le BR continue à partir du principe que les porteuses numériques sont des porteuses analogiques normalisées lors de la détermination de la façon dont elles sont affectées par des porteuses analogiques et lors de l'établissement de leurs marges de référence.

Numérique à analogique

Il y a lieu que le BR détermine l'effet des émissions numériques sur les émissions analogiques au moyen de la puissance d'un canal numérique adjacent se superposant à la largeur de bande utile d'un canal analogique en le considérant comme étant dans le même canal que le canal utile, en utilisant l'équation indiquée plus haut, avec $K = 0$ pour représenter le cas le moins favorable. Les marges de référence devront également être déterminées au moyen de cette formule. De nouveau, $K = 0$ correspond au cas le moins favorable.

Numérique à numérique

Il y a lieu que le BR, en vue de la détermination du brouillage d'une porteuse numérique utile par une autre porteuse numérique, considère ce cas comme s'il s'agissait d'un brouillage numérique causé à un canal analogique. Pour le calcul des marges de référence d'un signal numérique utile, voir ci-dessus ce qui concerne le brouillage de canaux analogiques par des porteuses numériques.

Le GTM 10-11S a examiné une contribution de la France (Doc. 10-11S/89) contenant une méthode générique de calcul du brouillage qui permet de traiter tous les cas de brouillage ci-dessus. Il a ensuite décidé d'insérer cette méthode dans l'avant-volet de nouvelle Recommandation sur les «Gabarits de protection et méthodes de calcul du brouillage associées, à utiliser dans le cadre des Plans des Appendices 30 et 30A du Règlement des radiocommunications» (Doc. 10-11S/TEMP/61).

Le GTM 10-11S propose donc d'appliquer cette méthode pour évaluer la MPE dans les liaisons tant montantes que descendantes ainsi que pour évaluer la MPGE dans les trois Régions.

2.2 Rapports de protection et méthodologie appliqués dans les évaluations de brouillage, conformément aux Décisions de la CMR-97

2.2.1 Rapports de protection applicables

Pour les Plans des Régions 1 et 3, les rapports de protection adoptés par la CMR-97 sont les suivants.

Pour les assignations de type AE ou PE (voir la Note 1) (c'est-à-dire les assignations notifiées, mises en service et pour lesquelles la date de mise en service a été confirmée au Bureau (BR) avant la CMR-97):

- 31 dB (liaison descendante) et 40 dB (liaison de connexion) pour les rapports de protection dans le même canal;
- 15 dB (liaison descendante) et 21 dB (liaison de connexion) pour les rapports de protection dans les canaux adjacents (inférieur et supérieur) dans le cas d'une largeur de bande de 27 MHz et d'une séparation de 19,18 MHz entre les fréquences centrales des canaux adjacents.

Pour les autres assignations de type A ou P (voir la Note 1):

- 24 dB (liaison descendante) et 30 dB (liaison de connexion) pour les rapports de protection dans le même canal;
- 16 dB (liaison descendante) et 22 dB (liaison de connexion) pour les rapports de protection dans les canaux adjacents (inférieur et supérieur) dans le cas d'une largeur de bande de 27 MHz et d'une séparation de 19,18 MHz entre les fréquences centrales des canaux adjacents.

NOTE 1 – Telles que définies respectivement dans les Articles 11 et 9A des Appendices S30 et S30A du RR.

Pour le Plan de la Région 2, les rapports de protection n'ont pas été modifiés par la CMR-97. Ils restent donc tels que mentionnés dans le § 2.1.1 ci-dessus dans le cas d'une largeur de bande de 24 MHz et d'une séparation de 14,58 MHz entre les fréquences centrales des canaux adjacents.

2.2.2 Traitement des signaux aussi bien analogiques que numériques

Pour l'évaluation de la situation de brouillage dans les Plans des Régions 1 et 3, la CMR-97 a confirmé l'usage de la méthode de calcul de la MPE. Pour l'évaluation de la situation de brouillage dans le Plan de la Région 2, qui n'était pas inscrite à l'ordre du jour de la CMR-97, la méthode de calcul de la MPGE continue à être applicable.

Lors de l'adoption des nouvelles versions des Annexes 5 et 3 des Appendices S30 et S30A du RR respectivement, la CMR-97 a chargé le Bureau de traiter les assignations utilisant des largeurs de bande et/ou des espacements de canaux différents de ceux qui sont spécifiés dans ces annexes (§ 3.5.1 et 3.8 de l'Annexe 5 et § 1.7 de l'Annexe 3) conformément aux (éventuelles) Recommandations de l'UIT-R applicables en ce qui concerne les gabarits de protection. En l'absence de telles Recommandations, le Bureau doit par ailleurs utiliser la méthode du cas le moins favorable qui a été adoptée par le Comité du Règlement des radiocommunications.

Dans le cas d'un brouillage dû à des assignations numériques utilisant des largeurs de bande et/ou des espacements de canaux différents de ceux qui sont spécifiés dans ces annexes, le Bureau a mis en œuvre la méthode décrite au § 2.1.3 ci-dessus, qui est également incluse dans l'Annexe 3 de la Recommandation UIT-R BO.1293. L'Annexe 1 de la

Recommandation UIT-R BO.1293 porte sur le calcul de gabarits de protection pour les brouillages s'exerçant entre divers types de porteuses numériques. A la réunion de mai 1999 du GTM 10-11S, cette Recommandation a été révisée afin d'y inclure les effets d'un canal de transmission à fonctionnement non linéaire. Une fois que la méthode de l'Annexe 1 sera approuvée sous sa forme révisée, il est recommandé qu'elle remplace la méthode de l'Annexe 3 pour les calculs dans le cas de brouillages entre émissions numériques. De plus amples informations sont données dans le Doc. 10-11S/138 concernant les effets d'un canal à fonctionnement non linéaire et la méthode de calcul révisée.

Dans le cas d'un brouillage dû à des assignations analogiques utilisant des largeurs de bande et/ou des espacements de canaux différents de ceux qui sont spécifiés dans ces annexes, les méthodes de calcul du brouillage utilisées jusqu'à maintenant par le Bureau conformément à l'avis formulé par le GTM 10-11S (Note au Directeur du Bureau des radiocommunications, novembre 1994), ne sont cependant pas, comme indiqué au § 2.1.3 ci-dessus, la méthode du cas le moins favorable telle que requise par la CMR-97 et peuvent conduire aux résultats indésirables suivants:

- une totale absence de prise en compte du brouillage dans les Plans des Régions 1 et 3 lorsque la fréquence (centrale) assignée à l'émission brouilleuse s'inscrit dans le deuxième canal adjacent, comme indiqué dans la Fig. 1 (cas 1.1, 1.2 et 1.3) de l'Annexe 2 du Doc. 10-11S/66;
- un calcul du brouillage lorsqu'il n'y a aucune superposition, comme indiqué dans la Fig. 2 (cas 2.1, 2.2 et 2.3) de l'Annexe 2 du Doc. 10-11S/66;
- une surestimation du niveau de brouillage, comme indiqué dans la Fig. 3 (cas 3.2 et 3.3) de l'Annexe 2 du Doc. 10-11S/66;
- une sous-estimation du niveau de brouillage, comme indiqué dans la Fig. 3 (cas 3.1) de l'Annexe 2 du Doc. 10-11S/66.

A sa 12ème réunion (20-24 avril 1998), le Comité du Règlement des radiocommunications a adopté de nouvelles Règles de procédure concernant les § 3.5.1 et 3.8 de l'Annexe 5 de l'Appendice S30 du RR et le § 1.7 de l'Annexe 3 de l'Appendice S30A du RR, afin de permettre au Bureau de traiter les caractéristiques soumises au titre de l'Article 4 avec des paramètres différents de ceux qui sont décrits dans les Annexes 5 et 3 des Appendices S30 et S30A du RR.

Ces nouvelles Règles contiennent des références à la méthode du cas le moins favorable qui est décrite ci-dessous (voir également l'Annexe 1 du Doc. 10-11S/66). Cette méthode du cas le moins favorable sera provisoirement appliquée à tous les Plans régionaux du SRS afin de traiter le cas du brouillage dû à des assignations analogiques en attendant que les Recommandations UIT-R pertinentes entrent en vigueur comme demandé par la CMR-97.

2.2.2.1 Description de la méthode du cas «analogique» le moins favorable

La méthode du cas le moins favorable est fondée sur l'examen des caractéristiques suivantes:

- a) la variation (dB) du rapport de protection relatif, en fonction linéaire de la largeur de bande superposée. Ce rapport de protection relatif est la différence entre le rapport de protection dans le même canal et un rapport de protection à un espacement entre fréquences donné. Il a un rôle similaire à celui du facteur d'ajustement décrit dans la Recommandation UIT-R BO.1293, mais avec un signe opposé;
- b) les rapports de protection relatifs dans le premier canal adjacent normalisé de -8 dB (assignations «non existantes» (voir la Note 1) aux liaisons de connexion et aux liaisons descendantes), -19 dB (assignations «existantes» (voir la Note 2) aux liaisons de connexion) et -16 dB (assignations «existantes» (voir la Note 2) aux liaisons descendantes) dans le cas des Plans des Régions 1 et 3 et de $-14,4$ dB dans le cas du Plan de la Région 2.

Ces rapports de protection relatifs sont la différence entre les rapports de protection dans le même canal et dans les canaux adjacents, pour un espacement entre fréquences de 19,18 MHz (Plans des Régions 1 et 3) ou de 14,58 MHz (Plan de la Région 2) et pour des largeurs de bande de 27 MHz (Plans de Régions 1 et 3) ou de 24 MHz (Plan de la Région 2) pour les canaux aussi bien brouilleurs qu'utiles (c'est-à-dire avec une largeur de bande superposée de 7,82 MHz (Plans des Régions 1 et 3) ou de 9,42 MHz (Plan de la Région 2));

- c) le rapport de protection relatif de $-37,9$ dB pour le deuxième canal adjacent normalisé, dans le cas du Plan de la Région 2.

Ces rapports de protection relatifs sont la différence entre les rapports de protection dans le même canal et dans les canaux adjacents, pour un espacement entre fréquences de 29,16 MHz et pour une largeur de bande de 24 MHz pour les canaux aussi bien brouilleurs qu'utiles (c'est-à-dire avec une «largeur de bande superposée équivalente» de $-5,16$ MHz);

- d) les formes des gabarits de protection de la CAMR SAT-77 et de la CARR SAT-83, représentées respectivement dans la Fig. 1 de l'Annexe 6 et dans la Fig. 6 de l'Annexe 5 de l'Appendice S30 du RR, c'est-à-dire:
- un palier correspondant à un espacement entre fréquences pour lequel le signal brouilleur possède un palier (voir la Note 3) qui se superpose encore à celui (voir la Note 3) du signal utile; et
 - une variation du rapport de protection relatif en fonction linéaire de la largeur de bande superposée, qui est également une fonction linéaire de l'espacement entre fréquences.

NOTE 1 – Codes de situation P et A tels que définis dans les Articles 11 et 9A des Appendices S30 et S30A du RR respectivement.

NOTE 2 – Codes de situation PE et AE tels que définis dans les Articles 11 et 9A des Appendices S30 et S30A du RR respectivement.

NOTE 3 – Ce palier correspond à la partie du signal dont la densité spectrale de puissance a une valeur maximale pratiquement constante.

Dans les paragraphes suivants, l'on fait également l'hypothèse suivante:

F_i et F_w : respectivement les valeurs des fréquences centrales (MHz) des canaux brouilleur et utile

B_i et B_w : respectivement les valeurs des largeurs de bande (MHz) des canaux brouilleur et utile

O_v : largeur de bande superposée (MHz) entre les canaux utile et brouilleur

f_o : différence/espacement entre les fréquences (MHz) des canaux utile et brouilleur

$ReIPR$: rapport de protection relatif (dB) utilisé pour protéger le canal utile à l'égard du canal brouilleur

O_v (largeur de bande superposée) est définie comme suit:

$$O_v = (B_i + B_w) / 2 - |F_i - F_w|$$

2.2.2.1.1 Cas des assignations de type A ou P (voir la Note 1 du § 2.2.1) dans les Plans des Régions 1 et 3 pour les liaisons de connexion ou descendantes

- a) La limite f_{o1} d'espacement/différence entre fréquences, correspondant à la limite du palier du gabarit de protection, peut être exprimée comme suit, dans le cas du Plan des Régions 1 et 3:

$$f_{o1} = 7 (B_i + B_w) / 27$$

en supposant que le palier du gabarit de protection décrit dans la Fig. 1 de l'Annexe 6 de l'Appendice S30 du RR est fondé sur deux signaux analogiques, brouilleur et utile, identiques, de largeur 27 MHz et ayant un palier (voir la Note 3 du § 2.2.2.1) de 10 MHz dans le cas du rapport de protection relatif de 0 dB et d'environ 14 MHz dans le cas du rapport de protection relatif de 7 dB inférieur. Par exemple, dans le cas du signal analogique normalisé dans lequel: $B_i = B_w = 27$ MHz, $f_{o1} = 14$ MHz.

La limite de largeur de bande superposée O_{v1} correspondant à cette limite d'espacement entre fréquences f_{o1} peut être exprimée comme suit:

$$O_{v1} = 13 (B_i + B_w) / (2 \times 27)$$

dans le cas d'un signal analogique utile, par exemple, dans le cas du signal analogique normalisé dans lequel: $B_i = B_w = 27$ MHz, $O_{v1} = 13$ MHz.

La formule ci-dessus, qui définit la largeur du palier du gabarit de protection, produit un palier plus large que celui du gabarit de la CAMR SAT-77. Cette formule a été choisie parce qu'elle est en accord avec l'effet brouilleur produit dans cette partie du gabarit par l'augmentation de l'excursion de fréquence crête-à-crête des signaux utile comme brouilleur, ce qui est une conséquence logique de l'adoption, par la CMR-97, de rapports de protection réduits dans le même canal (c'est-à-dire 30/24 dB au lieu de 40/31 dB, respectivement pour les liaisons de connexion et les liaisons descendantes des Plans des Régions 1 et 3).

Bien qu'il ne soit peut-être pas nécessaire d'avoir un palier aussi large, par simplicité et par souci de cohérence avec la méthode du cas le moins favorable, la largeur du palier a cependant été calculée, d'après le gabarit de protection de la CAMR SAT-77, au niveau du rapport de protection relatif de -7 dB.

La largeur du palier correspondant à la définition ci-dessus dans le cas de signaux ayant des largeurs de bande différentes (plus petites ou plus grandes) varie dans le sens indiqué par les résultats de mesure disponibles: c'est-à-dire que le palier est plus large dans le cas de signaux à plus grande largeur de bande et plus étroit dans le cas inverse.

b) La variation linéaire du rapport de protection en fonction de la largeur de bande superposée est définie en admettant que cette fonction $f(x) = a \cdot x + b$ doit toujours passer par les deux points suivants: (Ovl MHz, 0 dB) et (7,82 MHz, -8 dB),

où:

$$0 = a \cdot Ovl + b, \text{ et}$$

$$-8 = a \times 7,82 + b$$

c) Le rapport de protection relatif $RelPR$ qui en résulte peut être exprimé sous la forme d'une fonction de la largeur de bande superposée, Ov comme suit:

$$RelPR = 0 \quad \text{dB} \quad \text{pour } Ov < Ovl$$

$$RelPR = -8 (Ov - Ovl) / (7,82 - Ovl) \quad \text{dB} \quad \text{pour } 0 < Ov \leq Ovl$$

d) Traitement des canaux adjacents non superposés au canal utile

S'il n'y a pas de superposition des largeurs de bande nominales des canaux brouilleur et utile, deux options se présentent:

- ou bien ne pas calculer, comme dans la méthode des signaux numériques, de brouillage dans le «second» canal adjacent;
- ou calculer un effet de brouillage dans le «second» canal adjacent.

L'on a estimé que, pour certaines combinaisons de fréquences centrales et de largeurs de bande non normalisées, les gabarits de protection devaient sans doute être élargis afin de couvrir la probabilité d'un effet de brouillage dans le «second» canal adjacent. Ce point nécessite toutefois un complément d'étude.

e) La fonction linéaire indiquée ci-dessus peut également s'exprimer en fonction linéaire de l'espacement entre fréquences fo comme suit:

$$RelPR = - [8 (14 (Bi + Bw) / (2 \times 27) - |fo|)] / (7,82 - Ovl) \quad \text{dB}$$

La formule ci-dessus, qui définit la pente des flancs du gabarit de protection, produit une pente moins raide que celle du gabarit CAMR SAT-77. Elle a été choisie parce qu'elle est en accord avec l'effet produit sur cette partie du gabarit par l'augmentation de l'excursion de fréquence crête-à-crête des signaux utile comme brouilleur, ce qui est une conséquence logique de l'adoption, par la CMR-97, d'un rapport de protection réduit dans le même canal.

2.2.2.1.2 Cas des assignations («existantes») de type AE ou PE (voir la Note 1 du § 2.2.1) dans les Plans des Régions 1 et 3 pour les liaisons de connexion ou descendantes

a) La limite $fol1$ d'espacement/différence entre fréquences, correspondant la limite du palier du gabarit de protection, peut être exprimée comme suit, dans le cas des systèmes existants dans les Plans des Régions 1 et 3 pour les liaisons de connexion ou descendantes:

$$fol1 = 5 (Bi + Bw) / 27$$

en supposant que le palier du gabarit de protection décrit dans la Fig. 1 de l'Annexe 6 de l'Appendice S30 du RR est fondé sur deux signaux analogiques, brouilleur et utile, identiques, de largeur 27 MHz et ayant un palier (voir la Note 3 du § 2.2.2.1) de 10 MHz dans le cas du rapport de protection relatif de 0 dB. Par exemple, dans le cas du signal analogique normalisé dans lequel: $Bi = Bw = 27$ MHz, $fol1 = 10$ MHz.

La limite de largeur de bande superposée Ovl correspondant à cette limite d'espacement entre fréquences $fol1$ peut être exprimée comme suit:

$$Ovl = 17 (Bi + Bw) / (2 \times 27)$$

dans le cas d'un signal analogique utile, par exemple, dans le cas du signal analogique normalisé dans lequel: $Bi = Bw = 27$ MHz, $Ovl = 17$ MHz.

Comme dans le cas des signaux non normalisés, la largeur du palier correspondant à la définition ci-dessus dans le cas de signaux ayant des largeurs de bande différentes (plus petites ou plus grandes) varie dans le sens indiqué par les résultats de mesure disponibles: c'est-à-dire que le palier est plus large dans le cas de signaux à plus grande largeur de bande et plus étroit dans le cas inverse.

b) La variation linéaire du rapport de protection en fonction de la largeur de bande superposée est définie en admettant que cette fonction $f(x) = a \cdot x + b$ doit toujours passer par les deux points suivants:

- (0 MHz, 0 dB) et (7,82 MHz, -19 dB), dans le cas de systèmes existants dans le Plan pour les liaisons de connexion, et
- (0 MHz, 0 dB) et (7,82 MHz, -16 dB), dans le cas de systèmes existants dans le Plan pour les liaisons descendantes.

- Dans le cas du Plan pour les liaisons de connexion, la fonction résultante est donc définie comme suit:

$$\begin{aligned} 0 &= a \cdot 0 + b, \text{ et} \\ -19 &= a \times 7,82 + b \end{aligned}$$

- Dans le cas du Plan pour les liaisons descendantes, la fonction résultante est donc définie comme suit:

$$\begin{aligned} 0 &= a \cdot 0 + b, \text{ et} \\ -16 &= a \times 7,82 + b \end{aligned}$$

c) Le rapport de protection relatif *RelPR* qui en résulte peut être exprimé sous la forme d'une fonction de la largeur de bande superposée, *Ov* comme suit:

- Dans le cas des «systèmes existants dans le Plan pour les liaisons de connexion»,

$$\begin{aligned} \text{RelPR} &= 0 \quad \text{dB} && \text{pour } Ov < 0 \\ \text{RelPR} &= -19 (Ov - 0) / (7,82 - 0) \quad \text{dB} && \text{pour } 0 < Ov \leq 7,82 \end{aligned}$$

La deuxième formule ci-dessus, qui définit la pente des flancs du gabarit de protection, produit une pente plus raide que celle du gabarit CAMR SAT-77. Elle a été choisie parce qu'elle est en accord avec la décision prise par la CAMR Orb-88 visant à augmenter la différence entre les rapports de protection dans le même canal et dans les premiers canaux adjacents dans le cas du Plan pour les liaisons de connexion (40 - 21 = 19 dB), par rapport au cas du Plan pour les liaisons descendantes (31 - 15 = 16 dB).

Le rapport de protection dans le même canal pour la liaison de connexion, de 40 dB, était justifié par la limitation de l'effet de couplage du trajet de connexion vers le trajet descendant, ce qui devrait se traduire par une réduction de 0,5 dB dans le rapport de protection d'un même canal de liaison descendante, de 31 dB, comme mentionné dans le § 3.2 de l'Annexe 3 de l'Appendice S30A du RR.

La CAM Orb-88 a néanmoins décidé de ne pas appliquer la même réduction pour le premier canal adjacent. En d'autres termes, on est parti du principe d'une réduction de la protection à l'égard des brouillages issus de ce premier canal adjacent.

- Dans le cas du Plan pour les liaisons descendantes:

$$\begin{aligned} \text{RelPR} &= 0 \quad \text{dB} && \text{pour } Ov < 0 \\ \text{RelPR} &= -16 (Ov - 0) / (7,82 - 0) \quad \text{dB} && \text{pour } 0 < Ov \leq 7,82 \end{aligned}$$

d) Traitement des canaux adjacents non superposés au canal utile

S'il n'y a pas de superposition des largeurs de bande nominales des canaux brouilleur et utile, deux options se présentent:

- ou bien ne pas calculer, comme dans la méthode des signaux numériques, de brouillage dans le «second» canal adjacent;
- ou calculer un effet de brouillage dans le «second» canal adjacent.

L'on a estimé que, pour certaines combinaisons de fréquences centrales et de largeurs de bande non normalisées, les gabarits de protection devaient sans doute être élargis afin de couvrir la probabilité d'un effet de brouillage dans le «second» canal adjacent. Ce point nécessite toutefois un complément d'étude.

e) La fonction linéaire indiquée ci-dessus peut également s'exprimer en fonction linéaire de l'espacement entre fréquences f_0 comme suit:

- dans le cas du Plan pour les liaisons de connexion:

$$\text{RelPR} = -[19 (10 (B_i + B_w) / (2 \times 27) - |f_0|)] / (7,82 - Ov) \quad \text{dB}$$

- dans le cas du Plan pour les liaisons descendantes:

$$\text{RelPR} = -[16 (10 (B_i + B_w) / (2 \times 27) - |f_0|)] / (7,82 - Ov) \quad \text{dB}$$

2.2.2.1.3 Cas des assignations dans le Plan de la Région 2

a) La limite $fol1$ d'espacement/différence entre fréquences, correspondant à la limite du palier du gabarit de protection, peut être exprimée comme suit dans le cas du Plan pour la Région 2:

$$fol1 = 8,36/2 (Bi + Bw) / 24 = 4,18 (Bi + Bw) / 24$$

en supposant que le palier du gabarit de protection décrit dans la Fig. 6 de l'Annexe 5 de l'Appendice S30 du RR est fondé sur deux signaux analogiques, brouilleur et utile, identiques, de largeur 24 MHz et ayant un palier (voir la Note 3 du § 2.2.2.1) de 8,36 MHz dans le cas du rapport de protection relatif de 0 dB. Par exemple, dans le cas du signal analogique normalisé dans lequel: $Bi = Bw = 24$ MHz, $fol1 = 8,36$ MHz.

La limite de largeur de bande superposée Ovl correspondant à cette limite d'espacement entre fréquences $fol1$ peut être exprimée comme suit:

$$Ovl1 = (24 - 8,36) \cdot (Bi + Bw) / (2 \times 24)$$

dans le cas d'un signal analogique utile, par exemple, dans le cas du signal analogique normalisé dans lequel: $Bi = Bw = 24$ MHz, $Ovl = 15,64$ MHz.

La largeur du palier correspondant à la définition ci-dessus dans le cas de signaux ayant des largeurs de bande différentes (plus petites ou plus grandes) varie dans le sens indiqué par les résultats de mesure disponibles: c'est-à-dire que le palier est plus large dans le cas de signaux à plus grande largeur de bande et plus étroit dans le cas inverse.

b) La première variation linéaire du rapport de protection en fonction de la largeur de bande superposée est définie en admettant que cette fonction $f1(x) = a1 \cdot x + b1$ doit toujours passer par les deux points suivants (conformément aux formules associées à la Fig. 6 de l'Annexe 5 de l'Appendice S30 du RR: ($Ovl1$ MHz, 0 dB) et ($Ovl2$ MHz, -12,46 dB),

où:

$$Ovl2 = (24 - 12,87) \cdot (Bi + Bw) / (2 \times 24)$$

$$0 = a1 \cdot Ovl1 + b1$$

$$-12,46 = a1 \cdot Ovl2 + b1$$

c) De même, la deuxième fonction linéaire $f2(x) = a2 \cdot x + b2$ doit toujours passer par les deux points suivants: ($Ovl2$ MHz, -12,46 dB) et ($Ovl3$ MHz, -22,12 dB),

où:

$$Ovl3 = (24 - 21,25) \cdot (Bi + Bw) / (2 \times 24)$$

$$-12,46 = a2 \cdot Ovl2 + b2$$

$$-22,12 = a2 \cdot Ovl3 + b2$$

d) De même, la troisième fonction linéaire $f3(x) = a3 \cdot x + b3$ doit toujours passer par les deux points suivants: ($Ovl3$ MHz, -22,12 dB), et ($Ovl4$, -37,94 dB),

où:

$$Ovl4 = (24 - 29,16) \cdot (Bi + Bw) / (2 \times 24)$$

$$-22,12 = a3 \cdot Ovl3 + b3$$

$$-37,94 = a3 \cdot Ovl4 + b3$$

e) Le rapport de protection relatif $RelPR$ qui en résulte peut être exprimé comme suit en fonction de la largeur de bande superposée Ov :

$$RelPR = 0 \quad \text{dB} \quad \text{pour } Ov1 < Ov$$

$$RelPR = -12,46 (Ov - Ov1) / (Ov2 - Ov1) \quad \text{dB} \quad \text{pour } Ov2 < Ov \leq Ov1$$

$$RelPR = -(22,12 - 12,46) \cdot (Ov - Ov2) / (Ov3 - Ov2) - 12,46 \quad \text{dB} \quad \text{pour } Ov3 < Ov \leq Ov2$$

$$RelPR = -(37,94 - 22,12) \cdot (Ov - Ov3) / (Ov4 - Ov3) - 22,12 \quad \text{dB} \quad \text{pour } Ov4 < Ov \leq Ov3$$

f) Traitement des troisièmes canaux adjacents

L'on a estimé que, pour certaines combinaisons de fréquences centrales et de largeurs de bande non normalisées, les gabarits de protection devaient sans doute être élargis pour traiter la probabilité d'un effet de brouillage du «troisième» canal adjacent. Ce point nécessite toutefois une étude complémentaire.

La pente du gabarit correspondant à la définition ci-dessus dans le cas de signaux ayant des largeurs de bande différentes, de flancs plus ou moins raides, varie dans le sens indiqué par les résultats de mesure disponibles: c'est-à-dire que la pente est moins raide dans le cas de signaux à plus grande largeur de bande et plus raide dans le cas inverse.

2.2.2.2 Mise en œuvre de la méthode de cas le moins favorable pour un signal «analogique»

La méthode du cas «analogique» le moins favorable, décrite au § 2.2.2.1 ci-dessus, peut être mise en œuvre de l'une des deux manières suivantes afin de calculer les valeurs de MPE et/ou de MPGE.

La première méthode consiste à appliquer les formules décrites au § 2.1.3 ci-dessus avec les ajustements suivants:

$$\begin{aligned}
 MPE &= \left[\left(\sum_1^k \left(\frac{C}{I_{cc}} - RelPR \right) \oplus \sum_1^r \frac{C}{i_{DTV}} \right) - PR_{cc} \right] \\
 &\oplus \left[\left(\sum_1^m \left(\frac{C}{I_{lac}} + (PR_{lac} - PR_{cc} - RelPR) \right) \right) - PR_{lac} \right] \\
 &\oplus \left[\left(\sum_1^n \left(\frac{C}{I_{uac}} + (PR_{uac} - PR_{cc} - RelPR) \right) \right) - PR_{uac} \right] \\
 MPGE &= \left[\left(\sum_1^k \left(\frac{C}{I_{cc}} - RelPR \right) \oplus \sum_1^r \frac{C}{i_{DTV}} \right) - PR_{cc} \right] \\
 &\oplus \left[\left(\sum_1^m \left(\frac{C}{I_{lac}} + (PR_{lac} - PR_{cc} - RelPR) \right) \right) - PR_{lac} \right] \\
 &\oplus \left[\left(\sum_1^n \left(\frac{C}{I_{uac}} + (PR_{uac} - PR_{cc} - RelPR) \right) \right) - PR_{uac} \right] \\
 &\oplus \left[\left(\sum_1^p \left(\frac{C}{I_{slac}} + (PR_{slac} - PR_{cc} - RelPR) \right) \right) - PR_{slac} \right] \\
 &\oplus \left[\left(\sum_1^q \left(\frac{C}{I_{suac}} + (PR_{suac} - PR_{cc} - RelPR) \right) \right) - PR_{suac} \right]
 \end{aligned}$$

Dans ces formules, la valeur du rapport de protection relatif, $RelPR$, qui est toujours négative, s'obtient par les formules indiquées dans les § 2.2.2.1.1 e), 2.2.2.1.2 e) ou 2.2.2.1.3 e) ci-dessus, selon le cas.

Il convient de préciser que cette première méthode est celle qui a été mise en œuvre dans le logiciel MSPACEG.

En variante, la méthode de cas «analogique» le moins favorable peut être également mise en œuvre par l'application de la méthode plus générale qui est décrite au § 3 de l'Annexe 2 de la Recommandation UIT-R BO.1293, c'est-à-dire:

$$C/I_{eq, ag, up} = \sum_{i=1}^m \oplus (C/I_{i, se, up} + D_i(fo_i))$$

$$C/I_{eq, ag, dn} = \sum_{i=1}^n \oplus (C/I_{i, se, dn} + D_i(fo_i))$$

où:

- m : nombre de porteuses brouilleuses dans la liaison de connexion
- n : nombre de porteuses brouilleuses dans la liaison descendante
- fo : décalage entre les fréquences centrales de la porteuse utile et d'une porteuse brouilleuse (valeur positive ou négative en MHz)
- $D(fo)$: différence (dB) entre la valeur du gabarit de protection sans décalage de fréquence (c'est-à-dire la valeur centrale à 0 MHz) et la valeur du gabarit de protection avec un décalage de fréquence de fo MHz.

Dans ce cas, la valeur de $D(fo)$ correspond à la valeur opposée du rapport de protection relatif $ReIPR$, qui est obtenue par la formule exprimée dans les § 2.2.2.1.1 e), 2.2.2.1.2 e) ou 2.2.2.1.3. e) ci-dessus, selon le cas.

2.3 Calcul des niveaux C/I dans le cas d'assignations groupées

2.3.1 Application générale du concept de groupement dans les calculs du rapport C/I

En plus de la méthode de calcul et des formules indiquées dans les paragraphes précédents, un aménagement de la méthode de calcul est appliqué lorsque le calcul implique des assignations auxquelles le concept de groupement a été appliqué.

Au § 4.3.1.1 des Règles de procédure pour l'Appendice S30 du RR (et 4.2.1.1 pour l'Appendice S30A du RR), le concept de groupement prescrit ce qui suit: «... dans le calcul du brouillage causé aux assignations faisant partie d'un groupe, seule la contribution au brouillage d'assignations ne faisant pas partie de ce groupe doit être prise en considération. D'autre part, pour le calcul du brouillage, causé par des assignations appartenant à un groupe, à des assignations ne faisant pas partie du même groupe, seule la contribution de brouillage la plus préjudiciable de ce groupe doit être prise en considération.»

2.3.2 Traitement des effets de brouillage par canal adjacent dans des groupes des Plans du SRS pour les Régions 1 et 3 et pour la Région 2

Le calcul du rapport C/I dans le même canal de plusieurs faisceaux inclus dans un groupe est traité comme indiqué plus haut. De même, lorsqu'un groupe comporte différents canaux, le calcul du rapport C/I pour les assignations extérieures à ce groupe suit la procédure décrite ci-dessus. Lorsque cependant il existe des canaux adjacents (voir la Note 1) dans le groupe, le calcul de C/I pour les canaux contenus dans ce groupe dépendront de la constitution éventuelle de grappes et de l'identification des (noms de) faisceaux utilisés dans ces grappes.

NOTE 1 – Dans les calculs du rapport C/I par le logiciel MSPACE pour des faisceaux groupés, l'on ne tient pas compte du brouillage total dû à aux autres faisceaux du groupe. (Si toutefois il existe des effets de brouillage interne dans le même «faisceau» de MSPACE, ces effets seront pris en compte dans le calcul MSPACE.) Pour la Région 2, lorsque l'on examine les effets de brouillage dans le deuxième canal adjacent, l'on calculera donc ceux qui proviennent du même faisceau. (De même, dans le cas très théorique où les premiers canaux adjacents sont inclus dans un seul faisceau avec la même polarisation, les effets de brouillage seront pris en compte.)

La procédure suivie a été décrite dans le Doc. 10-11S/76. Elle est résumée dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

**Résumé du traitement du brouillage interne de canaux adjacents
contenus dans des groupes et dans des grappes**

a) *Régions 1 et 3*

	Assignations en grappe		Assignations ne faisant pas partie d'une grappe
	Contenant des faisceaux ayant des noms identiques	Ne contenant pas de faisceaux ayant des noms identiques	
Assignations en groupe	Le concept de grappe n'a pas été utilisé dans les Plans actuels des Régions 1 et 3		Brouillage interne entre canaux adjacents NON inclus dans le calcul du brouillage ^{(1), (2)}
Assignations ne faisant pas partie d'un groupe			Tous les effets de brouillage dans les canaux adjacents sont pris en compte

b) *Région 2*

	Assignations en grappe		Assignations ne faisant pas partie d'une grappe
	Contenant des faisceaux ayant des noms identiques	Ne contenant pas de faisceaux ayant des noms identiques	
Assignations faisant partie d'un groupe	Le brouillage interne entre canaux adjacents EST inclus dans le calcul du brouillage	Le brouillage interne entre canaux adjacents N'EST PAS inclus dans le calcul du brouillage ^{(1), (3), (4)}	Le brouillage interne entre canaux adjacents N'EST PAS inclus dans le calcul du brouillage ^{(1), (4)}
Assignations ne faisant pas partie d'un groupe	Le brouillage interne entre canaux adjacents EST inclus dans le calcul du brouillage	Le brouillage interne entre canaux adjacents EST inclus dans le calcul du brouillage	Tous les effets de brouillage dans les canaux adjacents sont pris en compte

- (1) Normalement, le Bureau traitera les groupements comportant des premiers canaux adjacents en ne tenant pas compte du brouillage interne du groupe. Toutefois, si les administrations demandent expressément que le brouillage interne d'un groupement comportant de premiers canaux adjacents soit pris en compte, il sera nécessaire d'assigner les canaux impairs et pairs à des groupes distincts.
- (2) Bien qu'il ne se soit pas produit, le cas théorique d'effets de brouillage interne entre canaux inclus dans la même identification de faisceau serait pris en compte par le calcul de la situation de référence.
- (3) De même, le Bureau traitera normalement les demandes de constitution de grappes comportant de premiers canaux adjacents en prenant en compte le brouillage interne de la grappe. Si toutefois les administrations demandent expressément que le brouillage interne entre premiers canaux adjacents contenus dans des grappes ne soit pas pris en compte, il sera nécessaire d'assigner des identifications de faisceau différentes aux canaux impairs et aux canaux pairs de ces grappes.
- (4) Le brouillage interne issu de faisceaux ayant la même identification de faisceau (par exemple le brouillage par le deuxième canal adjacent) est cependant pris en compte par le calcul de la situation de référence.

3 Brouillage entre porteuses du SRS

A ce jour, des contributions ont été reçues des participants suivants: HISPASAT, Japon, Canada, INTELSAT, EUTELSAT, UER, France, Croatie, Italie et Etats-Unis d'Amérique.

En outre, le Rapport UIT-R BO.634 a été pris en considération, ainsi qu'une contribution d'INTELSAT sur la révision de la Recommandation UIT-R S.741 au sein du GT 4A. L'on a également examiné des informations envoyées dans une note de liaison (Doc. 10-11S/138) envoyée par la Commission d'études 4 au GTM 10-11S.

Les paragraphes suivants décrivent les principaux résultats de toutes ces contributions.

3.1 Protection des porteuses analogiques à l'égard des porteuses numériques

Les résultats ci-après complètent ceux qui figurent dans le § 3.1.11 du Rapport UIT-R BO.634.

Pour déterminer les valeurs du coefficient K introduit dans le modèle provisoire qui est décrit au § 2 ci-dessus, il convient d'établir des rapports de protection des porteuses analogiques à l'égard des porteuses numériques.

Des évaluations subjectives du rapport de protection de porteuses TV-MF analogiques ont été réalisées au Japon. Les résultats indiquent qu'en cas de brouillage causé par une porteuse MDP-4 (24,6 MBd) à un signal TV-MF NTSC normal (excursion de fréquence de 17 MHz/V), les rapports de protection correspondant à un niveau de qualité d'image de 4,5 sur une échelle à 5 niveaux sont d'environ 23 dB pour le brouillage dans le même canal et d'environ 14 dB pour le brouillage dans les canaux adjacents. En cas de brouillage causé par un signal MDP-8 (21 MBd et 29 MBd), les rapports de protection sont d'environ 20-22 dB pour le brouillage dans le même canal et d'environ 10-13 dB pour le brouillage dans les canaux adjacents.

Des renseignements détaillés sur ces évaluations sont donnés dans l'Annexe 2 du Doc. 10-11S/135.

Les résultats obtenus par l'UER indiquent qu'en cas de brouillage causé par des porteuses MDP-4 au débit 3/4 (entre 20 et 30 MBd pour une dégradation de 1 dB du rapport C/N) à un signal TV-MF PAL normal (niveau de qualité d'image de 4,8, rapport S/I pondéré de 54 dB, rapport C/N de 30 dB, excursion de 13,5 MHz/V, simulations informatiques), l'on peut utiliser des rapports de protection de 24 dB environ pour le même canal et de 14 dB environ pour les canaux adjacents.

Une contribution de l'Italie présente des résultats additionnels sur une simulation de brouillage causé par plusieurs porteuses MDP-4 à deux porteuses TV-MF PAL.

Pour les signaux PAL, on a pris en compte un niveau de qualité d'image de 4,8, un rapport S/I pondéré de 54 dB et un rapport C/N de 30 dB. D'autres renseignements sur ces mesures sont donnés dans l'Annexe 1 du Doc. 10-11S/26.

Il y a lieu de noter que ces résultats peuvent être au-dessous de la réalité en raison du haut niveau de qualité d'image qui a été visé par hypothèse dans les essais ci-dessus.

Les résultats de mesure obtenus par le Japon, l'Italie et l'UER sont récapitulés dans le Tableau 2.

Pour ce qui est du brouillage numérique large bande dans les canaux adjacents, une contribution de la France (Doc. 10-11S/57 (Add.1)) montre que, sur la base des seules considérations de largeur de bande et sans tenir compte du facteur K , une porteuse numérique de 33 MHz occupant un répéteur adjacent à une émission analogique normale produirait un niveau de brouillage supérieur de 3,2 dB au niveau qui serait requis pour protéger le canal adjacent lorsque la différence des rapports de protection est d'au moins 8 dB entre le même canal et les canaux adjacents. Les résultats du Japon et ceux de l'Italie, récapitulés ci-dessus, montrent cependant que cette différence de 8 dB est respectée pour ce type de brouillage dans les canaux adjacents (23 dB au lieu de 14-15 dB) sans effectuer l'ajustement de 3,2 dB. L'on en conclut donc que, dans ce cas, le facteur K est de l'ordre de 3-4 dB.

Une contribution de l'Australie (Doc. 10-11S/91 (Add.1)) traite le problème du brouillage numérique à bande étroite causé à des signaux analogiques. Dans de telles circonstances, il n'est pas toujours approprié de considérer le brouillage comme étant assimilable à du bruit alors qu'il ressemble plutôt à la perturbation observée avec un brouilleur sinusoïdal (motif visible sur l'image plutôt qu'augmentation apparente du niveau de bruit thermique), selon la largeur de bande du signal. Pour le brouillage dans le même canal, le facteur K est malgré tout censé être égal à zéro. Pour le brouillage dans les canaux adjacents, étant donné que l'utilisation de porteuses ayant une largeur de bande inférieure à 8 MHz n'est pas prévue dans le SRS, l'énergie du brouilleur restera très dispersée en fréquence par rapport à la structure linéaire des signaux TV-MF. L'on s'attend donc que le facteur K soit encore positif (mais sans doute inférieur à la valeur de 3-4 dB mentionnée ci-dessus).

Des mesures objectives de rapports de protection en fonction du décalage de fréquence entre la porteuse utile et la porteuse brouilleuse ont été réalisées au Japon. Les résultats sont représentés sur la Fig. 1. Les rapports de protection dans le même canal et dans les canaux adjacents pour une largeur de bande de porteuse analogique de 27 MHz sont énumérés dans le Tableau 2 et sont également représentés sur cette figure. La récapitulation de ces résultats de mesure permet de déduire une courbe, qui correspond au rapport de protection en fonction du décalage de fréquence entre les porteuses.

TABLEAU 2

**Récapitulation des rapports de protection mesurés
avec un décalage de fréquence de 19,18 MHz**

Signal utile	Signal brouilleur	Rapport de protection dans le même canal (dB)	Rapport de protection dans les canaux adjacents (dB)
<i>Japon (évaluation subjective)</i>			
NTSC-27 MHz ⁽¹⁾ (17,0 MHz/V) ⁽²⁾	MDP-8 (29 MBd)	20	13
NTSC-27 MHz ⁽¹⁾ (17,0 MHz/V) ⁽²⁾	MDP-8 (21 MBd)	22	10
<i>UER (simulation informatique)</i>			
PAL-27 MHz ⁽¹⁾ (13,5 MHz/V) ⁽²⁾	MDP-4 3/4 ⁽³⁾ (20-30 MBd)	24	14
<i>Italie (simulation informatique)</i>			
PAL-27 MHz ⁽¹⁾ (13,5 MHz/V) ⁽²⁾	MDP-4 3/4 ⁽³⁾ (30 MBd)	23 ^(**)	14 ^(*)
PAL-33 MHz ⁽¹⁾ (22 MHz/V) ⁽²⁾	MDP-4 3/4 ⁽³⁾ (30 MBd)	18,3 ^(**)	9,2 ^(**)

⁽¹⁾ Largeur de bande nominale de canal.

⁽²⁾ Excursion de fréquence.

⁽³⁾ Débit de code CED convolutif.

^(*) à 0,5 dB près,

^(**) à 2 dB près.

La Fig. 1 montre également les rapports de protection (PR, *protection ratio*) calculés d'après les expériences effectuées par l'UER et l'Italie. Sur la base de ces résultats, un contour trapézoïdal est tracé, qui peut être utilisé comme gabarit de protection pour le brouillage numérique d'une porteuse analogique. Cette figure répond aux conditions fixées dans la Recommandation 521 (CMR-95) pour les rapports de protection, telles que 23 dB et 15 dB pour, respectivement, le même canal et les canaux adjacents.

Si ce gabarit est normalisé à zéro lorsque le décalage de fréquence entre les porteuses est nul, il peut être exprimé comme suit (voir Doc. 10-11S/84):

$$PR = \frac{15}{19,18}x + 7 \quad (-38,36 \leq x \leq -8,95)$$

$$PR = 0 \quad (-8,95 < x \leq 8,95)$$

$$PR = -\frac{15}{19,18}x + 7 \quad (8,95 < x \leq 38,36)$$

où x est le décalage de fréquence (MHz).

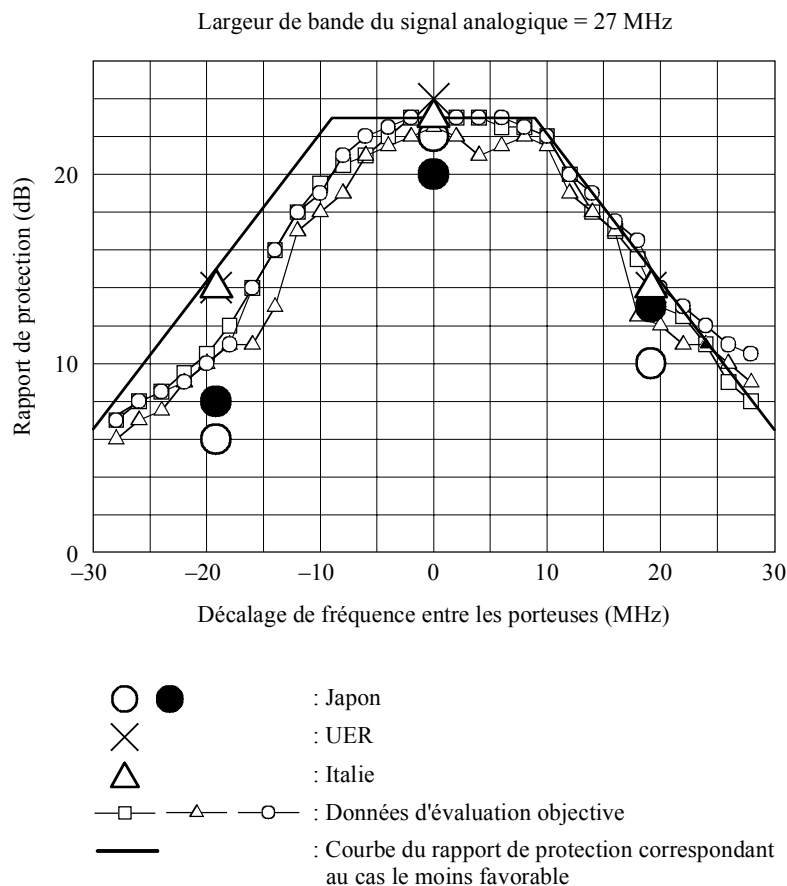
Comme décrit au § 2.1.3, le brouillage causé par une porteuse numérique à une porteuse analogique utile est supposé être le suivant:

$$i_{D_{TV}} = I_{D_{TV}} - 10 \log(B/b) - K$$

Le coefficient K doit être déterminé par des simulations et/ou par des mesures expérimentales, mais cela prend beaucoup de temps. Toutefois, tant que la largeur de bande de la porteuse analogique est de 27 MHz et que la rapidité de modulation du signal numérique brouilleur est comprise entre 20 et 30 MBd, on peut, pour évaluer le brouillage, utiliser le gabarit de protection correspondant au cas le moins favorable représenté sur la Fig. 1 ainsi que les formules du rapport de protection données ci-dessus.

FIGURE 1

Résultats expérimentaux concernant la protection des porteuses analogiques (largeur de bande = 27 MHz) à l'égard des porteuses numériques et courbe du rapport de protection correspondant au cas le moins favorable



Rap 2019-01

NOTE 1 – En ce qui concerne les données provenant de l'UER et de l'Italie, on suppose que les valeurs correspondant au canal adjacent supérieur et au canal adjacent inférieur sont identiques.

3.2 Protection entre porteuses analogiques

Le § 3.1.5 du Rapport UIT-R BO.634 présente des formules à utiliser pour le calcul du rapport de protection d'un cas de brouillage dans le même canal lorsque les signaux utile et brouilleur utilisent les mêmes paramètres de modulation:

– pour tous les systèmes à l'exception du M/NTSC à 525 lignes:

$$PR_0 = C - 20 \log(D_V / 12) - Q + 1,1 \cdot Q^2$$

où:

D_V : excursion de fréquence nominale crête-à-crête (MHz/V)

Q : note de dégradation (voir la Recommandation UIT-R BT.500)

C : constante dépendant du système de télévision:

12,5 pour les systèmes I/PAL, G/PAL et L/SECAM à 625 lignes

18,5 pour le système K/SECAM à 625 lignes.

- pour le système M/NTSC à 525 lignes:

$$PR_0 = 16,9 - 8,7 \log(I_u) - 20 \log(D_v/12)$$

où:

$$I_u = \frac{5 - Q}{Q - 1} \quad \text{pour } 1 < Q < 5$$

Le § 3.1.7 du Rapport UIT-R BO.634 présente les rapports à utiliser pour la protection des deux signaux normalisés PAL/SECAM et D2-MAC à l'égard des signaux D2-MAC dans les Régions 1 et 3 (séparation entre les fréquences centrales des canaux adjacents: 19,18 MHz):

- protection du signal PAL/SECAM: $PR_{cc} = 27$ dB, $PR_{lac} = 12$ dB, $PR_{uac} = 13$ dB;
- protection du signal D2-MAC: $PR_{cc} = 20$ dB, $PR_{lac} = 11$ dB, $PR_{uac} = 12$ dB.

Le § 3.1.14 du Rapport UIT-R BO.634 a défini les rapports de protection à utiliser dans le cas de signaux de TVHD dans les Régions 1 et 3:

- protection des signaux NTSC à l'égard des signaux MUSE: $PR_{cc} = 19$ dB, $PR_{lac} = 12$ dB, $PR_{uac} = 12$ dB;
- protection des signaux MUSE à l'égard des signaux NTSC: $PR_{cc} = 20$ dB, $PR_{lac} = 8$ dB, $PR_{uac} = 11$ dB;
- protection des signaux MUSE à l'égard des signaux MUSE: $PR_{cc} = 24$ dB, $PR_{lac} = 9$ dB, $PR_{uac} = 9$ dB;
- protection des signaux SECAM à l'égard des signaux HDMAC: $PR_{cc} = 25$ dB, $PR_{lac} = 11$ dB, $PR_{uac} = 11$ dB;
- protection des signaux HDMAC à l'égard des signaux HDMAC: $PR_{cc} = 22$ dB, $PR_{lac} = 6$ dB, $PR_{uac} = 7$ dB.

Les § 3.1.7 et 3.1.14 du Rapport UIT-R BO.634 indiquent que les deux systèmes D2-MAC et TVHD sont compatibles avec les rapports de protection fixés par le Plan du SRS de la CAMR SAT-77 pour les Régions 1 et 3.

Toutes les conditions d'essai utilisées pour obtenir ces valeurs ne sont pas indiquées dans le Rapport UIT-R BO.634, dont l'Annexe 1 donne cependant quelques renseignements supplémentaires.

Une contribution du Japon propose de conserver l'actuel rapport de protection de 15 dB pour les canaux adjacents.

Un document fondé sur la première contribution d'EUTELSAT, également soumis au GT 4A, indique l'évaluation des rapports de protection entre différents signaux TV-PAL pour deux valeurs du rapport C/N (12 dB et 30 dB) ainsi que pour deux excursions de fréquence (16 MHz/V et 25 MHz/V). Différents contenus d'image et deux types de récepteur MF (privé ou professionnel) sont considérés. Le cas du rapport C/N de 12 dB correspond grosso modo aux situations dans le Plan. Le cas du rapport C/N de 30 dB correspond à une qualité d'image parfaite, pour laquelle ont été établis les objectifs du Plan en termes de rapports de protection.

Les conclusions concernant le contenu d'image sont les suivantes:

- le rapport de protection requis ne dépend pas beaucoup du contenu de l'image brouilleuse;
- les effets de brouillage ressortent mieux sur une mire (combinaison d'un fond d'écran rouge et de barres colorées) que sur une diapositive, qui est considérée comme représentant la moyenne des données normales d'image. Les données d'image critiques (mire) nécessiteraient un rapport de protection supérieur d'environ 2 dB aux rapports requis pour une diapositive ayant la même qualité d'image.

La conclusion relative à l'effet de la mise en œuvre du récepteur MF est qu'aucune relation notable n'a pu être trouvée avec le type utilisé (privé ou professionnel).

La conclusion relative à l'effet de l'excursion de fréquence du signal utile indique que, par rapport à une excursion de 16 MHz/V, les transmissions utilisant une excursion de 25 MHz/V sont plus tolérantes au brouillage et nécessitent des rapports de protection nettement inférieurs. Le rapport de protection requis est proportionnel à $20 \log$ (excursion du signal utile).

La conclusion relative à l'effet de l'excursion de fréquence du signal brouilleur indique que le rapport de protection requis est indépendant de l'excursion de fréquence du signal brouilleur.

Concernant les signaux TV décalés en fréquence, les conclusions suivantes sont proposées par EUTELSAT pour les signaux TV-MF-PAL modulés avec une excursion de fréquence de 25 MHz/V:

- Le rapport de protection est généralement indépendant du contenu d'image utile pour tous les décalages de fréquence. Une protection contre les brouillages supérieure d'environ 2 dB est requise pour les données d'image critiques (mire) par rapport aux données d'image normales.

- Le contenu d'image du brouilleur a peu d'influence lorsque les décalages de fréquence sont faibles. Cependant, pour de grands décalages, les rapports de protection requis pour une image brouilleuse comportant des barres colorées sont supérieurs de plusieurs dB aux rapports requis lorsque le brouilleur est une porteuse non modulée (avec dispersion d'énergie).
- Les rapports de protection requis pour un rapport C/N de 12 dB sont en moyenne supérieurs de 2 à 3 dB aux rapports requis pour un rapport C/N élevé (30 dB).

Concernant le rapport de protection requis pour un signal TV-MF-PAL utile et 2 signaux TV-MF-PAL brouilleurs (tous modulés avec une excursion de fréquence de 25 MHz/V), EUTELSAT propose d'utiliser des rapports supérieurs de 3 ou 4 dB pour chaque brouilleur afin d'obtenir la même qualité qu'avec un seul brouilleur. Si l'on considère 2,5 signaux TV-MF-PAL brouilleurs multiples, le rapport de protection requis pour chaque brouilleur doit être supérieur de 4 à 5 dB. Le § 3.1.6 du Rapport UIT-R BO.634 indique que, dans le cas de brouilleurs multiples, il y a lieu d'ajouter de 2 à 6 dB au résultat de la sommation C/I habituelle pour tenir compte du brouillage cumulé. Des études relatives au brouillage entre porteuses TV-MF dans le SFS ont montré que l'influence de trois brouilleurs de même niveau dans le même canal était équivalente à celle d'un seul brouilleur ayant une puissance supérieure de 3 à 5 dB. Ces résultats donnent à penser que la loi de sommation des puissances, qui dans ce cas aboutit à un facteur de 4,8 dB, correspond au cas le moins favorable (Doc. 11-11S/138).

Des études conduites au sein de la Commission d'études 4 (Doc. 10-11S/138), fondées sur divers résultats de mesure, montrent que les dégradations dues au brouillage dans le même canal sont équivalentes à celles qui sont dues à un bruit thermique dont le niveau est d'environ 6 dB supérieur à celui du brouillage. Si l'on adopte cette démarche, le brouillage dans le même canal peut simplement être converti et traité comme s'il s'agissait d'un bruit thermique. La dégradation correspondante peut alors être estimée par application d'une équation associant la qualité d'image au niveau du bruit thermique équivalent. Pour l'évaluation du brouillage causé par des signaux TV-MF analogiques à des signaux TV-MF analogiques, la Commission d'études 4 a mis au point des gabarits qui sont décrits dans le Doc. 10-11S/138 (voir également le Doc. 10-11S/82). Bien que ces gabarits aient été calculés sur la base de mesures sur signaux NTSC et d'une note de dégradation de 4, le document de la Commission d'études 4 conclut que ces gabarits peuvent également s'appliquer à d'autres normes de télévision, PAL en particulier. Le document de base conclut également qu'un complément d'étude est toutefois requis pour tenir compte de l'incidence du brouillage sur la sous-porteuse audio et de l'effet de différentes largeurs de bande pour la dispersion d'énergie.

Les gabarits décrits dans le Doc. 10-11S/138 sont reproduits ci-dessous (Fig. 2 et 3).

La Fig. 2 compare les gabarits aux rapports de protection et aux gabarits du Plan du SRS pour les Régions 1 et 3 indiqués dans les Appendices S30 (Annexes 5 et 6) et S30A (Annexe 3) du RR.

La Fig. 3 effectue une comparaison similaire pour la Région 2 (Appendice S30, Annexe 5 du RR).

Dans les deux cas, les valeurs absolues des rapports de protection ont été converties en valeurs relatives afin de permettre la comparaison avec les gabarits. Par exemple, pour le Plan des Régions 1 et 3, les rapports de protection dans le même canal et dans les canaux adjacents sont respectivement de 31 dB et de 15 dB, ce qui donne deux points à -16 dB sur la Fig. 2 pour $\pm 19,18$ MHz (espacement des canaux adjacents).

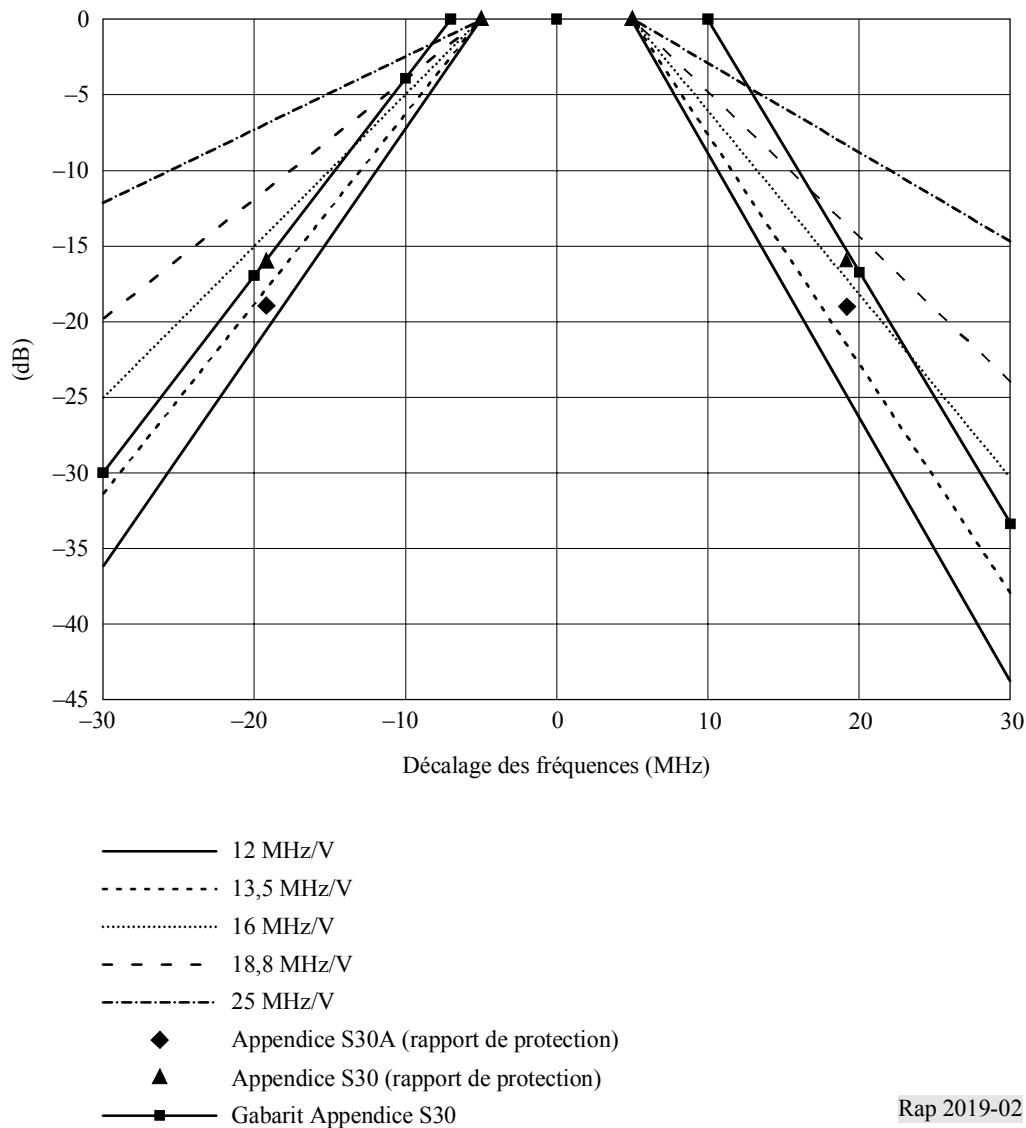
Les deux Fig. 2 et 3, montre que les gabarits proposés paraissent, lorsqu'ils sont comparés aux gabarits de protection du SRS dans les Régions 1 et 3 puis dans la Région 2, compatibles avec les systèmes utilisant une excursion de fréquence comprise entre 12 et 13,5 MHz/V.

Les gabarits indiqués dans les Fig. 2 et 3 pourraient former la base d'une nouvelle Recommandation relative aux gabarits de protection pour les brouillages entre émissions de signaux TV-MF dans le SRS. Il convient cependant de noter que, lors de l'application du gabarit à des systèmes ayant une grande excursion, les effets du filtrage pourraient également devoir être pris en compte et que ces effets tendraient à diminuer les niveaux de brouillage dans les canaux adjacents. Par ailleurs, il faudra peut-être étudier également la nature du brouillage TV-MF pour les grandes excursions (c'est-à-dire qu'un gabarit possédant de multiples points d'inflexion, comme celui qui est indiqué pour la Région 2 dans l'Appendice S30, Annexe 5, Fig. 6 du RR, pourrait mieux convenir).

La contribution de l'Italie propose également des rapports de protection dans le même canal et dans les canaux adjacents pour ce type de brouillage. Mais comme aucune description des conditions d'essai n'est donnée, il est proposé de ne pas prendre ces résultats en considération ici.

Lors de la réunion du GTM 10-11/S en mars 1996, une proposition de la Croatie recommandait que le rapport de protection en valeur relative soit remplacé par un gabarit de protection spécifique, pouvant ensuite être appliqué aux décalages de fréquence sur la base de tout éventuel gabarit de protection dans le même canal qui serait adopté lors de la CMR-97.

FIGURE 2
 Comparaison entre gabarits de la CE 4 et gabarits/rapports des Régions 1 et 3



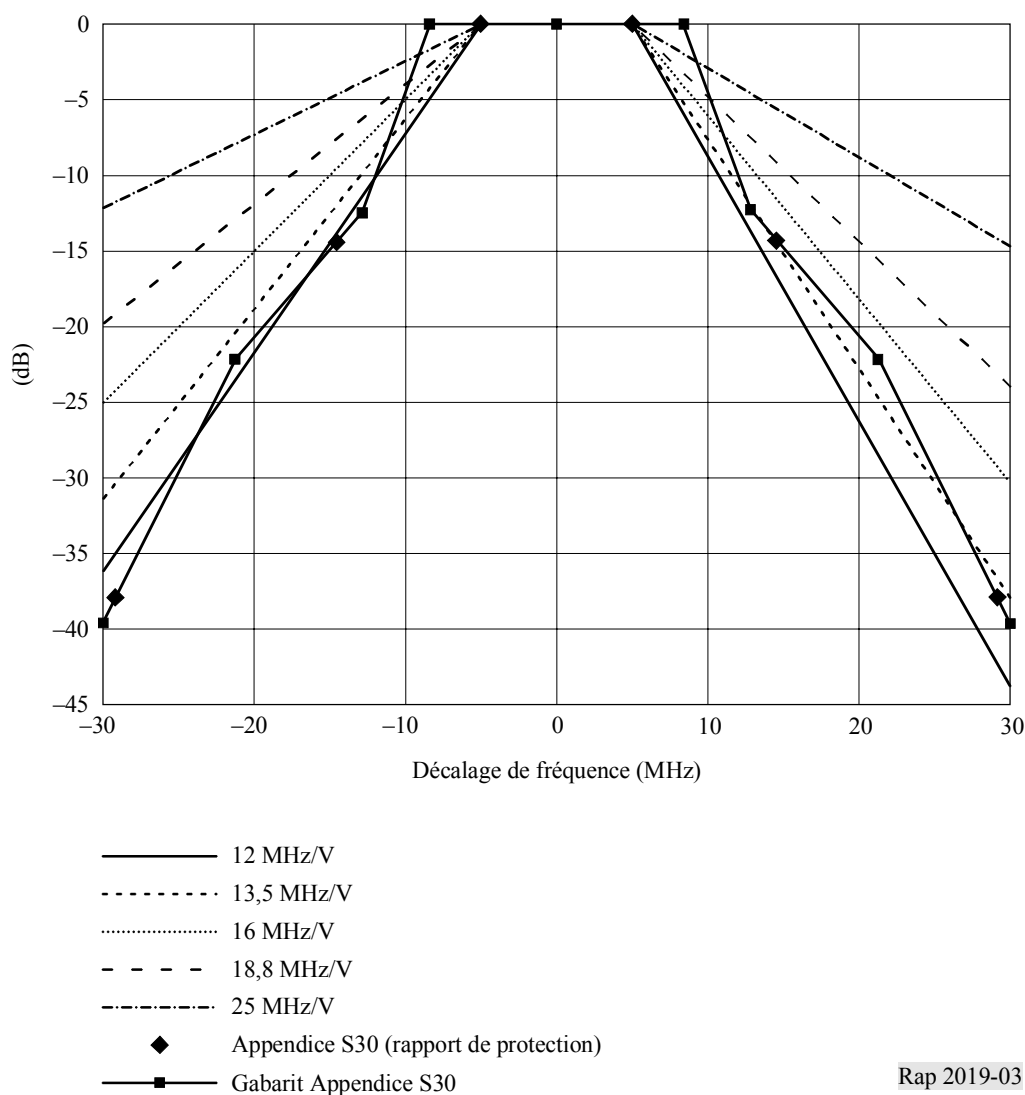
3.3 Protection des porteuses numériques à l'égard des porteuses analogiques

Les résultats suivants complètent ceux qui figurent dans le § 3.1.12 du Rapport UIT-R BO.634.

Des mesures préliminaires ont été relevées par quelques administrations et organisations (UER, EUTELSAT, France, Italie, etc.).

Concernant le brouillage causé par un signal TV-MF-PAL normal à un signal MDP-4 3/4, plusieurs gabarits de protection ont été calculés pour différentes excursions de fréquence. Un rapport de protection dans le même canal d'environ 14 dB est envisagé dans le cas particulier où le brouillage correspond à une dégradation de 1 dB du rapport C/N objectif afin d'obtenir un taux d'erreur binaire (TEB) de 2×10^{-4} après décodage de Viterbi mais avant décodage de Reed Solomon (RS), et où des images contenant des barres colorées sont utilisées. Après le décodage RS, on obtiendra un signal pratiquement exempt d'erreur (c'est-à-dire comptant moins d'un événement d'erreur par heure).

FIGURE 3
 Comparaison entre gabarits de la CE 4 et gabarits/rapport de la Région 2



De récentes mesures relevées par la France (France Télécom) ont permis de calculer des gabarits de protection pour porteuses à 22,7 et 5,3 MBd (en MDP-4 3/4), conformes aux spécifications du débit binaire intermédiaire (IDR, *Intermediate Data Rate*) (IESS 308, *Intelsat Earth Station Standard*).

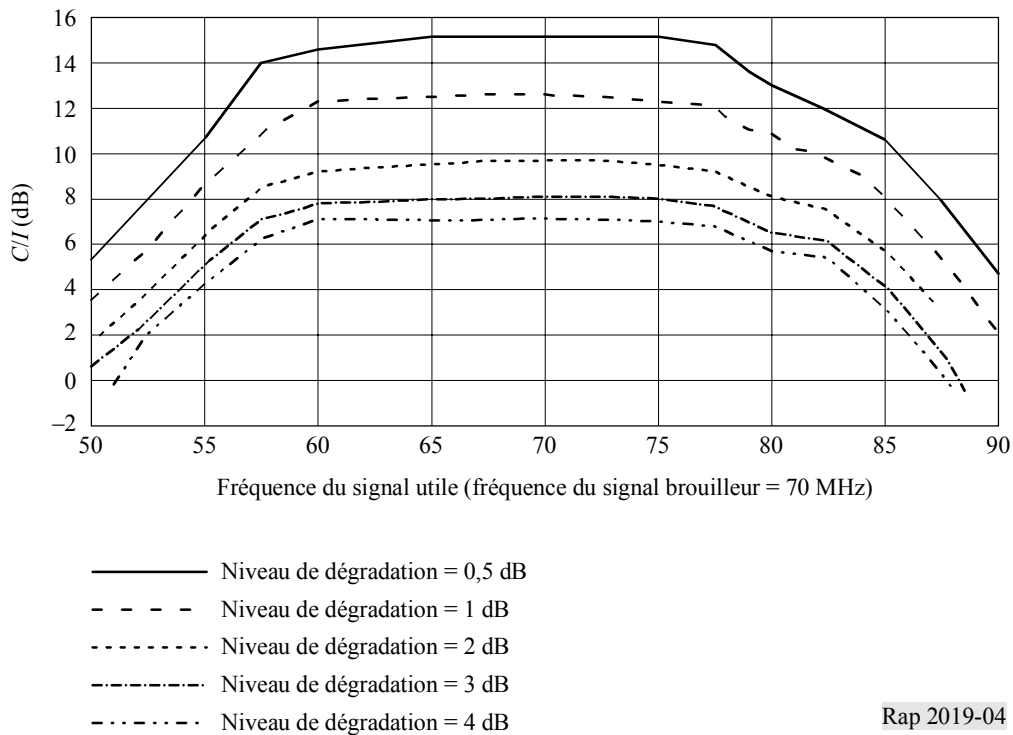
Le signal brouilleur est un signal d'essai MF-PAL composé de barres colorées à 75%. L'excursion de fréquence est de 22 MHz/V, la dispersion d'énergie de 600 kHz crête-à-crête, le filtre large bande en fréquence intermédiaire est réglé à 36 MHz.

Le gabarit de protection dans le cas d'un signal utile de 5,3 MBd n'a été représenté graphiquement que pour une marge de dégradation de 1 dB, cette valeur paraissant être le meilleur compromis entre des rapports *C/I* réalistes et une dégradation du bilan de liaison.

Une superposition des deux graphiques de gabarit en utilisant des valeurs relatives et non absolues sur l'axe vertical montrent que la forme de chaque gabarit est presque toujours la même.

FIGURE 4

Gabarit de protection: PAL (22 MHz/V, 36 MHz, dispersion d'énergie = 2 MHz crête-à-crête)
sur un signal numérique pour $TEB = 2 \times 10^{-4}$



Des mesures spécifiques ont été relevées afin de montrer l'influence de différents paramètres de signal TV-MF-PAL (excursion de fréquence, dispersion d'énergie, sous-porteuses son, contenu d'image) sur les gabarits de protection des deux signaux numériques utiles (en MDP-4 3/4) de 22,7 et de 5,3 MBd (voir Doc. 10-11S/1, ANNEXE 2 à l'Annexe 2). L'excursion de fréquence et le contenu d'image sont les paramètres qui ont une influence notable sur les gabarits résultants. Concernant le contenu d'image, il convient cependant de noter que les gabarits de protection ne peuvent être indiqués que pour une situation réaliste, c'est-à-dire pour un signal TV «moyen» tel que la mire UIT-R. Le seul paramètre important qui reste est donc l'excursion de fréquence.

Ces mesures confirment également les formules actuellement utilisées pour ajouter plusieurs brouilleurs non homogènes.

De nouveaux gabarits sont proposés pour la protection d'un signal numérique à 22,7 MBd (MDP-4 3/4, marge de dégradation = 1 dB pour un $TEB = 2 \times 10^{-4}$) à l'égard de signaux TV-MF-PAL possédant différentes excursions de fréquence, avec la formule associée pour le calcul du brouillage.

Le gabarit a deux «flancs» de qualité variable et un palier central de fréquence variable. On peut le rapprocher d'un trapèze dont les paramètres dépendent de l'excursion de fréquence.

FIGURE 5

Gabarit de protection: PAL (13,5 MHz/V, 27 MHz, dispersion d'énergie = 0,6 MHz crête-à-crête)
sur un signal numérique pour $TEB = 2 \times 10^{-4}$

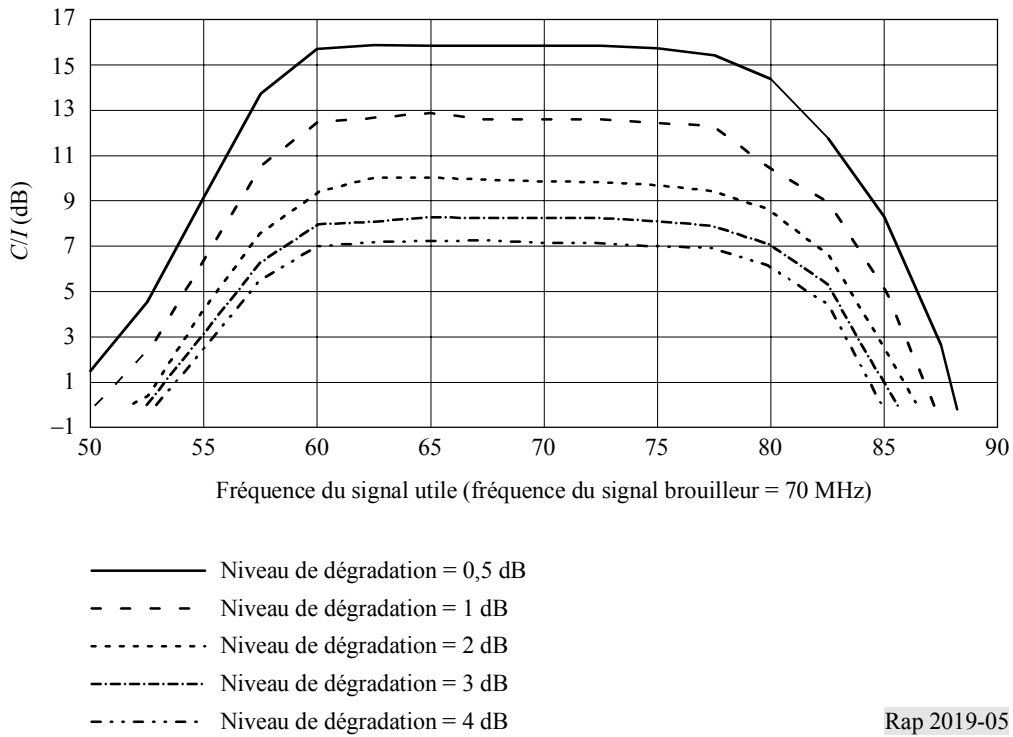
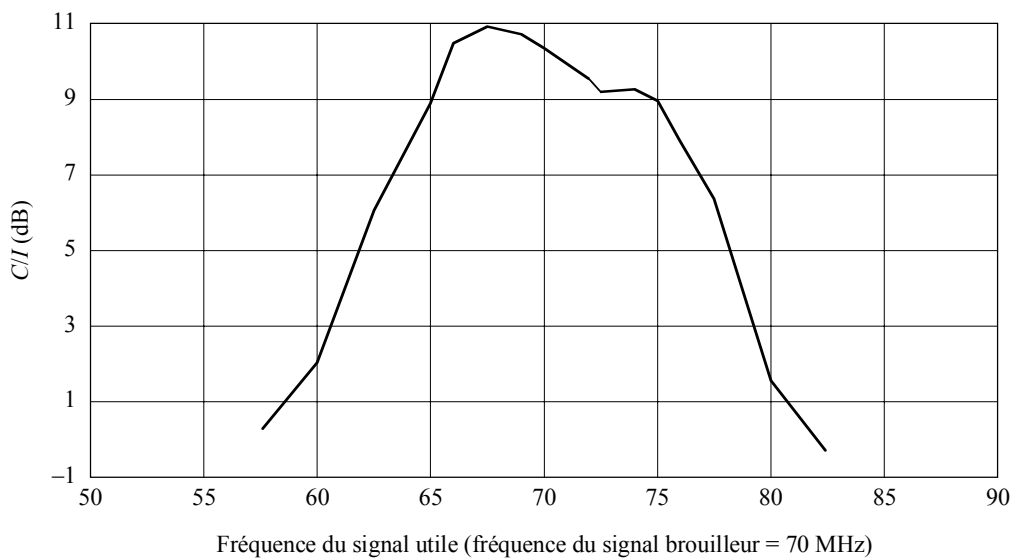


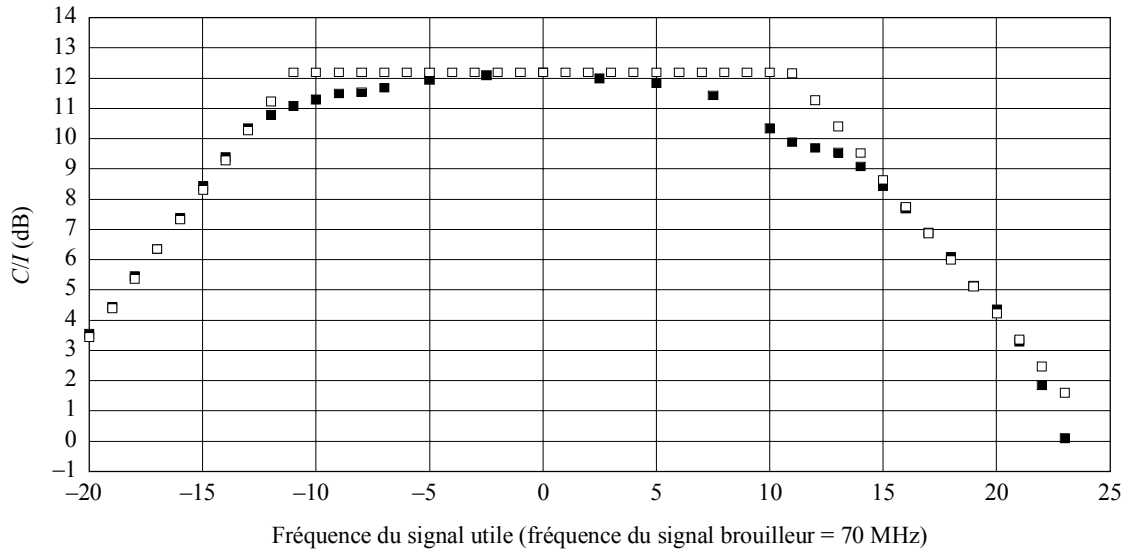
FIGURE 6

Gabarit de protection : PAL sur signal numérique (8,448 Mbit/s) pour $TEB = 2 \times 10^{-4}$



Une formule approchée est tirée des résultats obtenus pour ces gabarits simplifiés. Les modèles de gabarit ainsi obtenus sont représentés dans les Fig. 7 à 10, avec les résultats expérimentaux correspondants.

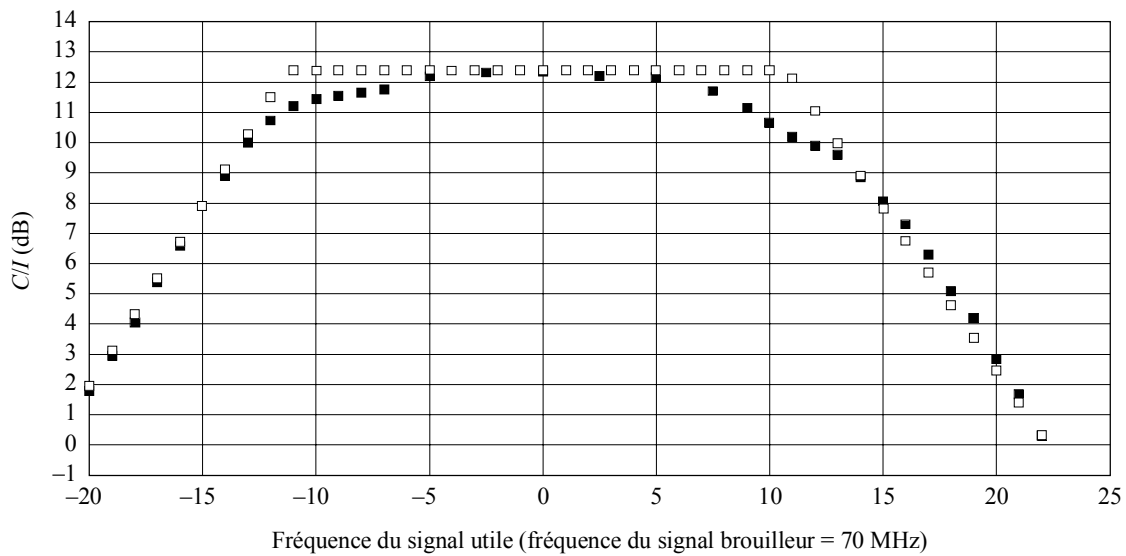
FIGURE 7
 Comparaison gabarit/modèle ($Fd = 25$ MHz/V)



- 25 MHz/V
- 25 mod (exc)

Rap 2019-07

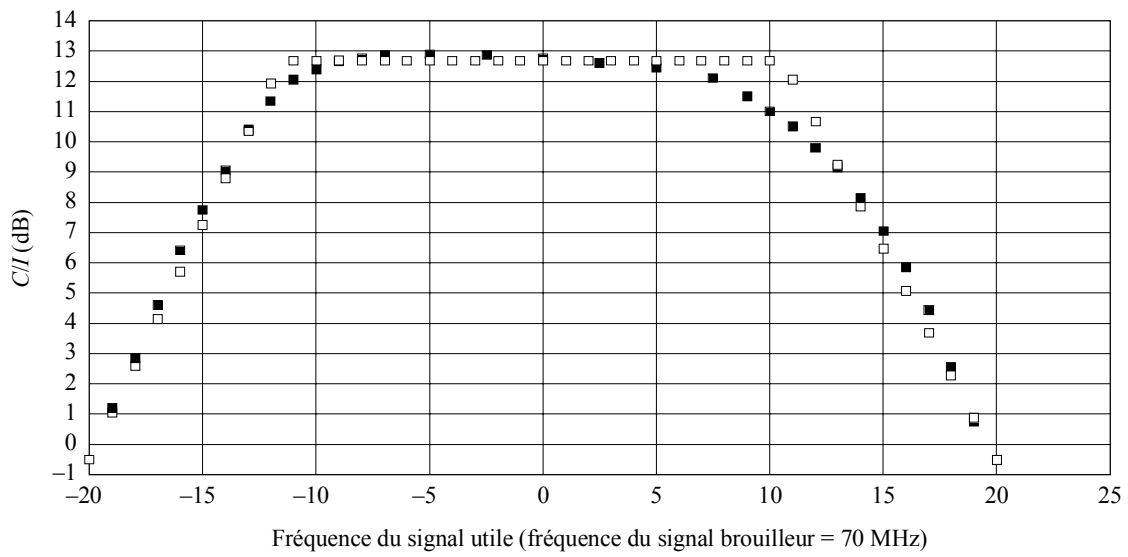
FIGURE 8
 Comparaison gabarit/modèle ($Fd = 22$ MHz/V)



- 22 MHz/V
- 22 mod (exc)

Rap 2019-08

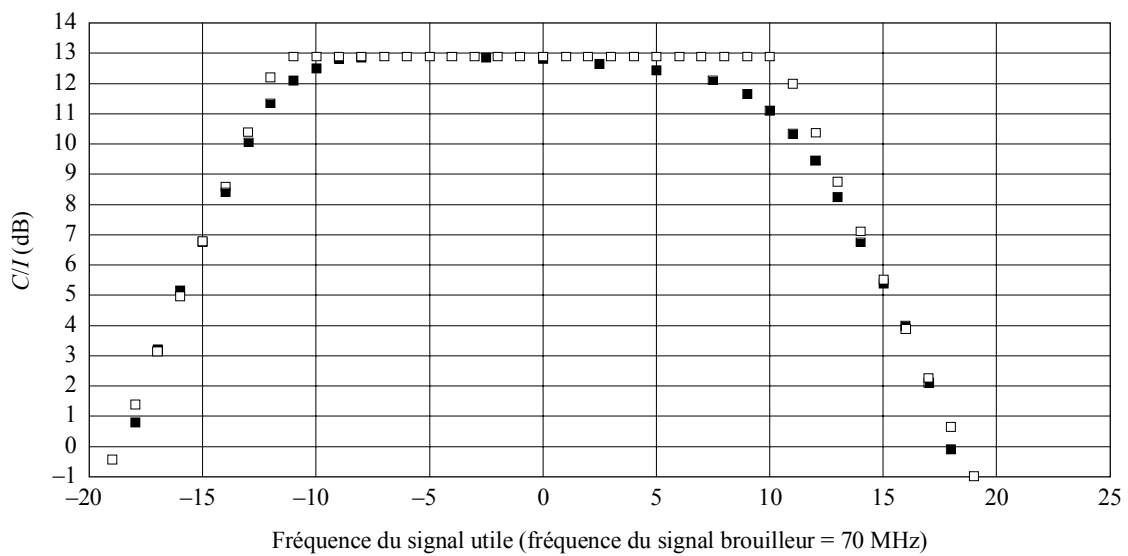
FIGURE 9
 Comparaison gabarit/modèle ($Fd = 17 \text{ MHz/V}$)



- 17 MHz/V
- 17 mod (exc)

Rap 2019-09

FIGURE 10
 Comparaison gabarit/modèle ($Fd = 13,5 \text{ MHz/V}$)



- 13,5 MHz/V
- 13,5 mod (exc)

Rap 2019-10

Formules empiriques d'un modèle de gabarit de protection à l'égard d'un brouilleur PAL analogique:

TABLEAU 3

Pente d'attaque (fréquence du signal utile < fréquence du brouilleur)	Palier	Pente de traîne (fréquence du signal utile > fréquence du brouilleur)
$C/I = a F + b$ où: $a = -0,072 Fd + 2,777$ $b = -0,947 Fd + 46,6$	$C/I = -0,06 Fd + 13,703$	$C/I = a F + b$ où: $a = + 0,064 Fd - 2,488$ $b = -0,691 Fd + 39,133$

Fd : excursion de fréquence.

F : décalage de fréquence (fréquence du signal utile – fréquence du brouilleur).

Ces gabarits confirment que le rapport de protection dans le même canal de 14 dB ci-dessus mentionné est le rapport maximal. Ils proposent des rapports de protection inférieurs à 6 dB dans les canaux adjacents.

Pour d'autres types de modulation numérique (comme la MDP-4 7/8, la MDP-8 2/3 ou la MDP-8 5/6), la Radio Televisione Italiana (RAI) a montré que des rapports de protection dans le même canal de 16 à 20 dB étaient envisagés.

Dans le cas associé des rapports de protection dans les canaux adjacents, des valeurs inférieures à celles qui sont définies dans l'Appendice S30 du RR (15 dB) sont envisagées mais des études complémentaires sont requises afin de confirmer cette hypothèse.

EUTELSAT a relevé des mesures similaires à celles de la France pour des porteuses numériques à 2, 8 et 34 Mbit/s, lors d'une recherche sur les effets de paramètres tels que la dispersion d'énergie, l'excursion de fréquence, le contenu d'image, le nombre de sous-porteuses son et le débit de code (Doc. 10-11S/27).

Les résultats obtenus pour une porteuse numérique à 22,7 MBd sont généralement compatibles avec ceux qui ont été indiqués précédemment. La pente des gabarits proposés correspond relativement bien aux résultats expérimentaux pour la gamme des décalages de fréquence indiqués plus haut. Pour de plus grands décalages, les pentes tendent à être légèrement pessimistes. Une comparaison des deux séries de résultats a montré une allure similaire mais avec un léger décalage de fréquence entre elles, ce que l'on pense être dû aux tolérances de mesure. Les résultats d'EUTELSAT ont montré que les résultats de mesure dépendaient également du filtrage réalisé dans le modem numérique.

Les études d'EUTELSAT ont montré que la forme du gabarit de protection n'était pas très sensible au niveau de dégradation dû au brouillage: ce résultat est en accord avec les conclusions de la France. Cette forme est toutefois très sensible au contenu de l'image, ce qui confirme la nécessité de calculer des gabarits pour une image «moyenne» en vue de la planification. Les résultats dépendent aussi du nombre et du niveau des sous-porteuses transmises par la porteuse TV-MF aux rapidités de modulation inférieures et aux décalages de fréquence supérieurs. Ils dépendent également du filtrage appliqué à la sortie du modulateur MF. Aux rapidités de modulation supérieures (par exemple 22,7 MBd), les sous-porteuses n'ont pas d'influence notable sur le gabarit de protection. L'effet de l'application de différents débits de code à une porteuse ayant une rapidité de modulation constante avec le même signal brouilleur est un glissement du gabarit de protection mesuré sur l'axe C/I proportionnellement à la différence des gains de codage. C'est une preuve supplémentaire qu'un gabarit général pourrait être élaboré compte tenu du gain de codage en tant que paramètre.

Une contribution de l'Australie (Doc. 10-11S/91 (Add.1)) fait observer que des images à saturation chromatique très élevée (comme des légendes et des infographies) peuvent être présentes dans la pratique alors que les résultats d'essai disponibles sont fondés sur l'utilisation d'un signal utile contenant des barres colorées à 75%. De telles images produiraient un brouillage plus important aux décalages de fréquence supérieurs, par rapport au brouillage obtenu avec un signal à barres colorées à 75%. Comme de telles scènes ne se produisent pas souvent dans les données normales d'image, le calcul de gabarits de protection sur la base d'une saturation chromatique de 100% produirait cependant des prescriptions d'une sévérité irréaliste et donc une sur technicisation des Plans. Le niveau de saturation chromatique de 75% est couramment admis dans les essais de transmission comme représentant les caractéristiques spectrales des données d'image normales: il est donc considéré comme également approprié ici. Plusieurs séries de résultats sont maintenant disponibles pour une gamme de rapidités de modulation, ce qui devrait permettre de construire un gabarit général dont les paramètres seront fonction de la rapidité de modulation, de l'excursion de fréquence du signal brouilleur et du débit de code. La gamme des rapidités de modulation auxquelles le gabarit sera applicable reste aussi à définir.

3.4 Protection entre porteuses numériques

Les résultats suivants complètent ceux qui sont indiqués dans le § 3.1.13 du Rapport UIT-R BO.634.

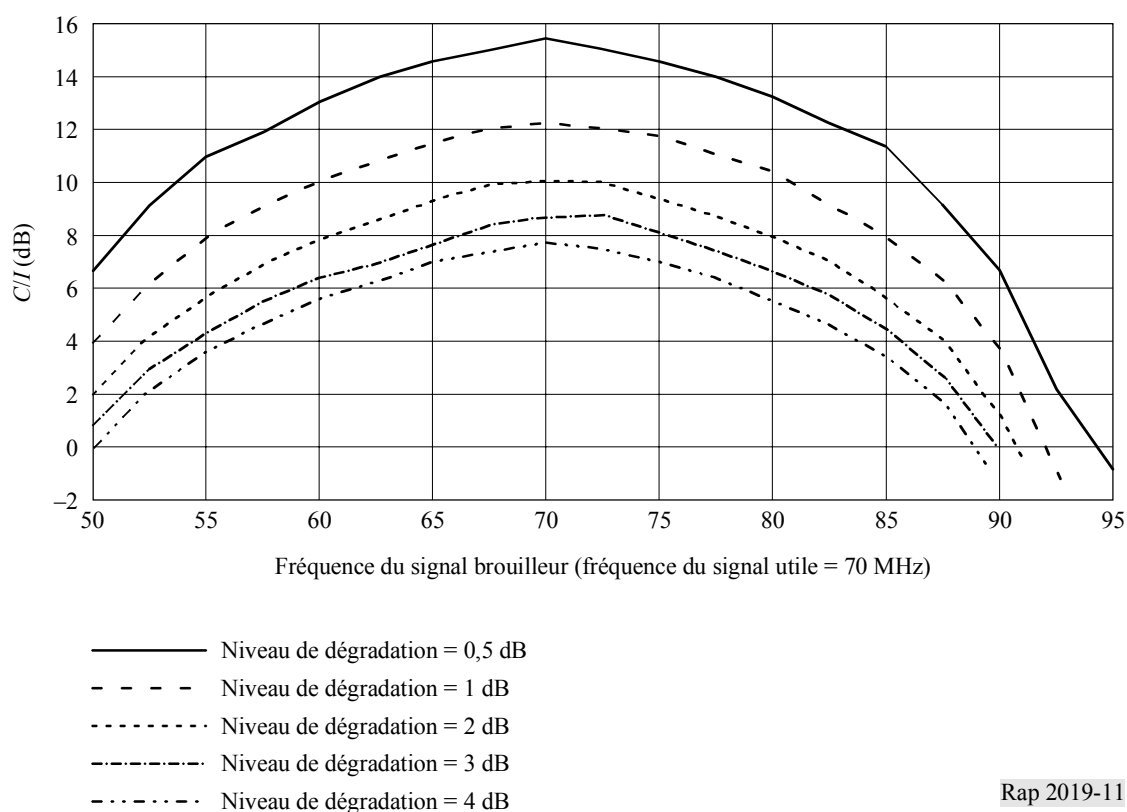
Des différences notables existent, concernant le gabarit de protection obtenu, par rapport à la situation d'un brouillage de l'analogique vers le numérique.

Les rapports de protection résultants dépendent du niveau de dégradation autorisé en terme de rapport C/N pour obtenir un TEB donné, du type de modulation et du codage de voie utilisé.

Les mesures françaises indiquées dans le Doc. 10-11S/1, ANNEXE 2 à l'Annexe 2, confirment que la puissance de bruit blanc gaussien et la puissance du brouilleur numérique peuvent être ajoutées simplement, à condition que la puissance du brouilleur ne soit pas prédominante dans cette sommation. L'on propose également les gabarits de protection suivants pour différents niveaux de dégradation (0,5 dB, 1 dB, 2 dB, 3 dB et 4 dB) autorisés en terme de C/N d'un signal numérique à 22,7 MBd (MDP-4 3/4) en raison d'un autre signal numérique à 22,7 MBd (MDP-4 3/4).

Un circuit FI est constitué au moyen d'un modem à 22,7 MBd (MDP-4 3/4) conforme à la norme (IESS 308) concernant les relais IDR. Un générateur de séquences binaires pseudo-aléatoires est incorporé dans le modulateur et un compteur de TEB indique directement la qualité du signal reçu par le démodulateur. Le code convolutif utilisé possède un débit (fixe) de 3/4 (pour un TEB = 2×10^{-4} , le modem utilisé nécessite un rapport E_b/N_0 d'environ 4,85 dB dans le circuit FI).

FIGURE 11
Gabarit de protection - signal numérique sur signal numérique pour TEB = 2×10^{-4}



Rap 2019-11

Le brouilleur est une autre porteuse IDR à 22,7 MBd (en MDP-4 3/4) produite par un modulateur utilisant son propre générateur interne de séquences binaires pseudo-aléatoires non corrélées avec celles du signal mesuré.

Chaque courbe représente la valeur minimale du rapport C/I en fonction de la fréquence du brouilleur, pour une marge donnée (de 0,5 à 4 dB).

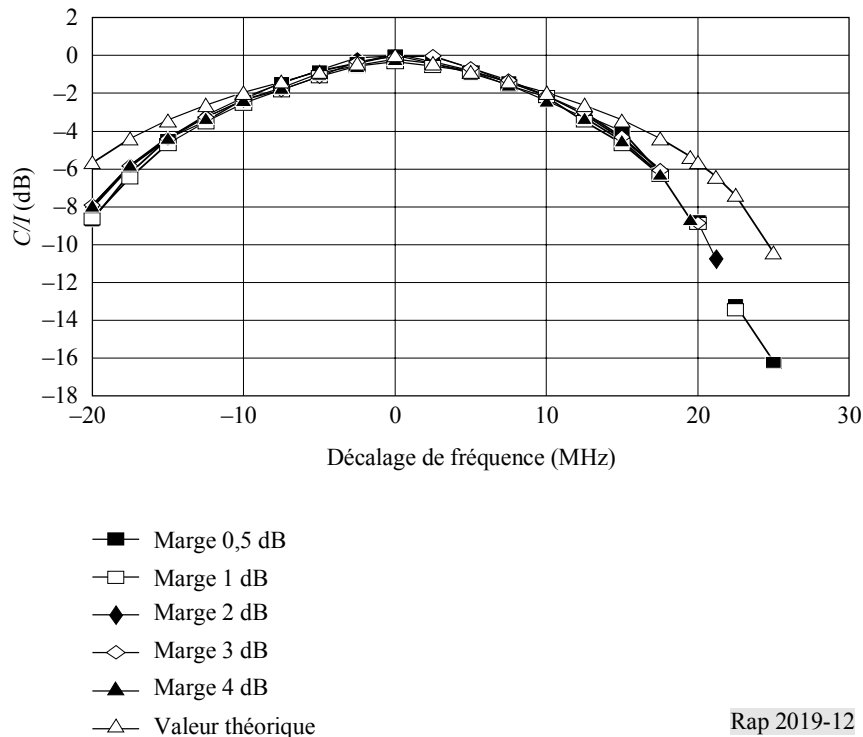
En d'autres termes, si le bilan de liaison autorise un affaiblissement de 1 dB pour le brouillage, le rapport porteuse/brouilleur devra être supérieur à celui qui est représenté par la courbe à marge de 1 dB pour la fréquence considérée, afin d'obtenir un TEB meilleur que 2×10^{-4} .

Ces nouveaux gabarits confirment que les rapports de protection dans le même canal et dans les canaux adjacents, mentionnés ci-dessus, peuvent être appliqués avec des marges confortables.

Le signal brouilleur est habituellement traité comme un bruit blanc réparti uniformément dans sa largeur de bande occupée. La puissance du brouilleur est donc calculée comme étant la puissance fractionnaire située dans la largeur de bande partielle qui est en intersection avec celle du signal utile.

On calcule la puissance vraie du brouilleur (dans l'hypothèse que le rapport $C/N + I$ reste constant pour un TEB donné) et l'on reporte sa variation en fonction du décalage de fréquence pour diverses valeurs de bruit thermique. L'autre courbe montre la variation théorique pour un signal uniformément réparti.

FIGURE 12
Variation du rapport C/I (dB)



La variation réelle est beaucoup plus rapide que la variation théorique. Ce résultat démontre la nécessité d'introduire un facteur de correction en fonction du décalage de fréquence, s'il convient encore d'utiliser cette méthode de calcul du brouillage.

Ce résultat a été confirmé par des mesures présentées dans une autre contribution de la France au Groupe de Rapporteurs concernant des porteuses à 8 Mbit/s.

Une contribution de l'Australie (voir le Doc. 10-11S/91 (Add.1)) examine les conséquences possibles, pour ce qui est des méthodes de calcul du brouillage, de l'utilisation dans le SRS de signaux numériques à bande étroite par satellite.

Dans le cas du brouillage numérique à bande étroite de signaux numériques à bande large, l'on estime que la méthode de modélisation du brouillage sous forme de bruit est une hypothèse rationnelle (c'est-à-dire que l'on calcule l'effet brouilleur comme le taux de superposition des largeurs de bande occupées). La même conclusion s'applique au cas inverse (brouillage large bande de signaux numériques à bande étroite) et au cas d'un brouillage numérique à bande étroite de signaux numériques à bande étroite.

Dans le cas de porteuses numériques à bande étroite brouillant d'autres porteuses numériques à bande étroite, il serait possible d'entrelacer les fréquences de ces porteuses au cours du processus de planification afin de minimiser leur brouillage mutuel. D'autres effets, en particulier le bruit d'intermodulation provenant de l'emploi de plusieurs porteuses à bande étroite dans un même répéteur, peuvent aussi nécessiter une étude.

Des études réalisées par les Etats-Unis d'Amérique confirment que le brouillage peut être modélisé comme étant assimilable à du bruit, à condition que la puissance de brouillage ne soit pas prédominante. Le Doc. 10-11S/156 indique que la sommation des puissances conduit à une estimation prudente, à condition que le rapport entre la puissance de

brouillage et la puissance de bruit, I/N , soit inférieur à -2 dB. Pour les valeurs de I/N supérieures, la sommation des puissances conduit à une sous-estimation de l'effet du brouillage. On pense que cet écart par rapport au comportement de type bruit est dû à un phénomène de glissement de cycle dans les boucles de synchronisation du récepteur. Ces observations sont fondées sur des simulations de brouillage entre porteuses MAQ-16. Pour cette étude, on a choisi des porteuses MAQ et non des porteuses MDP afin de faire un test plus strict de l'hypothèse que le brouillage numérique est de type bruit.

L'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R BO.1293 décrit une méthode de calcul de gabarits de protection pour les brouillages s'exerçant entre divers types de porteuses numériques. Cette méthode est fondée sur l'hypothèse d'un canal de satellite à fonctionnement linéaire. Dans la Recommandation UIT-R BO.1293, il est demandé de réaliser d'autres études pour quantifier les effets d'un canal à fonctionnement non linéaire.

Dans un canal de satellite à fonctionnement non linéaire, l'amplification à grande puissance du signal brouilleur entraîne une accentuation des lobes secondaires spectraux. La contribution des lobes secondaires au brouillage est négligeable lorsque le décalage de fréquence entre le signal utile et le signal brouilleur est faible mais devient très importante à mesure que le décalage de fréquence augmente.

A la réunion de mai 1999 du GTM 10-11S, la méthode de calcul de l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R BO.1293 a été révisée afin de tenir compte des effets de la transmission d'un signal numérique par un canal de satellite à fonctionnement non linéaire. Les révisions sont fondées sur des renseignements figurant dans le Doc. 10-11S/138. Les révisions de la Recommandation UIT-R BO.1293 sont données dans le Doc. 11/109 Rev.1.

La méthode de calcul révisée utilise l'algorithme de base défini dans l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R BO.1293. Elle applique cet algorithme deux fois de plus que la méthode de calcul pour un canal à fonctionnement linéaire, une fois pour le premier lobe secondaire spectral et une fois pour le second lobe secondaire spectral de la porteuse numérique brouilleuse. Le niveau de chaque lobe secondaire est ajusté afin de refléter les principales caractéristiques du canal de transmission à fonctionnement non linéaire, à savoir les caractéristiques de transfert de puissance de l'amplificateur à grande puissance, son point de fonctionnement (réduction de puissance) et l'affaiblissement des lobes secondaires dû au filtrage post-amplification à grande puissance.

La précision de la méthode de calcul révisée est détaillée dans le Doc. 10-11S/138, qui compare les résultats de calcul avec ceux obtenus par simulation pour des porteuses numériques types de diffusion. Les deux ensembles de résultats concordent relativement bien, bien que le filtrage post-amplification à grande puissance soit estimé de manière prudente dans la méthode de calcul et ce, compte tenu du fait que les caractéristiques du filtre post-amplification à grande puissance varient d'un système à l'autre. Le Doc. 10-11S/138 indique aussi des valeurs appropriées pour les paramètres d'entrée de la méthode de calcul révisée (niveaux relatifs des lobes secondaires et affaiblissement des lobes secondaires dû au filtrage post-amplification à grande puissance).

3.5 Conclusion commune sur la protection des signaux numériques

Les premiers résultats montrent que les rapports de protection dans le même canal sont proches de ceux qui sont mentionnés au § 3.3 (entre 14 et 18 dB). Une différence plus notable existe pour les rapports de protection dans les canaux adjacents.

Les niveaux de brouillage analogique ou numérique affectant des porteuses numériques utiles sont directement liés au niveau de dégradation correspondant au rapport C/N objectivement admis pour le brouillage. C'est-à-dire que, plus le rapport C/N thermique est élevé, plus le brouillage du système numérique peut être élevé par rapport à un rapport $C/(N + I)$ à respecter en tant que seuil critique.

Il est donc proposé d'établir une référence pour le niveau maximal de dégradation par brouillage des porteuses numériques, avant de fixer des valeurs de rapport de protection.

Le Groupe estime cependant que, concernant les premières valeurs de rapport de protection présentées dans les § 3.3 et 3.4 ci-dessus, un rapport de protection dans le même canal d'environ 20 dB et un rapport de protection dans les canaux adjacents d'environ 15 dB peuvent être envisagés sans difficulté car ils correspondraient à une importante concession en terme de dégradation du rapport C/N .

Le résultat obtenu à la fin des § 3.3 et 3.4 ci-dessus pour la protection de porteuses numériques montre que la différence entre le rapport de protection dans le même canal et le rapport de protection pour un décalage de fréquence donné, avec un ensemble de paramètres de modulation déterminé, ne dépend pas du niveau de dégradation autorisé pour le brouillage au rapport C/N objectif.

Pour chaque ensemble de paramètres de modulation, un seul gabarit de protection doit donc être établi à chaque niveau de dégradation (par exemple 1 dB). Le gabarit de protection associé à un niveau de dégradation différent est alors obtenu par déplacement du modèle de référence ci-dessus pour passer du rapport de protection de référence dans le même canal au nouveau rapport de protection dans le même canal, associé à ce nouveau niveau de dégradation.

4 Compatibilité entre transmissions du SRS et systèmes d'exploitation spatiale

L'Appendice S30 du RR règle l'utilisation des bandes de 11,7 à 12,5 GHz dans la Région 1 et de 11,7 à 12,2 GHz dans la Région 3 en attribuant des canaux aux administrations de ces Régions pour la radiodiffusion par satellite. Mais aucune attribution n'a été faite pour la poursuite, télémessure et télécommande (PTT) de maintenance (bien que l'Annexe 5 de l'Appendice S30 du RR spécifie des bandes de garde aux limites de ces deux bandes). Il peut donc être difficile d'utiliser ces bandes pour la PTT de maintenance (certaines difficultés pouvant être soulevées par cette mise en œuvre particulière de la fonction d'exploitation spatiale sont analysées dans le Rapport UIT-R BO.1076). Le rôle des bandes de garde indiquées dans les Plans de fréquences des Appendices S30 et S30A du RR consiste surtout à limiter le rayonnement non essentiel des systèmes du SRS afin de protéger les services utilisant les bandes de fréquences adjacentes.

Le BR a signalé au GTM 10-11S qu'en raison de l'absence de toute procédure spécifique, le Comité du Règlement des radiocommunications (RRB) avait décidé que les attributions de fréquences dans les bandes de garde des Plans devaient faire l'objet de publications anticipées. Aucun autre examen technique n'est toutefois effectué.

Le BR a également indiqué que, dans sa proposition de modification/complément des Plans, certaines administrations chevauchaient les bandes de garde des Plans en raison de l'utilisation de largeurs de bande et de fréquences centrales différentes de celles du Plan et qu'elle pouvaient donc affecter des fonctions de service des engins spatiaux (PTT) utilisant ces bandes de garde.

Entre-temps, chaque fois que le BR constate qu'une proposition de modification des Plans selon les Appendices S30 et S30A du RR comporte des attributions de fréquence qui se superposent aux bandes de garde, il inclut une note dans la Section spéciale du RR afin d'attirer l'attention des administrations susceptibles d'être affectées sur l'opportunité de présenter leurs observations dans un délai de quatre mois à compter de ces publications.

Le paragraphe ci-dessous décrit les bandes de garde actuellement définies dans les Appendices S30 et S30A du RR. Il tient compte de la possibilité d'une redéfinition (réduction de ces bandes de garde afin d'augmenter la flexibilité dans les Plans, sur la base d'une révision des hypothèses initialement utilisées pour leur définition (voir le Doc. 10-11S/57 (Add.1)) Par ailleurs, afin d'évaluer la compatibilité des émissions du SRS dans les bandes de garde des Appendices S30 et S30A du RR avec le service de l'exploitation spatiale, le Groupe a examiné les renseignements figurant dans les Rapports et Contributions mentionnés par les Rapports UIT-R BO.807, UIT-R BO.1076 ainsi que par les Docs. 10-11S/153, 10-11S/178, 10-11S/8, 10-11S/9, 10-11S/26 et 10-11S/35. Dans le § 4.3, il propose des directives à l'intention des administrations qui ont l'intention d'utiliser les bandes de garde des Appendices S30 et S30A du RR afin d'exploiter de tels services.

4.1 Bandes de garde définies dans les Appendices S30 et S30A du RR

Les bandes de garde des Plans du SRS sont définies dans le § 3.9 de l'Annexe 5 de l'Appendice S30 du RR (ou dans le § 3.1 de l'Annexe 3 de l'Appendice S30A du RR).

Les hypothèses retenues pour établir ces bandes de garde aux limites supérieure et inférieure de la bande du SRS ont été les suivantes (voir § 3.9.2 de l'Annexe 5 de l'Appendice S30 du RR): une puissance isotrope rayonnée équivalente (p.i.r.e.) maximale au centre du faisceau de satellite égale à 67 dBW pour le système SRS, un affaiblissement de filtrage de 2 dB/MHz et une p.i.r.e. de 39 dBW pour les systèmes du SFS dans les bandes de fréquences adjacentes. Il en résulte une bande de garde de 14 MHz, lorsqu'elle est possible.

TABLEAU 4

	Région	Bande de garde à la limite inférieure de la bande (MHz)	Bande de garde à la limite supérieure de la bande (MHz)
Liaison descendante à 12 GHz	1 3	14 14	11 17,88
Liaison de connexion à 14 GHz	1 et 3	11,8	11,86
Liaison de connexion à 17 GHz	1 et 3	14	11

Noter que cette définition est fondée sur la protection de services du SFS occupant les bandes de fréquences adjacentes, plutôt que sur la protection de systèmes d'exploitation spatiale, comme signalé plus haut.

4.2 Domaine d'application de la révision des bandes de garde

La CMR-95 a décidé d'envisager, pour la révision du Plan de l'Appendice S30 du RR, une réduction générale de 5 dB de la p.i.r.e. de liaison descendante (Résolution 531 (CMR-95)) pour chaque assignation dans le Plan.

En conséquence, en admettant le même affaiblissement de filtrage de 2 dB/MHz, une réduction de largeur de bande d'environ [2,5] MHz pourrait être adoptée pour les bandes de garde situées à chaque extrémité des bandes du SRS, sans aucune incidence sur les services dans les bandes de fréquences adjacentes.

Les bandes de garde résultantes deviendraient alors:

TABLEAU 5

	Région	Bande de garde à la limite inférieure de la bande	Bande de garde à la limite supérieure de la bande
Liaison descendante à 12 GHz	1 3	[11 700-11 711,5 = 11,5 MHz] [11 700-11 711,5 = 11,5 MHz]	[12 491,5-12 500 = 8,5 MHz] [12 184,62-12 200 = 15,38 MHz]
Liaison de connexion à 14 GHz	1 et 3	[14 495,7-14 505 = 9,3 MHz]	[14 790,64-14 800 = 9,36 MHz]
Liaison de connexion à 17 GHz	1 et 3	[17 300-17 311,5 = 11,5 MHz]	[18 091,5-18 100 = 8,5 MHz]

L'espacement actuel entre canaux adjacents, aussi bien sur la liaison montante que sur la liaison descendante dans les Plans du SRS pour les Régions 1 et 3 est égal à 19,18 MHz pour les canaux adjacents transpolaires et à 38,36 MHz entre deux canaux adjacents utilisant la même polarisation. Il n'est pas proposé de profiter de la possibilité de réduction de la largeur des bandes de garde, mentionnée ci-dessus, afin de modifier cet espacement entre canaux et cette largeur de bande.

Dans cet espacement entre canaux de 38,36 MHz, il est actuellement possible d'insérer des porteuses analogiques ou numériques, avec une largeur de bande nécessairement supérieure aux 27 MHz définis dans les Appendices S30 et S30A du RR. Par exemple, la plupart des modifications effectuées aux termes de l'article 4 des Appendices S30 et S30A du RR demandent des porteuses analogiques ou numériques ayant une largeur de bande nécessaire de 33 MHz, ce qui correspond mieux au meilleur compromis actuellement possible entre puissance et largeur de bande pour applications numériques. La réduction susmentionnée des bandes de garde permettrait par exemple cette flexibilité dans tous les canaux du Plan.

4.3 Protections des systèmes d'exploitation spatiale

Ce paragraphe traite de la largeur de bande nécessaire, du pourcentage de disponibilité et des critères de protection nécessaires pour isoler les systèmes d'exploitation spatiale. Il traite également de la protection des canaux de radio-diffusion à l'égard des signaux PTT adjacents.

4.3.1 Protection des signaux PTT à l'égard des porteuses du SRS

La largeur de bande de la liaison espace-Terre est généralement déterminée par des signaux de télémétrie plutôt que par des signaux de télémétrie. En ce qui concerne la liaison Terre-espace, la largeur de bande nécessaire est également déterminée, généralement, par la transmission de signaux de télémétrie. Les largeurs de bande nécessaires sont comprises entre 200 kHz et 1,6 MHz environ pour les méthodes de modulation classiques. De nouvelles méthodes de modulation, comme l'étalement du spectre, nécessiteront des largeurs de bande supérieures à 1 MHz tout en permettant une réutilisation multiple de la même bande. Des valeurs inférieures peuvent suffire si la poursuite est effectuée par interférométrie ou par mesurage de la vitesse de variation de la distance (effet Doppler mesuré sur la porteuse).

La largeur de bande de référence, dans laquelle le niveau ou rapport de protection doit être spécifié, dépend des caractéristiques des récepteurs utilisés et de leur sensibilité aux brouillages à onde entretenue, à modulation d'amplitude ou à modulation de phase avec faible indice de modulation. Les récepteurs à verrouillage de phase sont souvent utilisés; dans ce cas, la réaction du récepteur à une source de brouillage à bande étroite est caractérisée par la largeur de bande équivalente du bruit dans le circuit. Cette largeur de bande est normalement fixée à une valeur comprise entre quelques centaines de hertz et quelques kilohertz. Une valeur de 1 kHz peut donc être adoptée pour la largeur de bande de référence.

En général, le pourcentage de temps pendant lequel les liaisons d'exploitation spatiale peuvent tolérer un niveau de brouillage supérieur au niveau de protection peut être fixé à 1% par jour. Cette valeur est fondée sur l'hypothèse que l'engin spatial est équipé d'une mémoire et d'automatismes assurant sa sécurité pendant les coupures de télécommunication. Cette condition n'était pas toujours remplie autrefois mais il est considéré comme logique d'en prescrire l'observation par les futurs systèmes.

Les brouillages dont la durée va jusqu'à 15 min consécutives sont cependant intolérables au cours de certaines phases critiques prévisibles, comme celles du lancement, des manœuvres critiques d'engin ou pour des engins à durée de vie aussi courte que les fusées-sondes. Il ne serait pas rationnel de formuler des critères de protection sur la base de situations aussi exceptionnelles. Il serait préférable d'inviter les administrations concernées à effectuer des analyses spéciales sur le brouillage susceptible d'être causé et de prendre des contre-mesures temporaires et limitées à des régions spécifiques.

La puissance des émetteurs de station terrienne peut généralement être augmentée dans les limites imposées par le RR. Les récepteurs PTT embarqués ne fonctionnent donc pas toujours à leur sensibilité maximale. La protection des récepteurs de station spatiale est donc exprimée plus convenablement par des rapports que par des niveaux de protection. Pour la liaison de connexion, les principaux essais de brouillage ont été conduits en France. Avec les signaux de télévision disponibles en laboratoire, les essais ont montré que le rapport de protection suivant était nécessaire pour un signal PTT en limite de canal d'une liaison de connexion (séparation nominale des fréquences entre signal PTT et signal de liaison de connexion égale à 13,5 MHz):

$$P_{PTT} / P_{TV} \geq -27 \text{ dB}$$

où:

P_{PTT} : puissance de la porteuse du signal PTT à l'entrée du récepteur PTT de satellite

P_{TV} : puissance de la porteuse du signal de liaison de connexion à l'entrée du récepteur PTT de satellite.

Par conséquent, pour des stations spatiales assurant des fonctions d'exploitation spatiale, le rapport de la puissance du signal à la puissance brouilleuse totale ne devrait jamais descendre au-dessous de -27 dB pendant une période supérieure à 1% du temps dans un jour donné.

Pour la liaison descendante, des tentatives sont généralement faites pour minimiser la puissance nécessaire des émetteurs embarqués. Les récepteurs de station terrienne doivent donc fonctionner à la sensibilité maximale. Dans ce cas, il est sans doute préférable d'exprimer l'exigence de protection sous forme de niveau plutôt que de rapport de protection.

Au-dessus de 1 GHz, l'on considère que la température totale de bruit des stations terriennes est de 100 K ou plus ce qui, à l'entrée du récepteur, est équivalent à une densité spectrale de puissance de bruit, $kT = -208,6$ dB(W/Hz). L'on estime également que, dans la plupart des cas, une protection additionnelle d'environ 5 dB est requise à l'égard de tous les types de brouillage. Selon cette approche, la densité spectrale totale de la puissance de brouillage ne doit donc pas dépasser -214 dB(W/Hz) à l'entrée du récepteur. Par conséquent, pour des stations terriennes remplissant des fonctions d'exploitation spatiale, la puissance de brouillage totale à l'entrée du récepteur ne doit pas dépasser -184 dBW pendant plus de 1% du temps chaque jour dans toute bande de 1 kHz.

Le problème du brouillage dans la liaison descendante est cependant plus complexe que cette analyse ne le donne à penser en raison de produits d'intermodulation dans le répéteur du satellite et d'autres sources de brouillage. Provisoirement, les exigences de protection calculées pour le brouillage dans la liaison de connexion peuvent également être appliquées à la liaison descendante.

4.3.2 Protection de canaux de radiodiffusion adjacent à l'égard de signaux PTT

Les signaux PTT ne doivent jamais dégrader des transmissions de radiodiffusion. Concernant les liaisons de connexion, des essais effectués en France ont montré que le rapport de protection des canaux adjacents à l'égard de la somme des porteuses PTT brouilleuses devait être égal à 20 dB:

$$P_{TV} / (P_{PTT})_{total} \geq 20 \text{ dB}$$

où:

P_{TV} : puissance de la porteuse du signal dans le canal adjacent à l'entrée du récepteur de la charge utile

$(P_{PTT})_{total}$: puissance de la porteuse du signal PTT brouilleur à l'entrée du récepteur de la charge utile.

Cependant, en raison de la décroissance rapide de l'effet du brouillage en fonction de l'augmentation de la séparation de fréquence entre signal de radiodiffusion et signal PTT, l'on a montré que le rapport suivant était suffisant:

$$P_{TV} / P_{PTT} \geq 26 \text{ dB}$$

où P_{PTT} est la puissance d'une seule porteuse brouilleuse PTT à l'entrée du récepteur de charge utile. Des études complémentaires restent à effectuer pour confirmer cette valeur.

4.4 Aspects relatifs à l'exploitation

Une comparaison est effectuée ci-dessous entre les avantages et les inconvénients de l'utilisation, pour les fonctions d'exploitation spatiale, de bandes de fréquences de mission ou de bandes de fréquences attribuées au service d'exploitation spatiale ou d'une combinaison des deux bandes.

4.4.1 Utilisation de bandes de mission pour l'exploitation spatiale

4.4.1.1 Avantages

Comme la plupart des engins spatiaux sont équipés d'émetteurs et de récepteurs de télécommunication qui correspondent exactement à leur mission, il est généralement préférable d'utiliser les mêmes équipements pour la télémétrie, la télécommande et la poursuite de maintenance afin de diminuer le coût des équipements embarqués et terriens ainsi que pour économiser le spectre.

4.4.1.2 Inconvénients

L'expérience montre que ce mode d'exploitation n'est pas toujours le meilleur:

- lorsque des fréquences supérieures à 7 GHz sont utilisées pour les télécommunications de mission, il est souvent difficile d'assurer le diagramme de rayonnement nécessaire à bord de l'engin spatial pour garantir le maintien des liaisons en cours de lancement et au cours de phases de perte d'attitude nominale;
- dans certaines bandes de fréquences attribuées aux télécommunications de mission, les plans d'allotissement ne règlent pas spécifiquement la transmission de données d'exploitation spatiale;
- l'économie en équipement embarqué est moindre qu'il n'y paraît à première vue lorsqu'il devient nécessaire d'installer, pour les fonctions d'exploitation spatiale, un système d'antenne à couverture large en plus des antennes à rayonnement directif qui sont habituellement utilisées pour les télécommunications de mission;
- l'économie en équipement de station terrienne n'est pas non plus forcément assurée car les fonctions d'exploitation spatiale peuvent nécessiter une implantation géographique des stations différente de celle qui serait requise pour les fonctions de mission.

4.4.2 Utilisation de bandes spécifiques pour le service d'exploitation spatiale

4.4.2.1 Avantages

Compte tenu de toutes les dépenses d'équipement embarqué et non embarqué, il est parfois plus économique de constituer un réseau unique de stations terriennes pour l'exploitation spatiale. Ces stations fonctionneront avec des satellites effectuant des missions pour plusieurs services, auxquels différentes bandes de fréquences seront attribuées. Le réseau commun utilisera les fréquences spécifiquement attribuées au service d'exploitation spatiale.

4.4.2.2 Inconvénients

Les avantages d'un réseau de stations terriennes polyvalentes, utilisant des fréquences attribuées en exclusivité au service d'exploitation spatiale et travaillant avec plusieurs engins spatiaux, sont limités si certains de ces engins requièrent le fonctionnement permanent de liaisons de télémétrie, ce qui oblige à augmenter le nombre de stations terriennes et à diminuer, en particulier pour les satellites géostationnaires, l'efficacité d'utilisation des fréquences tout en augmentant les probabilités de brouillage.

4.4.3 Utilisation combinée de bandes de fréquences de mission et spécifiques

En conclusion, la meilleure solution, surtout pour les télécommunications de mission utilisant des fréquences supérieures à 8 GHz, peut consister à équiper l'engin spatial de deux systèmes de télémétrie, poursuite et commande de maintenance, l'un fonctionnant dans la bande attribuée à la mission et l'autre dans la bande de fréquences qui est la plus appropriée aux opérations spatiales, c'est-à-dire dans la bande de 1 à 8 GHz. Le premier système sera plutôt utilisé dans les phases de routine et pourra être mis en fonctionnement par des stations terriennes de télécommunication de mission ou par une station terrienne spécialisée. Le second système sera utilisé pendant la phase de lancement et au cours d'autres phases critiques, sans surcharger exagérément le réseau de stations terriennes polyvalentes. Le coût additionnel de l'équipement embarqué est inférieur à ce qu'il pourrait sembler à première vue parce que le codeur de télémétrie et le décodeur de télécommande n'ont pas à être doublés et parce que les antennes embarquées devront de toute façon être doublées afin d'assurer la couverture nécessaire au cours des phases critiques. Le coût additionnel de l'équipement au sol sera partagé entre les systèmes utilisateurs. Pour compenser ces investissements supplémentaires, cette solution offrira la plus grande fiabilité et flexibilité opérationnelle à toutes les phases de la mission sans entraîner d'augmentation notable des frais d'exploitation.

5 Brouillage entre transmissions du SFS et assignations du SRS

5.1 Brouillage causé par des transmissions du SFS à des assignations du SRS

Lorsque des assignations du SRS sont utilisées pour des transmissions du SFS, l'on suppose que ces assignations ne peuvent pas provoquer plus de brouillage que des transmissions du SRS fonctionnant conformément au Plan. Le présent paragraphe présente les limites des niveaux de puissance de transmissions du SFS par rapport aux transmissions du SRS (analogiques ou numériques) afin de satisfaire à ce critère.

Les possibilités de brouillage sont représentées dans le Tableau 6 ci-dessous (voir aussi le Doc. 10-11S/45). Ce tableau ne couvre que les cas du brouillage dans le même canal et dans les canaux adjacents. Pour d'autres espacements de fréquence et pour les éventuels types de porteuse différents, il conviendra de reporter dans ce tableau les travaux en cours sur les gabarits de rapport de protection.

Dans le Tableau 6, l'on part du principe que l'inscription du plan SRS a été conçue pour un signal analogique de TV-MF ou numérique de TV (colonnes 2 et 3). La colonne 1 indique l'utilisation en SFS à laquelle un tel canal est destiné.

Dans le cas d'un brouillage dans le même canal, la prescription que la transmission du SFS ne provoque pas plus de brouillage qu'une transmission du SRS sera satisfaite si la puissance brouilleuse du SFS est inférieure ou égale à la puissance du SRS.

Dans le cas d'un brouillage dans les canaux adjacents, le § 3.1 traite de l'utilisation d'un signal numérique au lieu d'un signal analogique. Si l'on utilise la même approche pour les signaux numériques du SFS:

$$P_{SFS} \leq P_{SRS} - \Delta - 10 \log (b/B) + K \quad \text{dBW}$$

où:

B : largeur de bande de la porteuse TV analogique

b : largeur de bande du spectre superposé

K : facteur de correction numérique/analogique (voir le § 3.1)

Δ : différence entre rapports de protection dans le même canal et dans les canaux adjacents (= 8 dB).

Pour les systèmes numériques à large bande fixée à 27 MHz:

$$B = 27 \text{ MHz} \quad b = 7,82 \text{ MHz}$$

$$P_{SFS} \leq P_{SRS} - 2,6 + K \quad \text{dBW}$$

Pour les systèmes numériques à bande étroite, chacune des n porteuses contenues dans le spectre superposé permet la même valeur de brouillage, ce qui donne:

$$P_{SFS} \leq P_{SRS} - 8 - 10 \log n + K \quad \text{dBW}$$

Les résultats sont résumés dans le tableau ci-après.

TABLEAU 6

Puissance de brouillage SFS équivalente admissible

Utilisation du SFS ⁽¹⁾		Inscription analogique du SRS	Inscription numérique du SRS
TV-MF analogique	Même canal	$P_{SFS} \leq P_{SRS}$	$P_{SFS} \leq P_{SRS}$
	Canal adjacent	$P_{SFS} \leq P_{SRS}$	$P_{SFS} \leq P_{SRS}$
Numérique large bande TV numérique	Même canal	$P_{SFS} \leq P_{SRS}$	$P_{SFS} \leq P_{SRS}$
	Canal adjacent	$P_{SFS} \leq P_{SRS} - 2,6 + K^{(2)}$	$P_{SFS} \leq P_{SRS}$
Numérique bande étroite ⁽³⁾	Même canal	$P_{SFS} + 10 \log N \leq P_{SRS}$	$P_{SFS} + 10 \log N \leq P_{SRS}$
	Canal adjacent	$P_{SFS} + 10 \log n \leq P_{SRS} - 8 + K^{(2)}$	$P_{SFS} + 10 \log n \leq P_{SRS}$

(1) Les cas de brouillage dans le même canal et dans les canaux adjacents sont indiqués. D'autres valeurs de décalage de fréquence appellent un complément d'étude.

(2) La valeur de K est étudiée au § 3.1 et est comprise entre 3 et 4 dB.

(3) N : Nombre de porteuses à bande étroite remplaçant la porteuse TV du SRS.

n : Nombre de canaux à bande étroite du SFS dans les bandes superposées.

5.2 Brouillage causé par des transmissions du Plan SRS à des signaux du SFS

Les informations contenues dans le présent paragraphe visent à permettre l'évaluation des brouillages issus d'émissions du SRS vers des signaux du SFS, compte tenu de l'éventuelle application d'une disposition du type du numéro S5.492* du RR aux Régions 1 et 3 ainsi que des numéros S5.510 et S5.516* du RR.

La Recommandation UIT-R S.741 indique les critères de protection contre les brouillages dus à une source unique pour des signaux typiques du SFS. Les brouillages dus aux émissions du SRS sont rappelés ci-dessous compte tenu du fait que les porteuses analogiques de TV utilisent la dispersion d'énergie et que le brouillage dû aux signaux numériques de TV est à caractère de bruit.

Un document issu d'INTELSAT fait toutefois remarquer que le brouillage causé aux systèmes du SFS notifiés comme utilisant des canaux du SRS est déterminé par la valeur du brouillage SRS admissible provenant de systèmes SRS voisins (voir le Doc. 10-11S/45). Par conséquent, bien que les niveaux de brouillage acceptable soient déterminés conformément aux Recommandations UIT-R pour des types de signal spécifiques, on ne peut pas exiger une protection contre les brouillages supérieure à celle qui est prévue pour les émissions analogiques ou numériques du SRS. C'est donc à l'utilisateur du SFS d'adapter son exploitation en conséquence.

* *Note du Secrétariat*: les numéros S5.492, S5.510 et S5.516 du RR (édition de 1998), actuellement en vigueur, ont remplacé respectivement les numéros 846, 863 et 869 du RR (édition de 1994).

TABLEAU 7

Porteuse du SFS	Recommandation UIT-R	Type de brouillage	Critères de protection ⁽¹⁾	Valeur type (dB)
MRF-MF MRFC-MF	S.466	Tout	800 pW0p	–
TV-MF ⁽²⁾	S.483	Bruit	$C/N + 14$ (dB)	28
Numérique	S.523, S.735	Bruit	$C/N + 12,2$ (dB)	26,2
SCPC-MF		Bruit	$C/N + 12,2$ (dB)	26,2
SCPC-MF	S.671	TV-MF-DE	$13,5 + 2 \log \delta - 3 \log (i/10)$ (dB)	12 ⁽³⁾
Numérique bande étroite – avec codage – sans codage	S.671	TV-MF-DE	$C/N + 9,4 + 3,5 \log \delta - 6 \log (i/10)$ (dB) $C/N + 6,4 + 3 \log \delta - 8 \log (i/10)$ (dB)	16,0 ⁽³⁾ 16,9 ⁽³⁾

⁽¹⁾ Le rapport C/N est une valeur par temps clair, δ est le rapport de la largeur de bande utile à la largeur de bande en dispersion d'énergie; i est le pourcentage de puissance brouilleuse en prédémodulation, admissible par rapport à la puissance totale de bruit.

⁽²⁾ Le brouillage de signaux analogiques de TV afin de mettre au point un gabarit de protection constitue le sujet d'un projet de nouveau Rapport (Doc. 4A/TEMP/39) rendant compte des résultats de récents essais conduits par INTELSAT, SES et EUTELSAT sur les brouillages dus à diverses émissions du SFS comme les porteuses en MRF-MF, TV-MF et IDR. L'on notera particulièrement ici les résultats concernant le brouillage causé par des porteuses TV du SRS à des porteuses TV du SFS, dont certains ont été décrits dans les § 3.2 et 3.3 ci-dessus. Ces travaux ont abouti à un avant-projet de modification de la Recommandation UIT-R S.483, indiquant un gabarit de protection à utiliser lorsque le brouilleur est un autre signal TV-MF (voir le Doc. 4A/TEMP/36).

⁽³⁾ $C/N = 12$ dB (sans codage), 9 dB (avec codage), $\delta = 50$ kHz/600 kHz, $i = 6$.

6 Evolutions possible des rapports de protection existants pour utilisation dans les futurs Plans du SRS

Concernant la protection des porteuses analogiques normalisées et non normalisées, les résultats préliminaires qui ont été obtenus par certains participants au Groupe semblent indiquer que le rapport de protection de 31 dB dans le même canal selon l'Appendice S30 du RR pour les Régions 1 et 3 ne reflète pas le niveau de protection requis dans le même canal. D'autre part, le rapport de protection de 15 dB dans les canaux adjacents selon l'Appendice S30 du RR pour les Régions 1 et 3 semble être plus près du niveau de protection requis dans les canaux adjacents.

Concernant le rapport de protection dans les canaux adjacents, l'Appendice S30 du RR a été établi avec un rapport C/N infini et un niveau de qualité d'image de 4,8, ce qui ne reflète pas les conditions existantes des liaisons de transmission.

Une valeur inférieure semble donc plus appropriée pour ce rapport de protection dans les canaux adjacents.

Les rapports de protection de l'Appendice S30 du RR pourraient cependant devoir être conservés pour certaines situations de brouillage spécifiques, comme le brouillage de signaux TVHD analogiques par des signaux de TV analogiques.

Concernant la protection des porteuses numériques, le seuil critique dû à la modulation et aux algorithmes de codage de voie utilisés actuellement doit être pris en considération afin d'éviter une interruption de service. Cette situation est totalement nouvelle étant donné que la protection des porteuses analogiques n'a pas été limitée par ce seuil critique.

Des études complémentaires sont nécessaires pour répondre à ces questions fondamentales avant qu'un nouveau Plan soit discuté.