

## RECOMMANDATION UIT-R BS.1615

**«Paramètres de planification» pour la radiodiffusion sonore numérique  
aux fréquences inférieures à 30 MHz**

(Question UIT-R 223/10)

(2003)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que l'UIT-R mène des études urgentes sur la mise en oeuvre d'émissions de radiodiffusion numérique dans les bandes attribuées au service de radiodiffusion au-dessous de 30 MHz;
- b) la Recommandation UIT-R BS.1514 décrivant un système numérique pour la radiodiffusion dans les bandes au-dessous de 30 MHz;
- c) qu'aucune valeur n'a été incluse dans la Recommandation mentionnée au point b) du *considérant* concernant les rapports de protection RF qu'il convient d'appliquer pour toutes les combinaisons appropriées d'émissions analogiques ou numériques utiles ou brouilleuses;
- d) qu'aucune valeur n'a été incluse dans la Recommandation mentionnée au point b) du *considérant* concernant le champ minimal utilisable pour les émissions numériques utiles;
- e) que les émissions analogiques continueront à être utilisées dans les bandes d'ondes kilométriques, hectométriques et décamétriques pendant un certain temps;
- f) que la mise à disposition d'ensembles cohérents de «paramètres de planification» facilitera la mise en place d'émissions numériques dans ces bandes,

*recommande*

- 1 d'utiliser les valeurs applicables de champ minimal utilisable<sup>1</sup> comme lignes directrices pour la mise en place de services de radiodiffusion numérique dans les bandes au-dessous de 30 MHz;
- 2 que les valeurs des rapports de protection RF<sup>2</sup> contenues dans les Annexes 2 et 3 de la présente Recommandation puissent être utilisées comme lignes directrices pour la mise en place de services de radiodiffusion numérique dans les bandes indiquées au point 1 du *recommande*,

*invite l'UIT-R*

- 1 à élaborer un logiciel approprié relatif à la mise en oeuvre de systèmes de radiodiffusion numérique dans les bandes d'ondes kilométriques, hectométriques et décamétriques attribuées à la radiodiffusion, compte tenu des «paramètres de planification» contenus dans les Annexes de la présente Recommandation, et à participer activement à ce développement.

---

<sup>1</sup> Les valeurs de champ minimal utilisable contenues dans l'Annexe 1 relatives aux bandes attribuées à la radiodiffusion dans les zones tropicales constituent une première approximation et des essais sur le terrain seront nécessaires pour vérifier ces valeurs.

<sup>2</sup> Les paramètres donnés dans cette Recommandation pour la radiodiffusion en ondes kilométriques et hectométriques doivent être approuvés par une Conférence des radiocommunications compétente. Cependant, jusqu'à ce qu'une telle Conférence se réunisse, ces paramètres peuvent être utilisés, à titre provisoire, afin de permettre l'introduction de systèmes de radiodiffusion numérique sur une base expérimentale.

## Annexe 1

### Valeurs de champ minimal utilisable pour la radiodiffusion sonore numérique (DSB, *digital sound broadcasting*) (système *Digital Radio Mondiale* (DRM)) aux fréquences inférieures à 30 MHz

#### 1 Introduction

Les informations relatives au champ minimal utilisable contenues dans la présente Annexe découlent de mesures faites au moyen du système DRM. La procédure donnée à l'Appendice 1 à la présente Annexe permet de déterminer les valeurs du champ minimal utilisable sur la base du rapport  $S/N$ . L'influence des divers paramètres du système ainsi que des conditions de propagation dans les différentes bandes de fréquences a été prise en considération au cours de l'évaluation des valeurs de  $S/N$ .

#### 2 Paramètres d'émission applicables

##### 2.1 Modes de fiabilité du système DRM

Dans la spécification du système DRM, quatre modes de fiabilité avec différents paramètres (nombre de sous-porteuses et espacement entre elles, longueur du symbole utile et de l'intervalle de garde, etc.) pour le système de transmission avec multiplexage par répartition en fréquence orthogonale (MRFO) sont définis pour les diverses conditions de propagation dans les bandes d'ondes kilométriques, hectométriques et décamétriques (voir le Tableau 1).

TABLEAU 1  
Modes de fiabilité du système DRM

Mode de fiabilité	Conditions de propagation types	Bandes de fréquences préférées
A	Canaux par onde de sol, avec évanouissements légers	Ondes kilométriques, ondes hectométriques
B	Canaux sélectifs en temps et en fréquence, avec étalement plus large des temps de transmission	Ondes hectométriques, ondes décamétriques
C	Comme pour le mode fiabilité B, mais avec un étalement Doppler plus large	Ondes décamétriques uniquement
D	Comme pour le mode fiabilité B, mais de forts étalements des temps de transmission et Doppler	Ondes décamétriques uniquement

##### 2.2 Types d'occupation spectrale

Pour chaque mode de fiabilité, la largeur de bande occupée par le signal peut varier en fonction de la bande de fréquences et de l'application souhaitée. Les types d'occupation spectrale spécifiés sont indiqués dans le Tableau 2.

TABLEAU 2

**Largeurs de bande (kHz) pour diverses combinaisons  
avec le mode de fiabilité du système DRM**

Mode de fiabilité	Type d'occupation spectrale			
	0	1	2	3
A	4,208	4,708	8,542	9,542
B	4,266	4,828	8,578	9,703
C	–	–	–	9,477
D	–	–	–	9,536
Largeur de bande nominale (kHz)	4,5	5	9	10

Les largeurs de bande données à la dernière ligne du Tableau 2 sont les largeurs de bande nominales correspondant à chacun des types d'occupation spectrale du signal DRM et les valeurs données aux lignes A à D correspondent aux largeurs de bande exactes du signal pour les différentes combinaisons avec le mode de fiabilité.

### 2.3 Modulation et niveaux de protection

Les services audio sont transmis dans le canal de service principal (MSC, *main service channel*) du multiplex DRM. Pour tous les modes de fiabilité, deux systèmes de modulation différents (MAQ-16 ou MAQ-64) sont définis pour le canal MSC, qui peuvent être utilisés en combinaison avec un niveau de protection parmi deux (MAQ-16) ou quatre (MAQ-64).

Chaque niveau de protection est caractérisé par un ensemble de paramètres spécifique pour les deux (MAQ-16) ou trois (MAQ-64) codeurs convolutifs, conduisant à un certain taux de codage moyen pour l'ensemble du processus de codage multi-niveau dans le modulateur. Concernant la MAQ-16, les niveaux de protection 0 et 1 correspondent respectivement à des taux de codage moyens de 0,5 et 0,62. Concernant la MAQ-64, les niveaux de protection 0 à 3 correspondent respectivement à des taux de codage moyens de 0,5, 0,6, 0,71 et 0,78.

## 3 Calcul du champ minimal utilisable

Pour que la qualité d'un service audionumérique DRM soit suffisante, un TEB d'environ  $1 \times 10^{-4}$  est nécessaire. Pour cela, le rapport  $S/N$  requis à l'entrée du récepteur dépend non seulement des paramètres du système, mais aussi des conditions de propagation des ondes dans les différentes bandes de fréquences. Pour plus de détails, on se reportera aux Appendices 2 et 3 à la présente Annexe.

A partir des valeurs du rapport  $S/N$ , on peut calculer le champ minimal utilisable en appliquant la procédure proposée dans l'Appendice 1 à la présente Annexe. Les valeurs résultantes figurent dans les Tableaux 3 à 6 ci-dessous. Concernant les bandes d'ondes kilométriques et hectométriques (Tableaux 3 à 5), seuls sont donnés les résultats associés au mode de fiabilité A du système DRM. S'il est envisagé d'utiliser l'un des autres modes de fiabilité dans ces bandes, il est possible de calculer les valeurs correspondantes du champ à partir des valeurs du rapport  $S/N$  correspondant à ces modes, données dans l'Appendice 2 à la présente Annexe.

TABLEAU 3

**Champ minimal utilisable (dB( $\mu$ V/m)) pour obtenir un TEB de  $1 \times 10^{-4}$  pour le mode de fiabilité A du système DRM avec les types d'occupation spectrale 0 et 2 (4,5 et 9 kHz), en fonction du système de modulation et du niveau de protection, pour les ondes kilométriques (propagation de l'onde de sol)**

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Mode de fiabilité/type d'occupation spectrale	
			A/0 (4,5 kHz)	A/2 (9 kHz)
MAQ-16	0	0,5	39,3	39,1
	1	0,62	41,4	41,2
MAQ-64	0	0,5	44,8	44,6
	1	0,6	46,3	45,8
	2	0,71	48,0	47,6
	3	0,78	49,7	49,2

TABLEAU 4

**Champ minimal utilisable (dB( $\mu$ V/m)) pour obtenir un TEB de  $1 \times 10^{-4}$  pour le mode de fiabilité A du système DRM avec les différents types d'occupation spectrale, en fonction du niveau de protection et du système de modulation, pour les ondes hectométriques (propagation de l'onde de sol)**

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Mode de fiabilité/type d'occupation spectrale	
			A/0 (4,5 kHz), A/1 (5 kHz)	A/2 (9 kHz), A/3 (10 kHz)
MAQ-16	0	0,5	33,3	33,1
	1	0,62	35,4	35,2
MAQ-64	0	0,5	38,8	38,6
	1	0,6	40,3	39,8
	2	0,71	42,0	41,6
	3	0,78	43,7	43,2

TABLEAU 5

**Champ minimal utilisable (dB( $\mu$ V/m)) pour obtenir un TEB de  $1 \times 10^{-4}$  pour le mode de fiabilité A du système DRM avec les différents types d'occupation spectrale, en fonction du niveau de protection et du système de modulation, pour les ondes hectométriques (propagation de l'onde de sol et de l'onde ionosphérique)**

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Mode de fiabilité/type d'occupation spectrale	
			A/0 (4,5 kHz), A/1 (5 kHz)	A/2 (9 kHz), A/3 (10 kHz)
MAQ-16	0	0,5	34,3	33,9
	1	0,62	37,2	37,0
MAQ-64	0	0,5	39,7	39,4
	1	0,6	41,1	40,8
	2	0,71	44,2	43,7
	3	0,78	47,4	46,5

TABLEAU 6

**Intervalle de valeurs de champ minimal utilisable (dB( $\mu$ V/m)) pour obtenir un TEB de  $1 \times 10^{-4}$  pour le mode de fiabilité B du système DRM avec les types d'occupation spectrale 1 et 3 (5 et 10 kHz), en fonction du niveau de protection et du système de modulation, pour les ondes décimétriques**

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Mode de fiabilité/type d'occupation spectrale	
			B/1 (5 kHz)	B/3 (10 kHz)
MAQ-16	0	0,5	19,2-22,8	19,1-22,5
	1	0,62	22,5-25,6	22,2-25,3
MAQ-64	0	0,5	25,1-28,3	24,6-27,8
	1	0,6	27,7-30,4	27,2-29,9

NOTE 1 – Les dérivés des valeurs données aux Tableaux 3 à 6 sont déterminées sur la base du niveau de bruit intrinsèque d'un récepteur numérique figurant à la dernière ligne du Tableau de l'Appendice 1 à la présente Annexe. Toutefois, lorsque l'effet du bruit externe est supérieur à celui du bruit intrinsèque du récepteur, il convient de remplacer la valeur du bruit intrinsèque donnée à l'Appendice 1 à la présente Annexe par la valeur du bruit externe. Les valeurs de champ minimal utilisables données aux Tableaux 3 à 6 peuvent alors être adaptées conformément à la procédure décrite dans l'Appendice 1 à la présente Annexe.

Jusqu'à maintenant, il n'a pas été tenu compte, dans le calcul du champ, des éventuelles modifications apportées à la conception des antennes et de leur intégration dans des récepteurs modernes (voir aussi l'Appendice 1 à la présente Annexe).

Le Tableau 6 donne l'intervalle de valeurs de champ minimal utilisable nécessaire pour obtenir la valeur cible de TEB sur les canaux en ondes décimétriques utilisant le mode de fiabilité B. Cet intervalle donne une idée de l'étalement des résultats dû à la variabilité des conditions de propagation (pour plus de détails sur l'évaluation de la qualité de fonctionnement du système, voir l'Appendice 2 à la présente Annexe). Concernant les bandes d'ondes kilométriques et hectométriques, les valeurs du champ pour les autres modes de fiabilité peuvent être calculées avec les valeurs du rapport  $S/N$  données à l'Appendice 2 à la présente Annexe. Seul le mode A n'est pas applicable aux émissions en ondes décimétriques en raison du manque de fiabilité associé aux paramètres MRFO (longueur de l'intervalle de garde et espacement fréquentiel entre les sous-porteuses).

Contrairement aux Tableaux 3 à 5, les résultats concernant les niveaux de protection 2 et 3 en combinaison avec la MAQ-64 ne sont pas inclus dans le Tableau 6 pour les bandes d'ondes décimétriques, en raison de l'occurrence de planchers d'erreurs binaires même pour des valeurs élevées du rapport  $S/N$ , du fait de la faible protection contre les erreurs. Par conséquent, ces niveaux de protection ne sont pas recommandés dans le cas de la transmission en ondes décimétriques sur des canaux présentant un comportement fortement sélectif en temps et/ou en fréquence (voir les Appendices 2 et 3 à la présente Annexe).

#### 4 Autres remarques

Lors d'essais sur le terrain concernant le système DRM, il a par ailleurs été reconnu que la profondeur des évanouissements était nettement inférieure dans le cas d'un signal MRFO à large bande numérique par rapport au cas d'une émission en modulation d'amplitude (MA) analogique (principalement la porteuse) dans les mêmes conditions de propagation. Il faut en tenir compte soit dans les algorithmes de prévision du champ médian (Recommandation UIT-R P.533) soit pour le calcul de la fiabilité de transmission (Recommandation UIT-R P.842) en modifiant les marges

correspondantes relatives aux évanouissements. Par ailleurs, la Recommandation UIT-R P.842 – Calcul de la fiabilité et de la compatibilité des systèmes radioélectriques en ondes décamétriques, repose sur des hypothèses simplificatrices qui ont peu de chances de s'appliquer à une modulation numérique spécifique.

## Appendice 1 à l'Annexe 1

### Procédure à suivre pour évaluer le champ minimal utilisable

1 Réception par des récepteurs utilisant des antennes intégrées, comme défini dans la Recommandation UIT-R BS.703 – Caractéristiques de récepteurs de référence de radiodiffusion sonore à modulation d'amplitude à des fins de planification.

#### 2 Sensibilité des récepteurs

		Double bande latérale (DBL) (MA)		Numérique		
1	Qualité de réception requise	Rapport $S/N$ en audiofréquence: 26 dB avec une modulation de 30% (-10,5 dB) (Recommandation UIT-R BS.703)		TEB = $1 \times 10^{-4}$		
2	$C/N$ requis pour la qualité ci-dessus (dB)	26 + 10,5 = 36,5		$x$		
3	Largeur de bande FI du récepteur (kHz)	8		10 (bruit intrinsèque du récepteur supérieur de 1 dB par rapport au cas du récepteur DBL)		
4	Sensibilité du récepteur pour le rapport $C/N$ ci-dessus (dB( $\mu V/m$ ))	Ondes kilométriques	66	Requis dans la Recommandation UIT-R BS.703	$30,5 + x$	(x dB au-dessus du bruit intrinsèque du récepteur)
		Ondes hectométriques	60		$24,5 + x$	
		Ondes décamétriques	40		$4,5 + x$	
5	Bruit intrinsèque du récepteur par rapport au champ, pour la sensibilité ci-dessus (dB( $\mu V/m$ ))	Ondes kilométriques	29,5	(36,5 dB ( $C/N$ ) au-dessous de la sensibilité)	30,5	(Valeur supérieure de 1 dB par rapport au cas du récepteur DBL)
		Ondes hectométriques	23,5		24,5	
		Ondes décamétriques	3,5 <sup>(1)</sup>		4,5	

<sup>(1)</sup> Cette valeur, 3,5 dB( $\mu V/m$ ), figure également dans l'Annexe 4 de la Recommandation UIT-R BS.560.

NOTE 1 – Dans le cas du récepteur numérique, il convient d'utiliser l'expression  $S/N$  et non l'expression  $C/N$  qui est utilisée dans le cas du récepteur analogique DBL.

NOTE 2 – On peut calculer que le bruit intrinsèque du récepteur DBL de référence est inférieur de 36,5 dB à la sensibilité.

NOTE 3 – On évalue que le bruit intrinsèque du récepteur numérique de référence est supérieur d'environ 1 dB à celui du récepteur DBL en raison de la différence de largeur de bande FI. On calcule par ailleurs que la sensibilité du récepteur numérique de référence pour un rapport  $S/N$  de  $x$  dB est supérieure de  $x$  dB à son bruit intrinsèque. La valeur  $x$  est tirée du Tableau 8.

NOTE 4 – L'augmentation de l'affaiblissement dû à l'antenne pour tout récepteur qui utilise une antenne intégrée de petites dimensions entraîne une augmentation directe du bruit intrinsèque du récepteur par rapport au champ. Il convient d'en tenir compte.

### 3 Autres facteurs à prendre en considération

Il faut tenir compte du niveau de bruit externe (augmentation du bruit artificiel) et de la nature impulsive d'une partie du bruit externe. La Recommandation UIT-R P.372, qui traite du bruit radioélectrique, contient notamment des informations sur le bruit impulsif et donne des indications sur les niveaux de bruit rencontrés par un système numérique. Les effets intégrés des orages distants y sont par ailleurs pris en considération et les caractéristiques statistiques de la fonction de densité de probabilité d'amplitude y sont modélisées. La Recommandation UIT-R P.372 contient la méthode à suivre pour appliquer les informations appropriées.

## Appendice 2 à l'Annexe 1

### Rapports $S/N$ requis pour la réception de signaux DRM

#### 1 Introduction

Dans la Recommandation UIT-R BS.1514, l'utilisation du système DRM a été recommandée pour la DSB dans les bandes attribuées à la radiodiffusion au-dessous de 30 MHz. Pour que la qualité de service soit suffisante dans le cas d'un programme audionumérique transmis par ce système, un TEB d'environ  $1 \times 10^{-4}$  est nécessaire. Dans ce qui suit, on donne des valeurs de rapport  $S/N$  requises pour pouvoir obtenir ce TEB dans des conditions de propagation types dans les bandes de fréquences considérées. Les valeurs découlent de tests réalisés au moyen de récepteurs élaborés récemment sur la base de la spécification actuelle du système DRM (norme TS 101 980 (V1.1.1)) publiée en septembre 2001 par l'Institut européen des normes de télécommunication (ETSI). A partir de ces valeurs de rapport  $S/N$ , on peut calculer les valeurs correspondantes du champ minimal utilisable en appliquant la procédure proposée dans l'Appendice 1 à l'Annexe 1.

#### 2 Valeurs du rapport $S/N$ pour les bandes d'ondes kilométriques/hectométriques

L'Appendice 3 à l'Annexe 1 contient une description détaillée de modèles de canaux de transmission utilisés pour évaluer la qualité de fonctionnement du système. Le modèle de canal N° 1 représente le comportement typique d'un canal de transmission avec propagation diurne de l'onde de sol dans les bandes d'ondes kilométriques et hectométriques. Le Tableau 7 donne le rapport  $S/N$  requis pour les différents modes de fiabilité et leur type d'occupation spectrale typique (2 pour le mode A, à savoir une largeur de bande nominale de canal de 9 kHz, et 3, à savoir 10 kHz, pour les autres) pour pouvoir obtenir un TEB de  $1 \times 10^{-4}$  sur ce canal.

TABLEAU 7

**Rapports  $S/N$  (dB) pour obtenir un TEB de  $1 \times 10^{-4}$  pour tous les modes de fiabilité du système DRM avec le type d'occupation spectrale 2 ou 3 (9 ou 10 kHz), en fonction du système de modulation et du niveau de protection, pour le modèle de canal N° 1**

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Mode de fiabilité/type d'occupation spectrale			
			A/2 (9 kHz)	B/3 (10 kHz)	C/3 (10 kHz)	D/3 (10 kHz)
MAQ-16	0	0,5	8,6	9,3	9,6	10,2
	1	0,62	10,7	11,3	11,6	12,1
MAQ-64	0	0,5	14,1	14,7	15,1	15,9
	1	0,6	15,3	15,9	16,3	17,2
	2	0,71	17,1	17,7	18,1	19,1
	3	0,78	18,7	19,3	19,7	21,4

Concernant les transmissions réelles fondées sur une propagation de l'onde de sol, seule l'utilisation du mode de fiabilité A est recommandée en raison du débit binaire supérieur qu'il est possible d'obtenir pour le service. Les valeurs associées aux autres modes figurent dans le Tableau 7 uniquement à titre de référence. La dégradation de la qualité en termes de rapport  $S/N$  par comparaison avec la qualité obtenue avec le mode A peut s'expliquer par le fait que le rapport entre le nombre de sous-porteuses de données et le nombre de sous-porteuses pilotes varie d'un mode à l'autre. Plus la fiabilité est grande, plus le nombre de sous-porteuses pilotes, dont la puissance est amplifiée par rapport aux sous-porteuses de données, est grand et, par conséquent, plus la puissance moyenne utilisable des sous-porteuses de données restantes est faible.

En ce qui concerne les applications de diffusion simultanée dans une largeur de bande nominale de canal de 9 ou 10 kHz, les types d'occupation spectrale 0 et 1 du système DRM conviennent. Ce type d'application n'est fourni qu'avec les modes de fiabilité A et B. Les valeurs correspondantes du rapport  $S/N$  pour le modèle de canal N° 1 figurent au Tableau 8.

TABLEAU 8

**Rapports  $S/N$  (dB) pour obtenir un TEB de  $1 \times 10^{-4}$  pour les modes de fiabilité A et B du système DRM avec le type d'occupation spectrale 0 ou 1 (4,5 ou 5 kHz), en fonction du système de modulation et du niveau de protection, pour le modèle de canal N° 1**

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Mode de fiabilité/type d'occupation spectrale	
			A/0 (4,5 kHz)	B/1 (5 kHz)
MAQ-16	0	0,5	8,8	9,5
	1	0,62	10,9	11,5
MAQ-64	0	0,5	14,3	14,9
	1	0,6	15,8	16,2
	2	0,71	17,5	17,9
	3	0,78	19,2	19,5

S'agissant de l'application du mode de fiabilité A avec le type d'occupation spectrale 1 ou 3 et de l'application du mode B avec le type d'occupation spectrale 0 ou 2, les valeurs du rapport  $S/N$  données aux Tableaux 7 et 8 sont également recommandées, car les différences en termes de qualité sont inférieures à 0,1 dB.

Contrairement au modèle de canal N° 1, le modèle de canal N° 2 représente un modèle de propagation nocturne dans les bandes d'ondes hectométriques, comprenant une onde ionosphérique différée en plus de l'onde de sol. Le rapport  $S/N$  requis pour ce modèle de canal est donné au Tableau 9, dans lequel ne figurent que les résultats associés aux modes de fiabilité A et B (également pour les types d'occupation spectrale les plus petits).

TABLEAU 9

**Rapports  $S/N$  (dB) pour obtenir un TEB de  $1 \times 10^{-4}$  pour les modes de fiabilité A et B du système DRM avec différents types d'occupation spectrale, en fonction du système de modulation et du niveau de protection, pour le modèle de canal N° 2**

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Mode de fiabilité/type d'occupation spectrale			
			A/0 (4,5 kHz)	A/2 (9 kHz)	B/1 (5 kHz)	B/3 (10 kHz)
MAQ-16	0	0,5	9,8	9,4	10,3	10,2
	1	0,62	12,7	12,5	13,2	13,1
MAQ-64	0	0,5	15,2	14,9	15,8	15,6
	1	0,6	16,6	16,3	17,3	16,9
	2	0,71	19,7	19,2	20,4	19,7
	3	0,78	22,9	22,0	22,8	22,3

Par rapport au cas d'une propagation pure de l'onde de sol, la qualité de fonctionnement du système est dégradée en raison de la plus grande sélectivité en fréquence et surtout de la sélectivité en temps variant lentement due à l'onde ionosphérique. Les valeurs indiquent par ailleurs une corrélation entre le taux de codage du canal et la dégradation du rapport  $S/N$ , à savoir plus le taux de codage est élevé, plus la dégradation est grande. Mais, pour interpréter correctement les résultats, il faut considérer que, dans l'hypothèse d'une même puissance de bruit que dans le cas d'une propagation pure de l'onde de sol, la puissance supplémentaire de l'onde ionosphérique entraînerait un gain d'environ 1 dB pour ce qui est de la puissance du signal reçu, autrement dit la dégradation résultante dans ce cas est minime, au moins pour une protection contre les erreurs suffisamment forte (niveaux de protection 0 et 1).

### 3 Valeurs du rapport $S/N$ pour les bandes d'ondes décimétriques

Les Tableaux 10 à 13 contiennent les valeurs du rapport  $S/N$  pour les trois modes de fiabilité convenant pour les émissions en ondes décimétriques, pour les modèles de canal N° 3 à 6. Le mode A ne peut pas être appliqué dans les bandes d'ondes décimétriques en raison du manque de fiabilité associé aux paramètres MRFO (longueur de l'intervalle de garde et espacement fréquentiel entre les sous-porteuses). Dans le cas du mode B, les résultats sont donnés pour deux types d'occupation spectrale: 1 et 3. Seul le mode de fiabilité D s'applique également aux canaux pour lesquels l'étalement des temps de transmission et l'étalement Doppler sont extrêmement larges comme défini avec le modèle de canal N° 6, qui constitue un exemple type pour la propagation de l'onde ionosphérique à incidence quasi verticale dans les zones tropicales.

TABLEAU 10

**Rapports  $S/N$  (dB) pour obtenir un TEB de  $1 \times 10^{-4}$  pour le mode de fiabilité B du système DRM avec le type d'occupation spectrale 1, en fonction du système de modulation et du niveau de protection, pour les modèles de canal N° 3 à 6**

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Modèle de canal N°			
			3	4	5	6
MAQ-16	0	0,5	18,3	16,2	14,7	–
	1	0,62	21,1	19,3	18,0	–
MAQ-64	0	0,5	23,8	21,5	20,6	–
	1	0,6	25,9	23,7	23,2	–
	2	0,71	29,0 <sup>(1)</sup>	27,0 <sup>(1)</sup>	29,4 <sup>(1)</sup>	–
	3	0,78	31,2 <sup>(1)</sup>	30,0 <sup>(1)</sup>	–	–

<sup>(1)</sup> Il n'est pas recommandé d'utiliser ces niveaux de protection dans des conditions de propagation dans les bandes d'ondes décimétriques pour lesquelles les évanouissements sélectifs en temps et en fréquence sont importants.

TABLEAU 11

**Rapports  $S/N$  (dB) pour obtenir un TEB de  $1 \times 10^{-4}$  pour le mode de fiabilité B du système DRM avec le type d'occupation spectrale 3, en fonction du système de modulation et du niveau de protection, pour les modèles de canal N° 3 à 6**

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Modèle de canal N°			
			3	4	5	6
MAQ-16	0	0,5	18,0	16,0	14,6	–
	1	0,62	20,8	19,0	17,7	–
MAQ-64	0	0,5	23,3	21,3	20,1	–
	1	0,6	25,4	23,5	22,7	–
	2	0,71	28,3 <sup>(1)</sup>	26,8 <sup>(1)</sup>	27,0 <sup>(1)</sup>	–
	3	0,78	30,9 <sup>(1)</sup>	29,7 <sup>(1)</sup>	–	–

<sup>(1)</sup> Il n'est pas recommandé d'utiliser ces niveaux de protection dans des conditions de propagation dans les bandes d'ondes décimétriques pour lesquelles les évanouissements sélectifs en temps et en fréquence sont importants.

TABLEAU 12

**Rapports  $S/N$  (dB) pour obtenir un TEB de  $1 \times 10^{-4}$  pour le mode de fiabilité C du système DRM avec le type d'occupation spectrale 3, en fonction du système de modulation et du niveau de protection, pour les modèles de canal N° 3 à 6**

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Modèle de canal N°			
			3	4	5	6
MAQ-16	0	0,5	18,0	16,5	14,6	–
	1	0,62	20,9	19,1	17,6	–
MAQ-64	0	0,5	23,6	21,3	20,2	–
	1	0,6	25,6	23,7	22,3	–
	2	0,71	29,0 <sup>(1)</sup>	26,8 <sup>(1)</sup>	26,4 <sup>(1)</sup>	–
	3	0,78	32,3 <sup>(1)</sup>	29,6 <sup>(1)</sup>	33,3 <sup>(1)</sup>	–

<sup>(1)</sup> Il n'est pas recommandé d'utiliser ces niveaux de protection dans des conditions de propagation dans les bandes d'ondes décimétriques pour lesquelles les évanouissements sélectifs en temps et en fréquence sont importants.

TABLEAU 13

**Rapports  $S/N$  (dB) pour obtenir un TEB de  $1 \times 10^{-4}$  pour le mode de fiabilité D du système DRM avec le type d'occupation spectrale 3, en fonction du système de modulation et du niveau de protection, pour les modèles de canal N° 3 à 6**

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Modèle de canal N°			
			3	4	5	6
MAQ-16	0	0,5	18,5	16,9	15,3	16,0
	1	0,62	21,2	19,9	18,3	19,2
MAQ-64	0	0,5	24,2	22,2	20,8	22,1
	1	0,6	26,3	24,5	22,9	25,2
	2	0,71	29,2 <sup>(1)</sup>	27,6 <sup>(1)</sup>	27,2 <sup>(1)</sup>	29,3 <sup>(1)</sup>
	3	0,78	32,1 <sup>(1)</sup>	31,7 <sup>(1)</sup>	35,5 <sup>(1)</sup>	32,5 <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Il n'est pas recommandé d'utiliser ces niveaux de protection dans des conditions de propagation dans les bandes d'ondes décimétriques pour lesquelles les évanouissements sélectifs en temps et en fréquence sont importants.

Concernant la modulation MAQ-16 ainsi que la modulation MAQ-64 avec une forte protection contre les erreurs (niveaux de protection 0 et 1), le mode de fiabilité B permet d'obtenir la meilleure qualité de fonctionnement; en effet, le rapport  $S/N$  doit être faible pour pouvoir obtenir une transmission audio de qualité élevée. Concernant le modèle de canal N° 5, pour lequel les évanouissements rapides sur les deux trajets dominant, la meilleure fiabilité des modes C et D compte tenu de la synchronisation et de l'évaluation du canal joue un rôle d'autant plus important que le taux de codage est faible.

Néanmoins, les résultats donnés dans le cas des niveaux de protection 2 et 3 en combinaison avec la modulation MAQ-64 montrent une plus grande dégradation de la qualité de fonctionnement en raison de l'occurrence d'un plancher d'erreurs binaires même pour des valeurs élevées du

rapport  $S/N$ . Par conséquent, ces niveaux de protection ne sont pas recommandés pour les émissions en ondes décamétriques sur des canaux présentant un comportement fortement sélectif en temps et/ou en fréquence, par exemple pour les modèles de canal N° 3 à 6. Il faut également avoir à l'esprit que les résultats donnés dans les différents tableaux peuvent correspondre à des conditions défavorables typiques en termes d'émissions en ondes décamétriques, mais pas nécessairement aux conditions les pires. Les valeurs du rapport  $S/N$  pour les bandes d'ondes décamétriques ainsi que pour les bandes d'ondes hectométriques dans le cas de la propagation de l'onde ionosphérique doivent être considérées comme un indice utile d'obtention de la qualité de service requise, mais elles ne permettent pas de garantir cette qualité dans tous les cas.

### **Appendice 3 à l'Annexe 1**

## **Prévision et modélisation de la propagation des ondes radioélectriques pour la DSB aux fréquences inférieures à 30 MHz**

### **1 Introduction**

Dans le cadre de la mise en oeuvre de la DSB, il faut tenir compte de l'effet des canaux radioélectriques sur la qualité de réception dans les bandes d'ondes kilométriques, hectométriques et décamétriques. En principe, la propagation se fait par trajets multiples dans les trois types de bandes, car la surface de la Terre et l'ionosphère interviennent dans le mécanisme de propagation des ondes électromagnétiques. Le présent Appendice décrit des méthodes permettant de prévoir et de simuler les profils de propagation par trajets multiples.

### **2 Prévision de la propagation de l'onde ionosphérique dans les bandes d'ondes décamétriques**

Concernant la propagation de l'onde ionosphérique, la Recommandation UIT-R P.533 – Méthode pour la prévision de la propagation des ondes décamétriques donne, dans le cadre de la méthode proposée, des paramètres concernant le mode de propagation de l'onde et le champ. Le temps de propagation pour un mode donné de propagation de l'onde, tel qu'il est prévu dans cette Recommandation pour des distances allant jusqu'à 7 000 km, est donné par:

$$\tau = (p'/c) \times 10^3 \quad \text{ms}$$

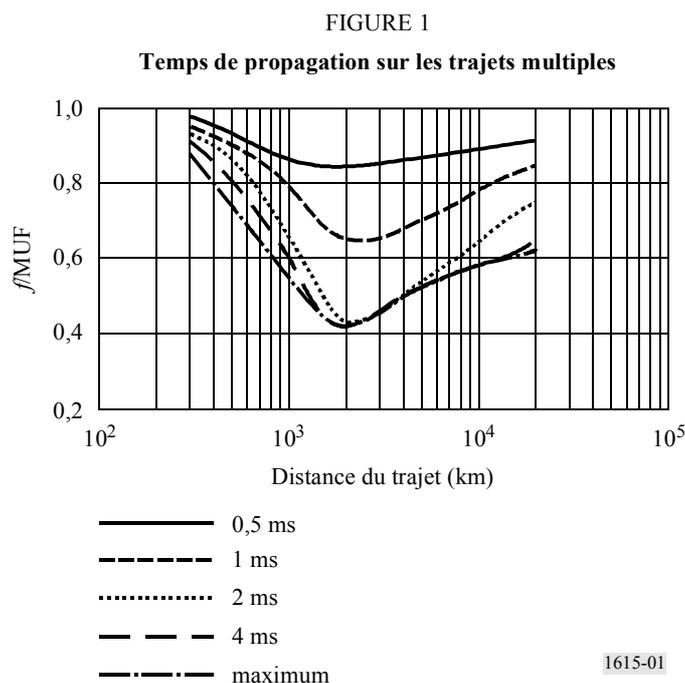
où:

- $p'$ : distance oblique virtuelle (km)
- $c$ : vitesse de la lumière (km/s).

Les valeurs du temps de propagation pour chaque mode peuvent être utilisées conjointement avec le champ prévu pour chaque mode, tel qu'il est déterminé selon la procédure donnée au § 5.1.3 de la Recommandation UIT-R P.533, pour définir le profil médian des temps de propagation, permettant d'évaluer l'étalement des temps de propagation sur les multiples trajets.

Lorsqu'un seul mode de propagation (par exemple F à un bond) est opérationnel, la propagation peut comprendre jusqu'à quatre composantes de trajets multiples, à savoir les composantes O et X (composantes de polarisation magnéto-ioniques) ainsi qu'un rayon dont l'angle est faible et un autre dont l'angle est élevé à des fréquences proches de la fréquence maximale utilisable (MUF, *maximum usable frequency*). Lorsque le rapport entre la fréquence de travail et la MUF est

supérieur à 0,9, les composantes magnétoioniques peuvent être résolues et il existe deux à quatre rayons dont les puissances relatives sont égales et dont la dispersion totale des temps de propagation est de l'ordre de 0,3 à 0,6 ms. A mesure que le rapport entre la fréquence de travail et la MUF diminue au-dessous de 0,9, les modes O et X fusionnent et le rayon dont l'angle élevé est défocalisé et disparaît, ce qui limite la dispersion totale pour le trajet. A titre indicatif, les valeurs types de l'étalement maximal pour les trajets multiples sont présentées sur la Fig. 1 pour diverses distances et divers rapports entre la fréquence de travail et la MUF instantanée associée au trajet considéré.



Il est possible que ces valeurs ne soient pas applicables aux trajets qui traversent la région équatoriale (faible inclinaison magnétique) après le coucher du soleil, ou les régions aurorales pendant les périodes de perturbations ionosphériques. En pareils cas, la dispersion des temps de propagation peut augmenter jusqu'à un maximum d'environ 4 ms. Le cas le plus défavorable risque d'être rencontré pendant les principales périodes où se produisent des irrégularités ionosphériques équatoriales, à savoir en mars-avril, juin et septembre-octobre.

Afin de faciliter l'évaluation de la structure des modes et de l'évanouissement multimode de l'onde ionosphérique dans les bandes d'ondes décimétriques, chaque mode peut être approché par une distribution de Rice-Nakagami, le facteur  $k$  décrivant le rapport entre la réflexion spéculaire et la réflexion diffuse par rapport à la couche considérée.

### 3 Prévision de la propagation de l'onde de sol et de l'onde ionosphérique dans les bandes d'ondes hectométriques

En ce qui concerne les ondes hectométriques, l'approche simpliste de la Recommandation UIT-R P.1321 – Facteurs de propagation qui influent sur les systèmes utilisant des techniques de modulation numérique dans les bandes d'ondes kilométriques et hectométriques, est recommandée pour les prévisions à la fois dans le cas de l'onde de sol et dans le cas de l'onde ionosphérique.

#### 4 Modélisation des canaux de propagation

L'approche consiste à utiliser des modèles stochastiques variables dans le temps avec des statistiques stationnaires et à définir des modèles de conditions (bonnes, moyennes et mauvaises) en extrayant du modèle général les valeurs de paramètres appropriées. L'un de ces modèles avec paramètres adaptables est le modèle à diffusion non corrélée stationnaire au sens large (modèle WSSUS, *wide sense stationary uncorrelated scattering*). Le recours à l'approche stationnaire avec différents ensembles de paramètres s'explique par le fait que les résultats sur les canaux réels conduisent à des courbes de TEB comprises entre celle correspondant au cas le plus défavorable et celle correspondant au cas le plus favorable résultant de la simulation.

Les modèles de canal ont été générés à partir des formules suivantes, où  $e(t)$  et  $s(t)$  sont respectivement les enveloppes complexes du signal d'entrée et du signal de sortie:

$$s(t) = \sum_{k=1}^n \rho_k c_k(t) e(t - \Delta_k) \quad (1)$$

Il s'agit d'une ligne à retard, où:

$\rho_k$ : affaiblissement sur le trajet numéro  $k$  (voir le Tableau 14);

$\Delta_k$ : retard relatif sur le trajet numéro  $k$  (voir le Tableau 14);

les poids variables dans le temps  $\{c_k(t)\}$  correspondent à des processus aléatoires gaussiens stationnaires à valeurs complexes et à moyenne nulle. Les amplitudes  $|c_k(t)|$  suivent une distribution de Rayleigh et les phases  $\Phi(t)$  suivent une distribution uniforme.

Pour chaque poids  $\{c_k(t)\}$ , il existe un processus stochastique et un seul, caractérisé par sa variance et son spectre de densité de puissance. La variance est une mesure de la puissance moyenne du signal, qui est reçue sur ce trajet et qui est définie par l'affaiblissement relatif  $\rho_k$ , et la densité de puissance spectrale détermine la vitesse moyenne de variation dans le temps. La largeur de cette densité de puissance spectrale, quantifiée par un nombre, est appelée étalement Doppler,  $D_{sp}$ , pour le trajet considéré (voir le Tableau 14).

Il se pourrait par ailleurs que la fréquence centrale de la densité de puissance spectrale ne soit pas nulle, auquel cas on peut l'interpréter comme un décalage de fréquence ou décalage Doppler moyen,  $D_{sh}$  (voir le Tableau 14).

La densité de puissance spectrale est modélisée par un filtrage du bruit blanc (c'est-à-dire avec une dps constante) et elle est égale à:

$$\Phi_{n_t n_t}(f) = N_0 |H(f)|^2 \quad (2)$$

$H(f)$  est la fonction de transfert du filtre. Les processus stochastiques correspondant à chaque trajet deviennent alors des processus de Rayleigh. Concernant le trajet ionosphérique, une forme gaussienne s'est avérée être une bonne représentation des observations réelles.

Le profil Doppler sur chaque trajet  $k$  est alors défini par:

$$|H(f)|^2 = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_d^2}} e^{-\frac{(f-D_{sh})^2}{2\sigma_d^2}} \quad (3)$$

L'étalement Doppler, spécifié comme ayant deux composantes, contient 68% de la puissance:

$$D_{sp} = 2\sigma_d \quad (4)$$

TABLEAU 14

## Ensemble de modèles de canal de transmission

<b>Modèle de canal N° 1 (bruit blanc gaussien additif)</b>		<b>Conditions bonnes: Typiques/moyennes: Mauvaises:</b>	<b>Ondes kilométriques, hecto- métriques, décamétriques Ondes kilométriques avec S/N variable</b>	
	Trajet 1			
Retard, $\Delta_k$ (ms)	0			
Gain sur le trajet, moyenne quadratique, $\rho_k$	1			
Décalage Doppler, $D_{sh}$ (Hz)	0			
Etalement Doppler, $D_{sp}$ (Hz)	0			

<b>Modèle de canal N° 2 (onde de sol + onde ionosphérique)</b>		<b>Conditions bonnes: Typiques/moyennes: Mauvaises:</b>	<b>Ondes hectométriques et décamétriques</b>	
	Trajet 1	Trajet 2		
Retard, $\Delta_k$ (ms)	0	1		
Gain sur le trajet, moyenne quadratique, $\rho_k$	1	0,5		
Décalage Doppler, $D_{sh}$ (Hz)	0	0		
Etalement Doppler, $D_{sp}$ (Hz)	0	0,1		

<b>Modèle de canal N° 3</b>		<b>Conditions bonnes: Typiques/moyennes: Mauvaises:</b>	<b>Ondes décamétriques Ondes hectométriques</b>	
	Trajet 1	Trajet 2	Trajet 3	Trajet 4
Retard, $\Delta_k$ (ms)	0	0,7	1,5	2,2
Gain sur le trajet, moyenne quadratique, $\rho_k$	1	0,7	0,5	0,25
Décalage Doppler, $D_{sh}$ (Hz)	0,1	0,2	0,5	1,0
Etalement Doppler, $D_{sp}$ (Hz)	0,1	0,5	1,0	2,0

<b>Modèle de canal N° 4</b>		<b>Conditions bonnes: Typiques/moyennes: Mauvaises:</b>	<b>Ondes décamétriques</b>	
	Trajet 1	Trajet 2		
Retard, $\Delta_k$ (ms)	0	2		
Gain sur le trajet, moyenne quadratique, $\rho_k$	1	1		
Décalage Doppler, $D_{sh}$ (Hz)	0	0		
Etalement Doppler, $D_{sp}$ (Hz)	1	1		

TABLEAU 14 (*fin*)

Modèle de canal N° 5		Conditions bonnes: Typiques/moyennes: Mauvaises: Ondes décimétriques		
	Trajet 1	Trajet 2		
Retard, $\Delta_k$ (ms)	0	4		
Gain sur le trajet, moyenne quadratique, $\rho_k$	1	1		
Décalage Doppler, $D_{sh}$ (Hz)	0	0		
Étalement Doppler, $D_{sp}$ (Hz)	2	2		

Modèle de canal N° 6 (incidence quasi verticale dans les zones tropicales)		Conditions bonnes: Typiques/moyennes: Mauvaises: Ondes décimétriques		
	Trajet 1	Trajet 2	Trajet 3	Trajet 4
Retard, $\Delta_k$ (ms)	0	2	4	6
Gain sur le trajet, moyenne quadratique, $\rho_k$	0,5	1	0,25	0,0625
Décalage Doppler, $D_{sh}$ (Hz)	0	1,2	2,4	3,6
Étalement Doppler, $D_{sp}$ (Hz)	0,1	2,4	4,8	7,2

## Annexe 2

### Rapports de protection RF pour la DSB (système DRM) aux fréquences inférieures à 30 MHz

#### 1 Introduction

La spécification du système DRM autorise plusieurs modes de fiabilité (A à D) et plusieurs types d'occupation spectrale (0 à 5) des signaux DRM. Seules certaines combinaisons de modes de fiabilité (A à D) et de types d'occupation spectrale (0 à 3) sont utilisées dans la présente Annexe. Les paramètres associés aux combinaisons utilisées, à savoir le nombre respectif de sous-porteuses et l'espacement correspondant entre sous-porteuses dans le signal MRFO, conduisent aux largeurs de bande figurant sur les lignes A à D du Tableau 15.

TABLEAU 15

#### Largeurs de bande pour diverses combinaisons associées au système DRM (kHz)

Mode de fiabilité	Type d'occupation spectrale			
	0	1	2	3
A	4,208	4,708	8,542	9,542
B	4,266	4,828	8,578	9,703
C				9,477
D				9,536
Largeur de bande nominale (kHz)	4,5	5	9	10

Les largeurs de bande figurant à la dernière ligne du Tableau 15 sont les largeurs de bande nominales correspondant à chacun des types d'occupation spectrale du signal DRM et les valeurs figurant sur les lignes A à D correspondent aux largeurs de bande exactes du signal pour les différentes combinaisons.

## 2 Rappports de protection RF

Les combinaisons des types d'occupation spectrale et des modes de fiabilité conduisent à plusieurs spectres RF d'émetteur, causant des brouillages différents et nécessitant donc des rapports de protection RF différents. La méthode de calcul appliquée est décrite en détail dans l'Appendice 2 à la présente Annexe. Les différences en termes de rapport de protection pour les différents modes de fiabilité DRM sont relativement petites. Les rapports de protection RF présentés dans les tableaux qui suivent sont donc restreints au mode de fiabilité B. D'autres résultats de calcul sont présentés dans l'Appendice 1 à la présente Annexe.

Le Tableau 16 montre les résultats de calcul pour un signal MA brouillé par un signal numérique et le Tableau 17 pour un signal numérique brouillé par un signal MA. Ces valeurs sont calculées pour des signaux MA à forte compression. Le Tableau 18 contient les rapports de protection RF pour un signal numérique brouillé par un autre signal numérique. Le Tableau 19 contient les valeurs correctives pour la réception de signaux DRM, pour les divers systèmes de modulation et niveaux de protection.

Les valeurs figurant dans les Tableaux 16 à 18 représentent des rapports de protection RF relatifs,  $A_{RF\_relative}$ . Dans le cas MA pur, le rapport de protection relatif est la différence en dB entre le rapport de protection lorsque les porteuses de l'émetteur utile et de l'émetteur brouilleur sont espacées de  $\Delta f$  Hz et le rapport de protection lorsque les porteuses de ces émetteurs ont la même fréquence (Recommandation UIT-R BS.560), à savoir le rapport de protection RF,  $A_{RF}$ , cocanal, qui correspond au rapport de protection audiofréquence,  $A_{AF}$ . Dans le cas d'un signal numérique, sa fréquence nominale, et non la fréquence de la porteuse, est le paramètre à utiliser pour déterminer la différence de fréquence. Concernant les types d'occupation spectrale 2 et 3, la fréquence nominale correspond à la fréquence centrale du bloc MRFO; concernant les types 0 et 1, la fréquence centrale est décalée d'environ 2,2 et 2,4 kHz, respectivement, au-dessus de la fréquence nominale. Etant donné que le spectre du signal brouilleur est différent du spectre audiofréquence du signal analogique MA, les valeurs du rapport de protection RF relatif dans le cas d'un brouillage cocanal sont non nulles.

Pour adapter le Tableau 16 à un scénario de planification MA donné, il faut ajouter la valeur applicable du rapport de protection audiofréquence aux valeurs du Tableau pour obtenir le rapport de protection RF requis (voir l'Appendice 2 à la présente Annexe). La valeur applicable peut être déterminée en tenant compte:

- pour la bande d'ondes décimétriques, le rapport de protection AF de 17 dB, qui a été adopté pour la planification de la radiodiffusion en ondes décimétriques par la CAMR HFBC-87, dans le cas de signaux MA brouillés par d'autres signaux MA;
- pour les bandes d'ondes kilométriques et hectométriques, le rapport de protection, AF de 30 dB, qui a été adopté par la Conférence administrative régionale de radiodiffusion à ondes kilométriques et hectométriques (Régions 1 et 3) (Genève, 1975).

Lorsque le signal DRM est le signal utile, le rapport de protection audiofréquence en tant que paramètre de qualité de service doit être remplacé par le rapport  $S/I$  requis pour obtenir un certain TEB. Un TEB seuil de  $1 \times 10^{-4}$  est pris comme hypothèse pour les calculs (voir l'Annexe 1). Les valeurs du rapport de protection données dans les Tableaux 17 et 18 sont fondées sur la modulation MAQ-64 et le niveau de protection 1. Concernant les autres combinaisons, il faut ajouter les valeurs correctives du Tableau 19 aux valeurs du rapport  $S/I$  données dans les Tableaux.

TABLEAU 16

**Rapports de protection RF relatifs entre systèmes de radiodiffusion au-dessous de 30 MHz (dB)  
Signal MA brouillé par un signal numérique**

Signal utile	Signal brouilleur	Espacement fréquentiel, $f_{\text{brouilleur}} - f_{\text{utile}}$ (kHz)													Paramètres	
		-20	-18	-15	-10	-9	-5	0	5	9	10	15	18	20	$B_{\text{DRM}}$ (kHz)	$A_{\text{AF}}^{(1),(2)}$ (dB)
MA	DRM_B0 <sup>(3)</sup>	-50,4	-50,4	-49	-35,5	-28,4	6,4	6,6	-30,9	-46,7	-48,2	-50,4	-50,4	-50,4	4,5	-
MA	DRM_B1 <sup>(4)</sup>	-51	-50,5	-47,6	-32	-23,8	6	6	-31,1	-45,7	-47,4	-51	-51	-51	5	-
MA	DRM_B2	-48,8	-46,9	-43,5	-34,4	-29,7	3,4	6,5	3,4	-29,7	-34,4	-43,5	-46,9	-48,8	9	-
MA	DRM_B3	-47,2	-45,3	-41,9	-32	-25,9	3	6	3	-25,9	-32	-41,9	-45,3	-47,2	10	-

$B_{\text{DRM}}$ : largeur de bande nominale du signal DRM

DRM\_B0: signal DRM, mode de fiabilité B, type d'occupation spectrale 0

- (1) Pour calculer le rapport de protection RF dans le cas d'un signal MA brouillé par un signal numérique, on ajoute aux valeurs de ce Tableau une valeur appropriée du rapport de protection audiofréquence conformément à un scénario de planification donné.
- (2) Les valeurs présentées dans ce Tableau concernent le cas particulier d'une forte compression du signal MA. Dans un souci de cohérence avec le Tableau 17, on a supposé que le signal MA avait la même profondeur de modulation, à savoir celle qui est associée à une forte compression. Afin d'assurer une protection suffisante aux signaux MA avec compression normale (voir l'Appendice 1 à l'Annexe 2), il convient d'augmenter chaque valeur du Tableau pour tenir compte de la différence entre compression normale et forte compression.
- (3) La fréquence centrale du signal DRM\_B0 est décalée d'environ 2,2 kHz au-dessus de la fréquence nominale.
- (4) La fréquence centrale du signal DRM\_B1 est décalée d'environ 2,4 kHz au-dessus de la fréquence nominale.

TABLEAU 17

**Rapports de protection RF relatifs entre systèmes de radiodiffusion au-dessous de 30 MHz (dB)  
Signal numérique (MAQ-64, niveau de protection 1) brouillé par un signal MA**

Signal utile	Signal brouilleur	Espacement fréquentiel, $f_{\text{brouilleur}} - f_{\text{utile}}$ (kHz)												Paramètres		
		-20	-18	-15	-10	-9	-5	0	5	9	10	15	18	20	$B_{DRM}$ (kHz)	$S/I$ (dB)
DRM_B0 <sup>(1)</sup>	MA	-57,7	-55,5	-52,2	-46,1	-45	-36,2	0	-3,5	-30,9	-41,1	-46,9	-50,6	-53	4,5	4,6
DRM_B1 <sup>(2)</sup>	MA	-57,4	-55,2	-51,9	-45,9	-44,7	-36	0	-0,2	-22	-37,6	-46	-49,6	-52	5	4,6
DRM_B2	MA	-54,6	-52,4	-48,8	-42,8	-33,7	-6,4	0	-6,4	-33,7	-42,8	-48,8	-52,4	-54,6	9	7,3
DRM_B3	MA	-53,9	-51,5	-48	-39,9	-25	-3,1	0	-3,1	-25	-39,9	-48	-51,5	-53,9	10	7,3

$S/I$ : rapport signal sur brouillage pour un TEB de  $1 \times 10^{-4}$

- (1) La fréquence centrale du signal DRM\_B0 est décalée d'environ 2,2 kHz au-dessus de la fréquence nominale.  
 (2) La fréquence centrale du signal DRM\_B1 est décalée d'environ 2,4 kHz au-dessus de la fréquence nominale.

TABLEAU 18

**Rapports de protection RF relatifs entre systèmes de radiodiffusion au-dessous de 30 MHz (dB)  
Signal numérique (MAQ-64, niveau de protection 1) brouillé par un autre signal numérique**

Signal utile	Signal brouilleur	Espacement fréquentiel, $f_{\text{brouilleur}} - f_{\text{utile}}$ (kHz)													Paramètres	
		-20	-18	-15	-10	-9	-5	0	5	9	10	15	18	20	$B_{\text{DRM}}$ (kHz)	S/I (dB)
DRM_B0	DRM_B0	-60	-59,9	-60	-55,2	-53,2	-40,8	0	-40,8	-53,2	-55,2	-60	-59,9	-60	4,5	16,2
DRM_B0	DRM_B1	-60,1	-60	-59,5	-52,5	-50,4	-37,4	0	-40	-51,6	-53,6	-59,8	-60	-60,1	5	15,7
DRM_B0	DRM_B2	-57,4	-55,7	-52,9	-46,7	-45,1	-36,6	0	-0,8	-35,6	-38,4	-47,7	-51,5	-53,6	9	13,2
DRM_B0	DRM_B3	-55,2	-53,6	-50,7	-44,5	-42,9	-33,1	0	-0,1	-13,6	-36,2	-45,5	-49,3	-51,4	10	12,6
DRM_B1	DRM_B0	-59,4	-59,5	-59,5	-55	-53	-40,8	0	-37,9	-51,7	-53,9	-59,4	-59,5	-59,4	4,5	16,2
DRM_B1	DRM_B1	-60	-60	-59,5	-52,8	-50,8	-37,8	0	-37,8	-50,8	-52,8	-59,5	-60	-60	5	16,2
DRM_B1	DRM_B2	-57,1	-55,4	-52,6	-46,4	-44,9	-36,4	0	-0,1	-13,7	-36,8	-46,6	-50,5	-52,7	9	13,2
DRM_B1	DRM_B3	-55,5	-53,8	-51	-44,8	-43,3	-33,5	0	-0,1	-8,1	-35,2	-45	-48,9	-51,1	10	13,2
DRM_B2	DRM_B0	-57	-56,8	-54,8	-43,4	-39,1	-0,7	0	-40,6	-52,2	-53,9	-57	-57	-57	4,5	15,9
DRM_B2	DRM_B1	-56,9	-56,1	-52,7	-40,2	-14,1	-0,1	0	-39,7	-50,8	-52,5	-56,9	-57	-57	5	15,4
DRM_B2	DRM_B2	-55,1	-53,1	-49,5	-40,7	-38,1	-3,7	0	-3,7	-38,1	-40,7	-49,5	-53,1	-55,1	9	15,9
DRM_B2	DRM_B3	-52,9	-51	-47,4	-38,6	-16,6	-3,2	0	-3,2	-16,6	-38,6	-47,4	-51	-52,9	10	15,4
DRM_B3	DRM_B0	-56,4	-56,2	-53,8	-41,1	-14,1	-0,1	0	-37,7	-50,9	-52,8	-56,4	-56,4	-56,4	4,5	15,9
DRM_B3	DRM_B1	-56,8	-55,7	-52,1	-38,2	-8,2	-0,1	0	-37,6	-50,1	-51,9	-56,7	-57	-57	5	15,9
DRM_B3	DRM_B2	-54,3	-52,3	-48,6	-39,3	-16,7	-3,1	0	-3,1	-16,7	-39,3	-48,6	-52,3	-54,3	9	15,9
DRM_B3	DRM_B3	-52,7	-50,7	-47	-37,7	-11,1	-3,1	0	-3,1	-11,1	-37,7	-47	-50,7	-52,7	10	15,9

TABLEAU 19

Valeurs correctives du rapport  $S/I$  à utiliser dans les Tableaux 17 et 18 pour les autres combinaisons de système de modulation et de niveau de protection

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Valeurs correctives (dB) pour le mode de fiabilité/le type d'occupation spectrale DRM suivants	
			B/0 (4,5 kHz), B/1 (5 kHz)	B/2 (9 kHz), B/3 (10 kHz)
MAQ-16	0	0,5	-6,7	-6,6
	1	0,62	-4,7	-4,6
MAQ-64	0	0,5	-1,3	-1,2
	1	0,6	0,0	0,0
	2	0,71	1,7	1,8
	3	0,78	3,3	3,4

### 3 Réduction de puissance RF pour la DSB

Concernant l'introduction d'un signal à modulation numérique dans un environnement existant, il faut s'assurer que ce nouveau signal ne brouillera pas davantage les autres stations MA que le signal MA qui est remplacé par le signal à modulation numérique. Les valeurs de la réduction de puissance nécessaire pour satisfaire à cette exigence peuvent facilement être déterminées lorsque les rapports de protection RF correspondant au cas d'un signal MA brouillé par un autre signal MA et au cas d'un signal MA brouillé par un signal numérique sont connus.

Le rapport de protection RF est la différence de puissance requise entre le signal utile et le signal brouilleur pour garantir une certaine qualité (rapport  $S/N$  audio analogique ou numérique). Lorsque la qualité du signal audio utile est comparable dans les cas d'un signal MA brouillé par un signal MA et d'un signal MA brouillé par un signal numérique, la différence de rapport correspond à la réduction de puissance requise.

La Recommandation UIT-R BS.560 contient des rapports de protection RF relatifs dans le cas d'un signal MA brouillé par un autre signal MA (voir le Tableau 20).

TABLEAU 20

Rapports relatifs pour un signal MA brouillé par un autre signal MA

Signal utile	Signal brouilleur	Espacement fréquentiel, $f_{\text{brouilleur}} - f_{\text{utile}}$ (kHz)												
		-20	-18	-15	-10	-9	-5	0	5	9	10	15	18	20
MA	MA	-55,4	-53,3	-49,5	-35,5	-29,0	-2,5	0,0	-2,5	-29,0	-35,5	-49,5	-53,3	-55,4

Cela étant, la réduction de puissance requise pour les différents modes DRM est calculée comme étant la différence entre les valeurs du Tableau 23 et celles du Tableau 20. Le résultat est donné dans le Tableau 21.

TABLEAU 21  
Réduction de puissance requise

Signal remplacé	Nouveau signal	Espacement fréquentiel, $f_{\text{brouilleur}} - f_{\text{utile}}$ (kHz)													Paramètre	
		-20	-18	-15	-10	-9	-5	0	5	9	10	15	18	20	$B_{\text{DRM}}$ (kHz)	$A_{\text{AF}}$ (dB)
MA	DRM_A0	5	2,9	0,4	-0,1	0,5	9	6,6	-28,6	-17,9	-12,8	-0,9	2,9	5	4,5	-
MA	DRM_A1	4,5	2,7	1,6	3	4,5	8,6	6,1	-28,8	-17	-12,2	-1,4	2,4	4,5	5	-
MA	DRM_A2	6,5	6,3	5,9	1	-0,8	5,9	6,6	5,9	-0,8	1	5,9	6,3	6,5	9	-
MA	DRM_A3	8	7,8	7,4	3,1	2,5	5,6	6,1	5,6	2,5	3,1	7,4	7,8	8	10	-
MA	DRM_B0	5	2,9	0,5	0	0,6	8,9	6,6	-28,4	-17,7	-12,7	-0,9	2,9	5	4,5	-
MA	DRM_B1	4,4	2,8	1,9	3,5	5,2	8,5	6	-28,6	-16,7	-11,9	-1,5	2,3	4,4	5	-
MA	DRM_B2	6,6	6,4	6	1,1	-0,7	5,9	6,5	5,9	-0,7	1,1	6	6,4	6,6	9	-
MA	DRM_B3	8,2	8	7,6	3,5	3,1	5,5	6	5,5	3,1	3,5	7,6	8	8,2	10	-
MA	DRM_C3	7,9	7,7	7,3	2,9	2,3	5,6	6,1	5,6	2,3	2,9	7,3	7,7	7,9	10	-
MA	DRM_D3	8	7,8	7,3	3,1	2,5	5,6	6,1	5,6	2,5	3,1	7,3	7,8	8	10	-

D'après le Tableau 21, on constate que, pour certains modes, la réduction de puissance requise pour restreindre le brouillage causé aux émissions MA est un peu plus élevée pour certains espacements fréquentiels non nuls que dans le même canal. En pareils cas, il faut examiner si le signal à modulation numérique apparaît quelque part comme un signal brouilleur avec l'un de ces espacements fréquentiels et s'il s'agit du plus fort signal brouilleur. Si c'est le cas, il faut tenir compte de la valeur la plus élevée.

## Appendice 1 à l'Annexe 2

### Rapports de protection RF calculés pour la DSB (système DRM) aux fréquences inférieures à 30 MHz

#### 1 Introduction

Le présent Appendice contient des informations détaillées sur les rapports de protection RF calculés, qui sont nécessaires pour la réception de signaux MA et DRM. Pour obtenir les rapports, on utilise les paramètres donnés au § 1 de l'Appendice 2 à la présente Annexe et on applique la méthode de calcul décrite au § 2 du même Appendice.

#### 2 Paramètres de calcul

##### 2.1 Signal analogique

*Emetteur MA*

- fréquence de coupure ou largeur de bande:  $F_{\text{tx}} = 4,5$  kHz, autrement dit  $B = 9$  kHz
- pente du filtre audiofréquence passe-bas:  $-60$  dB/octave, en commençant par 0 dB à  $F_{\text{tx}}$

(Voir la Fig. 6 de l'Appendice 2 à la présente Annexe)

- distorsion due aux harmoniques:  $k_2 = 0$   $k_3 = 0,7\%$  (–43 dB)
- intermodulation:  $d_3 = -40$  dB
- plancher de bruit: –60,3 dBc/kHz

Avec les paramètres ci-dessus, le spectre RF calculé est conforme au gabarit spectral figurant dans la Recommandation UIT-R SM.328.

#### Modulation MA

- signal modulant l'onde brouilleuse: bruit coloré conforme à la Recommandation UIT-R BS.559
- profondeur de modulation:  $m_{moyenne\ quadratique} = 25\%$  (correspond à un signal de programme avec compression normale)
- forte compression: augmente la puissance dans les bandes latérales de 6,5 dB par rapport à la compression normale

#### Récepteur MA

- courbe de sélectivité:  $B_{af} = 2,2$  kHz, pente = 35 dB/octave, voir les Fig. 2 et 3
- évaluation du signal audio: valeur quadratique moyenne utilisée pour l'évaluation du signal<sup>3</sup>
- rapport de protection audiofréquence: valeur souhaitée.

## 2.2 Signal DRM

La spécification du système DRM autorise plusieurs modes de fiabilité (A à D) et plusieurs types d'occupation spectrale (0 à 5) des signaux DRM. Seules certaines combinaisons de modes de fiabilité (A à D) et de types d'occupation spectrale (0 à 3) sont utilisées dans le présent Appendice. Les paramètres associés aux combinaisons utilisées, à savoir le nombre respectif de sous-porteuses et l'espacement correspondant entre sous-porteuses dans le signal MRFO, conduisent aux largeurs de bande indiquées sur les lignes A à D du Tableau 22.

TABLEAU 22

### Largeurs de bande pour diverses combinaisons associées au système DRM (kHz)

Mode fiabilité	Type d'occupation spectrale			
	0	1	2	3
A	4,208	4,708	8,542	9,542
B	4,266	4,828	8,578	9,703
C				9,477
D				9,536
Largeur de bande nominale (kHz)	4,5	5	9	10

<sup>3</sup> Pondération psophométrique conformément à la Recommandation UIT-R BS.468.

Les largeurs de bande indiquées à la dernière ligne du Tableau 22 sont les largeurs de bande nominales correspondant à chacun des types d'occupation spectrale du signal DRM et les valeurs indiquées sur les lignes A à D correspondent aux largeurs de bande exactes du signal pour les différentes combinaisons.

#### *Emetteur de signaux numériques*

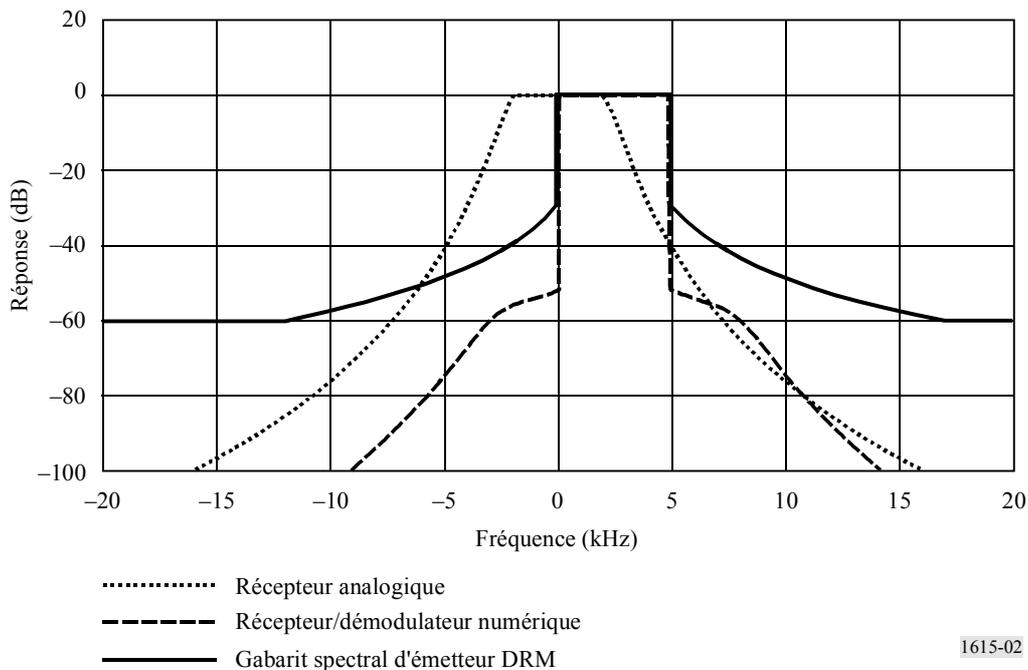
- largeurs de bande: voir le Tableau 22
- gabarits spectraux: calculés conformément au § 6.3.3 de l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R SM.328, à partir des largeurs de bande exactes  $F$  du Tableau 22. L'affaiblissement est de 30 dB à  $\pm 0,53 F$ ; au-delà de ce point, la pente est de  $-12$  dB/octave jusqu'à  $-60$  dB. Des exemples de gabarit pour les types d'occupation spectrale 1 (5 kHz) et 3 (10 kHz) sont donnés sur les Fig. 2 et 3 (comprenant également les courbes de filtre pour les récepteurs MA et numérique).

#### *Récepteur/démodulateur de signaux numériques*

- largeurs de bande: voir le Tableau 22
- distance entre épaules: 52 dB<sup>4</sup>
- filtre FI additionnel:  $B_{FI}$  = largeur de bande DRM nominale + 6 kHz, pente = 35 dB/octave<sup>4</sup>
- courbe de sélectivité: voir les exemples donnés sur les Fig. 2 et 3
- $S/I$  requis pour un TEB de  $1 \times 10^{-4}$ : valable pour la MAQ-64, niveau de protection 1

FIGURE 2

**Gabarit spectral d'émetteur et courbes de sélectivité du récepteur/du démodulateur pour le mode de fiabilité B et le type d'occupation spectrale 1 (5 kHz) du système DRM**

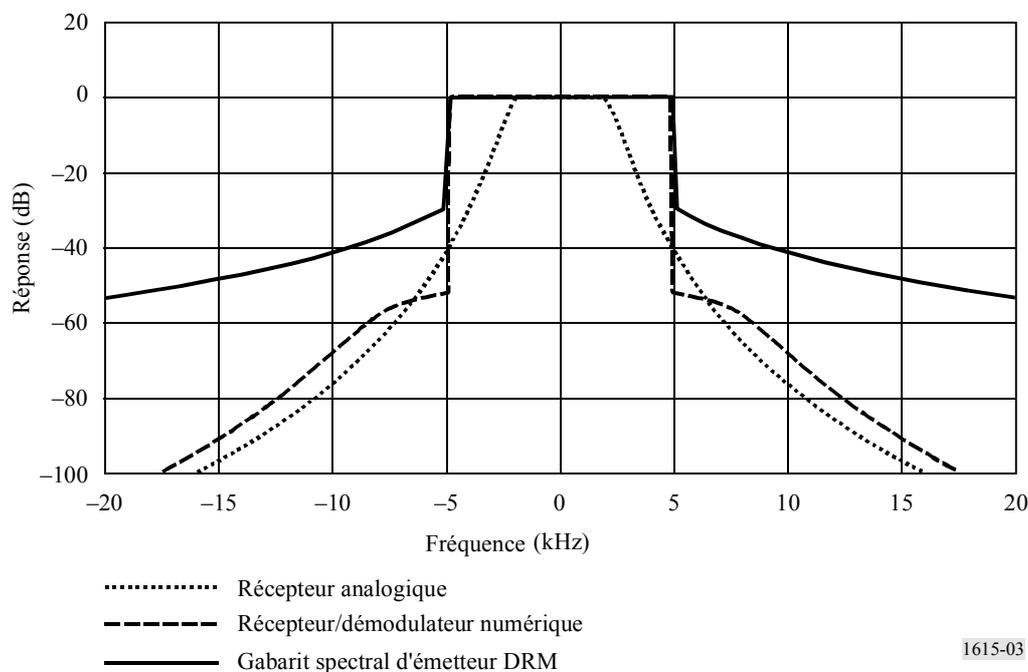


1615-02

<sup>4</sup> Ces paramètres ont été choisis de manière à ce que les rapports de protection RF calculés soient proches des valeurs mesurées.

FIGURE 3

Gabarit spectral d'émetteur et courbes de sélectivité du récepteur/du démodulateur pour le mode de fiabilité B et le type d'occupation spectrale 3 (10 kHz) du système DRM



### 3 Rapports de protection RF

Les combinaisons des types d'occupation spectrale et des modes de fiabilité conduisent à plusieurs spectres RF d'émission, causant des brouillages différents et nécessitant donc des rapports de protection RF différents. La méthode de calcul appliquée est décrite en détail dans l'Appendice 2 à la présente Annexe.

Le Tableau 23 montre les résultats de calcul pour un signal MA brouillé par un signal numérique et le Tableau 24 pour un signal numérique brouillé par un signal MA. Ces valeurs sont calculées pour des signaux MA à forte compression. Le Tableau 25 contient les rapports pour un signal numérique brouillé par un autre signal numérique, pour toutes les combinaisons de signaux numériques telles que les deux signaux sont de même type, par exemple un signal de type B3 (mode de fiabilité B, type d'occupation spectrale 3) brouillé par un autre signal de type B3. Le Tableau 26 donne les rapports de protection RF entre des signaux ayant le même type d'occupation spectrale ou un type différent, mais uniquement pour le mode de fiabilité B. Les Tableaux 27 à 29 contiennent les valeurs correctives pour les divers systèmes de modulation.

TABLEAU 23

**Rapports de protection RF relatifs entre systèmes de radiodiffusion au-dessous de 30 MHz (dB)  
Signal MA brouillé par un signal numérique**

Signal utile	Signal brouilleur	Espacement fréquentiel, $f_{\text{brouilleur}} - f_{\text{utile}}$ (kHz)													Paramètres	
		-20	-18	-15	-10	-9	-5	0	5	9	10	15	18	20	$B_{\text{DRM}}$ (kHz)	$A_{\text{AF}}^{(1),(2)}$ (dB)
MA	DRM_A0	-50,4	-50,4	-49,1	-35,6	-28,5	6,5	6,6	-31,1	-46,9	-48,3	-50,4	-50,4	-50,4	4,5	-
MA	DRM_A1	-50,9	-50,6	-47,9	-32,5	-24,5	6,1	6,1	-31,3	-46	-47,7	-50,9	-50,9	-50,9	5	-
MA	DRM_A2	-48,9	-47	-43,6	-34,5	-29,8	3,4	6,6	3,4	-29,8	-34,5	-43,6	-47	-48,9	9	-
MA	DRM_A3	-47,4	-45,5	-42,1	-32,4	-26,5	3,1	6,1	3,1	-26,5	-32,4	-42,1	-45,5	-47,4	10	-
MA	DRM_B0	-50,4	-50,4	-49	-35,5	-28,4	6,4	6,6	-30,9	-46,7	-48,2	-50,4	-50,4	-50,4	4,5	-
MA	DRM_B1	-51	-50,5	-47,6	-32	-23,8	6	6	-31,1	-45,7	-47,4	-51	-51	-51	5	-
MA	DRM_B2	-48,8	-46,9	-43,5	-34,4	-29,7	3,4	6,5	3,4	-29,7	-34,4	-43,5	-46,9	-48,8	9	-
MA	DRM_B3	-47,2	-45,3	-41,9	-32	-25,9	3	6	3	-25,9	-32	-41,9	-45,3	-47,2	10	-
MA	DRM_C3	-47,5	-45,6	-42,2	-32,6	-26,7	3,1	6,1	3,1	-26,7	-32,6	-42,2	-45,6	-47,5	10	-
MA	DRM_D3	-47,4	-45,5	-42,2	-32,4	-26,5	3,1	6,1	3,1	-26,5	-32,4	-42,2	-45,5	-47,4	10	-

$A_{\text{AF}}$ : rapport de protection audiofréquence

DRM\_A0: signal DRM, mode de fiabilité A, type d'occupation spectrale 0

- (1) Pour calculer le rapport de protection RF dans le cas d'un signal MA brouillé par un signal numérique, on ajoute aux valeurs de ce Tableau une valeur appropriée du rapport de protection audiofréquence conformément à un scénario de planification donné.
- (2) Les valeurs présentées dans ce Tableau concernent le cas particulier d'une forte compression du signal MA. Dans un souci de cohérence avec le Tableau 25, on a supposé que le signal MA avait la même profondeur de modulation, à savoir celle qui est associée à une forte compression. Afin d'assurer une protection suffisante aux signaux MA avec compression normale (voir l'Appendice 1 à l'Annexe 2), il convient d'augmenter chaque valeur du Tableau pour tenir compte de la différence entre compression normale et forte compression.

TABLEAU 24

**Rapports de protection RF relatifs entre systèmes de radiodiffusion au-dessous de 30 MHz (dB)  
Signal numérique (MAQ-64, niveau de protection 1) brouillé par un signal MA**

Signal utile	Signal brouilleur	Espacement fréquentiel, $f_{\text{brouilleur}} - f_{\text{utile}}$ (kHz)													Paramètres	
		-20	-18	-15	-10	-9	-5	0	5	9	10	15	18	20	$B_{\text{DRM}}$ (kHz)	$S/I$ (dB)
DRM_A0	MA	-57,7	-55,5	-52,2	-46,2	-45	-36,7	0	-3,5	-31,2	-41,1	-47	-50,7	-53	4,5	4,2
DRM_A1	MA	-57,5	-55,2	-52	-45,9	-44,8	-36,6	0	-0,6	-22,8	-38,4	-46,1	-49,8	-52,2	5	4,2
DRM_A2	MA	-54,7	-52,4	-48,8	-42,9	-34	-6,5	0	-6,5	-34	-42,9	-48,8	-52,4	-54,7	9	6,7
DRM_A3	MA	-54	-51,7	-48,1	-40,6	-25,8	-3,6	0	-3,6	-25,8	-40,6	-48,1	-51,7	-54	10	6,7
DRM_B0	MA	-57,7	-55,5	-52,2	-46,1	-45	-36,2	0	-3,5	-30,9	-41,1	-46,9	-50,6	-53	4,5	4,6
DRM_B1	MA	-57,4	-55,2	-51,9	-45,9	-44,7	-36	0	-0,2	-22	-37,6	-46	-49,6	-52	5	4,6
DRM_B2	MA	-54,6	-52,4	-48,8	-42,8	-33,7	-6,4	0	-6,4	-33,7	-42,8	-48,8	-52,4	-54,6	9	7,3
DRM_B3	MA	-53,9	-51,5	-48	-39,9	-25	-3,1	0	-3,1	-25	-39,9	-48	-51,5	-53,9	10	7,3
DRM_C3	MA	-54	-51,7	-48,1	-40,9	-26,1	-3,8	0	-3,8	-26,1	-40,9	-48,1	-51,7	-54	10	7,7
DRM_D3	MA	-54	-51,7	-48,1	-40,7	-25,8	-3,6	0	-3,6	-25,8	-40,7	-48,1	-51,7	-54	10	8,6

TABLEAU 25

Rapports de protection RF relatifs entre systèmes de radiodiffusion au-dessous de 30 MHz (dB)  
 Signal numérique (MAQ-64, niveau de protection 1) brouillé par un autre signal numérique  
 (modes de fiabilité identiques et types d'occupation spectrale identiques)

Signal utile	Signal brouilleur	Espacement fréquentiel, $f_{brouilleur} - f_{utile}$ (kHz)													Paramètres	
		-20	-18	-15	-10	-9	-5	0	5	9	10	15	18	20	$B_{DRM}$ (kHz)	S/I (dB)
DRM_A0	DRM_A0	-60,1	-60	-60	-55,4	-53,4	-41,2	0	-41,2	-53,4	-55,4	-60	-60	-60,1	4,5	15,8
DRM_A1	DRM_A1	-60	-60	-59,7	-53,3	-51,3	-38,4	0	-38,4	-51,3	-53,3	-59,7	-60	-60	5	15,8
DRM_A2	DRM_A2	-55,1	-53,1	-49,6	-40,8	-38,3	-3,8	0	-3,8	-38,3	-40,8	-49,6	-53,1	-55,1	9	15,3
DRM_A3	DRM_A3	-53	-51	-47,3	-38,1	-12,1	-3,2	0	-3,2	-12,1	-38,1	-47,3	-51	-53	10	15,3
DRM_B0	DRM_B0	-60	-59,9	-60	-55,2	-53,2	-40,8	0	-40,8	-53,2	-55,2	-60	-59,9	-60	4,5	16,2
DRM_B1	DRM_B1	-60	-60	-59,5	-52,8	-50,8	-37,8	0	-37,8	-50,8	-52,8	-59,5	-60	-60	5	16,2
DRM_B2	DRM_B2	-55,1	-53,1	-49,5	-40,7	-38,1	-3,7	0	-3,7	-38,1	-40,7	-49,5	-53,1	-55,1	9	15,9
DRM_B3	DRM_B3	-52,7	-50,7	-47	-37,7	-11,1	-3,1	0	-3,1	-11,1	-37,7	-47	-50,7	-52,7	10	15,9
DRM_C3	DRM_C3	-53,2	-51,1	-47,5	-38,3	-12,6	-3,2	0	-3,2	-12,6	-38,3	-47,5	-51,1	-53,2	10	16,3
DRM_D3	DRM_D3	-53	-51	-47,4	-38,1	-12,2	-3,2	0	-3,2	-12,2	-38,1	-47,4	-51	-53	10	17,2

TABLEAU 26

**Rapports de protection RF relatifs entre systèmes de radiodiffusion au-dessous de 30 MHz (dB)  
Signal numérique (MAQ-64, niveau de protection 1) brouillé par un autre signal numérique**

Signal utile	Signal brouilleur	Espacement fréquentiel, $f_{\text{brouilleur}} - f_{\text{utile}}$ (kHz)													Paramètres	
		-20	-18	-15	-10	-9	-5	0	5	9	10	15	18	20	$B_{DRM}$ (kHz)	$S/I$ (dB)
DRM_B0	DRM_B0	-60	-59,9	-60	-55,2	-53,2	-40,8	0	-40,8	-53,2	-55,2	-60	-59,9	-60	4,5	16,2
DRM_B0	DRM_B1	-60,1	-60	-59,5	-52,5	-50,4	-37,4	0	-40	-51,6	-53,6	-59,8	-60	-60,1	5	15,7
DRM_B0	DRM_B2	-57,4	-55,7	-52,9	-46,7	-45,1	-36,6	0	-0,8	-35,6	-38,4	-47,7	-51,5	-53,6	9	13,2
DRM_B0	DRM_B3	-55,2	-53,6	-50,7	-44,5	-42,9	-33,1	0	-0,1	-13,6	-36,2	-45,5	-49,3	-51,4	10	12,6
DRM_B1	DRM_B0	-59,4	-59,5	-59,5	-55	-53	-40,8	0	-37,9	-51,7	-53,9	-59,4	-59,5	-59,4	4,5	16,2
DRM_B1	DRM_B1	-60	-60	-59,5	-52,8	-50,8	-37,8	0	-37,8	-50,8	-52,8	-59,5	-60	-60	5	16,2
DRM_B1	DRM_B2	-57,1	-55,4	-52,6	-46,4	-44,9	-36,4	0	-0,1	-13,7	-36,8	-46,6	-50,5	-52,7	9	13,2
DRM_B1	DRM_B3	-55,5	-53,8	-51	-44,8	-43,3	-33,5	0	-0,1	-8,1	-35,2	-45	-48,9	-51,1	10	13,2
DRM_B2	DRM_B0	-57	-56,8	-54,8	-43,4	-39,1	-0,7	0	-40,6	-52,2	-53,9	-57	-57	-57	4,5	15,9
DRM_B2	DRM_B1	-56,9	-56,1	-52,7	-40,2	-14,1	-0,1	0	-39,7	-50,8	-52,5	-56,9	-57	-57	5	15,4
DRM_B2	DRM_B2	-55,1	-53,1	-49,5	-40,7	-38,1	-3,7	0	-3,7	-38,1	-40,7	-49,5	-53,1	-55,1	9	15,9
DRM_B2	DRM_B3	-52,9	-51	-47,4	-38,6	-16,6	-3,2	0	-3,2	-16,6	-38,6	-47,4	-51	-52,9	10	15,4
DRM_B3	DRM_B0	-56,4	-56,2	-53,8	-41,1	-14,1	-0,1	0	-37,7	-50,9	-52,8	-56,4	-56,4	-56,4	4,5	15,9
DRM_B3	DRM_B1	-56,8	-55,7	-52,1	-38,2	-8,2	-0,1	0	-37,6	-50,1	-51,9	-56,7	-57	-57	5	15,9
DRM_B3	DRM_B2	-54,3	-52,3	-48,6	-39,3	-16,7	-3,1	0	-3,1	-16,7	-39,3	-48,6	-52,3	-54,3	9	15,9
DRM_B3	DRM_B3	-52,7	-50,7	-47	-37,7	-11,1	-3,1	0	-3,1	-11,1	-37,7	-47	-50,7	-52,7	10	15,9

TABLEAU 27

Valeurs correctives du rapport  $S/I$  à utiliser dans les Tableaux 24 et 25 pour les autres combinaisons de système de modulation et de niveau de protection

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Valeurs correctives (dB) pour le mode de fiabilité/le type d'occupation spectrale DRM suivants	
			A/0 (4,5 kHz), A/1 (5 kHz)	A/2 (9 kHz), A/3 (10 kHz)
MAQ-16	0	0,5	-7,0	-6,7
	1	0,62	-4,9	-4,6
MAQ-64	0	0,5	-1,5	-1,2
	1	0,6	0,0	0,0
	2	0,71	1,7	1,8
	3	0,78	3,4	3,4

TABLEAU 28

Valeurs correctives du rapport  $S/I$  à utiliser dans les Tableaux 24, 25 et 26 pour les autres combinaisons de système de modulation et de niveau de protection

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Valeurs correctives (dB) pour le mode de fiabilité/le type d'occupation spectrale DRM suivants	
			B/0 (4,5 kHz), B/1 (5 kHz)	B/2 (9 kHz), B/3 (10 kHz)
MAQ-16	0	0,5	-6,7	-6,6
	1	0,62	-4,7	-4,6
MAQ-64	0	0,5	-1,3	-1,2
	1	0,6	0,0	0,0
	2	0,71	1,7	1,8
	3	0,78	3,3	3,4

TABLEAU 29

Valeurs correctives du rapport  $S/I$  à utiliser dans les Tableaux 24 et 25 pour les autres combinaisons de système de modulation et de niveau de protection

Système de modulation	Niveau de protection	Taux de codage moyen	Valeurs correctives (dB) pour le mode de fiabilité/le type d'occupation spectrale DRM suivants	
			C/3 (10 kHz)	D/3 (10 kHz)
MAQ-16	0	0,5	-6,7	-7,0
	1	0,62	-4,7	-5,1
MAQ-64	0	0,5	-1,2	-1,3
	1	0,6	0,0	0,0
	2	0,71	1,8	1,9
	3	0,78	3,4	4,2

Les valeurs figurant dans les Tableaux 23 à 26 représentent des rapports de protection RF relatifs,  $A_{RF\_relative}$ . Dans le cas MA pur, le rapport de protection relatif est la différence (dB) entre le rapport de protection lorsque les porteuses de l'émetteur utile et de l'émetteur brouilleur sont espacées de  $\Delta f$  Hz et le rapport de protection lorsque les porteuses de ces émetteurs ont la même fréquence (Recommandation UIT-R BS.560), à savoir le rapport de protection RF cocanal,  $A_{RF}$ , qui correspond au rapport de protection audiofréquence,  $A_{AF}$ . Dans le cas d'un signal numérique, sa fréquence nominale, et non la fréquence de la porteuse, est le paramètre à utiliser pour déterminer la différence de fréquence. Concernant les types d'occupation spectrale 2 et 3, la fréquence nominale correspond à la fréquence centrale du bloc MRFO; concernant les types 0 et 1, la fréquence centrale est décalée d'environ 2,2 et 2,4 kHz, respectivement, au-dessus de la fréquence nominale. Etant donné que le spectre du signal brouilleur est différent du spectre audiofréquence du signal analogique MA, les valeurs du rapport de protection RF relatif dans le cas d'un brouillage cocanal sont non nulles.

Pour adapter le Tableau 23 à un scénario de planification MA donné, il faut ajouter la valeur applicable du rapport de protection audiofréquence aux valeurs du tableau pour obtenir le rapport de protection RF requis (voir l'Appendice 2 à la présente Annexe). La valeur applicable peut être déterminée en tenant compte:

- pour la bande d'ondes décimétriques, le rapport de protection AF de 17 dB, qui a été adopté pour la planification de la radiodiffusion en ondes décimétriques par la CAMR HFBC-87, dans le cas de signaux MA brouillés par d'autres signaux MA;
- pour les bandes d'ondes kilométriques et hectométriques, le rapport de protection AF de 30 dB, qui a été adopté par la Conférence administrative régionale de radiodiffusion à ondes kilométriques et hectométriques (Régions 1 et 3) (Genève, 1975).

Lorsque le signal DRM est le signal utile, le rapport de protection audiofréquence en tant que paramètre de qualité de service doit être remplacé par le rapport  $S/I$  requis pour obtenir un certain TEB. Un TEB seuil de  $1 \times 10^{-4}$  est pris comme hypothèse pour les calculs (voir l'Annexe 1). Les valeurs du rapport de protection données dans les Tableaux 24 et 25 sont fondées sur la modulation MAQ-64 et le niveau de protection 1. Concernant les autres combinaisons, il faut ajouter les valeurs correctives du Tableau 26 aux valeurs du rapport  $S/I$  données dans les Tableaux.

## **Appendice 2 à l'Annexe 2**

### **Méthode de mesure et détermination des rapports de protection RF**

#### **1 Méthode de mesure conformément à la Recommandation UIT-R BS.559**

##### **1.1 Méthode de calcul**

Il a été décidé qu'il convient de déterminer les rapports de protection RF au moyen de la méthode de calcul décrite au § 2 du présent Appendice.

## 1.2 Puissance RF d'un signal MA/puissance RF d'un signal numérique

La puissance RF d'un signal MA est la puissance de la porteuse MA, tandis que la puissance RF d'un signal numérique est la puissance totale à l'intérieur de la largeur de bande du signal utile.

## 1.3 Caractéristiques du récepteur

### 1.3.1 Courbe de sélectivité du récepteur MA

Il a été décidé, pour le calcul des rapports de protection RF, de prendre la courbe de sélectivité d'un récepteur MA moderne (largeur de bande audiofréquence = 2,2 kHz; pente = 35 dB/octave). Cette décision découle du fait que l'influence sur les rapports de protection devrait être faible et que cette courbe de sélectivité n'est pas trop optimiste.

### 1.3.2 Récepteur numérique: rapports $S/I$ requis

Concernant le calcul des rapports de protection RF, il convient d'utiliser les rapports  $S/I$  mesurés pour le système numérique et de déclarer ces rapports conjointement avec les rapports de protection respectifs. Ainsi, les valeurs fournies pourront être revues ultérieurement, compte tenu des développements futurs.

## 1.4 Utilisation du gabarit spectral d'émetteur DRM

Comme les signaux numériques ne doivent pas brouiller davantage les émissions existantes que les signaux MA, il a été décidé que, pour le calcul des rapports de protection RF, il convient d'appliquer le gabarit spectral d'émetteur DRM mesuré.

## 1.5 Espacements fréquentiels

Il convient de donner les rapports de protection RF pour les espacements fréquentiels suivants:

- espacement des canaux de 9 kHz: 0 kHz, 9 kHz, 18 kHz
- espacement des canaux de 10 kHz: 0 kHz, 5 kHz, 10 kHz, 15 kHz, 20 kHz.

## 2 Détermination des rapports de protection RF pour la DSB dans les bandes au-dessous de 30 MHz attribuées à la radiodiffusion

### 2.1 Introduction

Concernant l'introduction d'un signal DRM dans un environnement existant, il faut s'assurer que le signal à modulation numérique ne brouillera pas davantage les autres stations MA que le signal MA qui est remplacé par le signal DRM. Par ailleurs, les brouillages causés par les stations MA existantes doivent être suffisamment bas pour assurer la fiabilité de réception du signal numérique. Par conséquent, des rapports de protection sont nécessaires pour les quatre cas suivants:

- réception de signaux MA brouillés par d'autres signaux MA (MA-MA);
- réception de signaux MA brouillés par des signaux à modulation numérique (MA-numérique);
- réception de signaux à modulation numérique brouillés par des signaux MA (numérique-MA);
- réception de signaux à modulation numérique brouillés par d'autres signaux à modulation numérique (numérique-numérique).

Concernant les rapports de protection RF, on peut soit les mesurer en utilisant directement la méthode décrite dans la Recommandation UIT-R BS.559 ou en utilisant une méthode adaptée, compte tenu des caractéristiques de modulation différentes, soit les calculer. En ce qui concerne le premier cas ci-dessus (MA-MA), des courbes de rapport de protection existent dans la Recommandation UIT-R BS.560. Afin de limiter le nombre de mesures complexes, et tant qu'il n'existe que quelques récepteurs pour signaux à modulation numérique, il sera peut-être utile de calculer les rapports de protection RF dans les autres cas. Le calcul des rapports de protection présente un avantage supplémentaire: les paramètres système appliqués peuvent facilement être modifiés.

Concernant la détermination des rapports de protection, un modèle de calcul a été élaboré sur la base d'une méthode numérique permettant de calculer les rapports de protection RF pour les systèmes de transmission MA et sur la base de la Recommandation UIT-R BS.559. Ce modèle permet d'obtenir, moyennant certaines hypothèses, des rapports de protection tout à fait analogues à ceux donnés dans la Recommandation UIT-R BS.560. Les différences entre les valeurs calculées pour le cas MA-MA et les courbes de rapport de protection de l'UIT sont négligeables (Tableau 30, deux dernières colonnes  $\Delta A_{RF}/\text{dB}$ ). On peut donc aussi utiliser ce modèle pour calculer les rapports de protection RF avec une précision suffisante dans le cas de signaux MA brouillés par des signaux DRM.

On peut aussi utiliser ce modèle pour calculer les rapports de protection RF dans le cas de signaux DRM brouillés par des signaux MA ou par d'autres signaux DRM, mais les incertitudes sont plus grandes car on ne connaît pas suffisamment la qualité de fonctionnement des récepteurs DRM ni l'influence de la porteuse MA sur la réception de signaux DRM.

## 2.2 Modèle de calcul

### 2.2.1 Méthode de calcul

Pour calculer les rapports de protection RF, on simule les émetteurs du signal utile et du signal brouilleur et on applique ces signaux avec différents espacements des canaux dans un récepteur modèle (voir la Fig. 4). Le rapport de protection RF requis correspond alors à la différence entre la réponse au signal brouilleur et la réponse au signal utile.

Pour calculer le brouillage total causé au signal utile, on additionne la puissance du brouillage causé par les bandes latérales du signal brouilleur et la puissance du brouillage causé par la porteuse RF (dans le cas de signaux MA).

Ce calcul conduit à des rapports de protection RF relatifs. Pour obtenir le rapport de protection RF absolu qui est nécessaire pour protéger le service MA existant, on ajoute le rapport de protection audiofréquence utile (voir le § 3.4) selon la formule suivante:

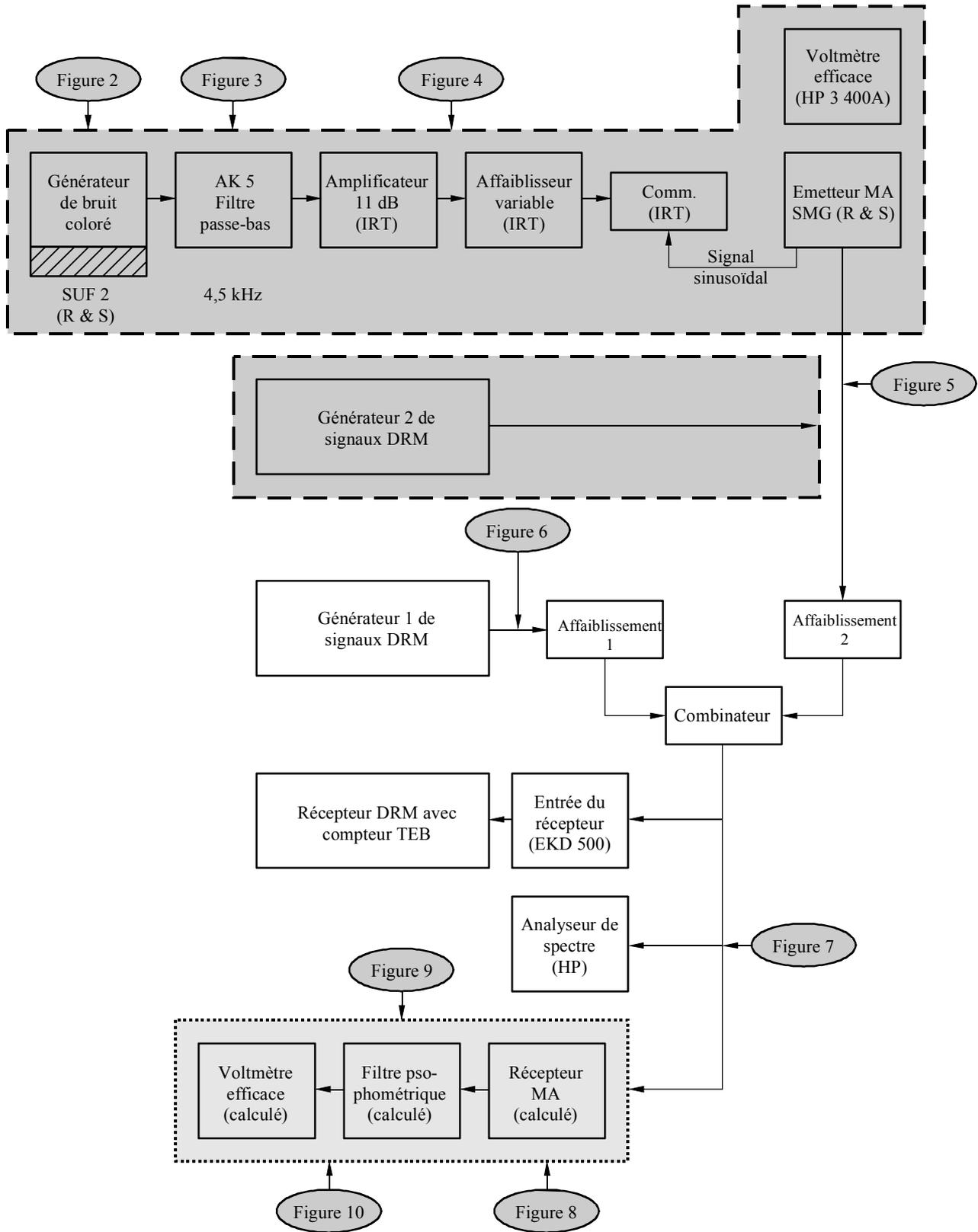
$$A_{RF} = A_{RF\_relative} + A_{AF} \quad (1)$$

Le rapport de protection RF dans le cas de signaux DRM est obtenu par un calcul analogue. Au lieu de prendre le rapport de protection AF, on utilise le rapport  $S/I$  requis (voir le § 3.7) pour un TEB donné:

$$A_{RF} = A_{RF\_relative} + S/I \quad (2)$$

FIGURE 4

Montage d'essai pour le calcul et/ou la mesure de rapports de protection RF



Ajouté en fonction des besoins

Simulé en cas de calcul

### 2.3 Modèle d'émetteur

L'ensemble complet des paramètres de l'émetteur utilisés pour le calcul est donné au § 3.

Dans le cas de signaux MA, on considère une modulation avec bruit coloré conformément à la Recommandation UIT-R BS.559 (voir le § 3.3), comme recommandé pour la mesure des rapports de protection pour les signaux MA. La distribution spectrale du signal rayonné découle du signal modulant, de la distorsion due aux harmoniques, de l'intermodulation, du filtre de l'émetteur et du plancher de bruit (voir les § 3.1 et 3.2).

Concernant les émetteurs à modulation numérique, on utilise les spectres mesurés des émetteurs DRM ou un spectre théorique répondant aux exigences relatives aux émissions hors bande (voir les § 3.1, 3.5 et 3.6).

### 2.4 Modèle de récepteur

L'ensemble complet des paramètres du récepteur utilisés pour le calcul est donné au § 3.

Pour vérifier la méthode de calcul concernant la réception de signaux MA, on utilise les caractéristiques du récepteur de mesure avec filtre passe-bande (voir le § 3.4 et la Fig. 11a). On pondère les composantes spectrales se trouvant dans la bande passante de ce récepteur conformément à la Recommandation UIT-R BS.468 (voir la Fig. 12) et on évalue leur puissance, en tant que signal utile ou brouilleur.

Un récepteur pour signaux à modulation numérique est caractérisé par sa sélectivité (voir les § 3.1 et 3.7). On évalue la puissance de toutes les composantes spectrales se trouvant dans la bande passante de ce récepteur, en tant que signal utile ou brouilleur.

### 2.5 Extension future du modèle de calcul

Il sera peut-être nécessaire d'étendre le modèle de calcul pour pouvoir calculer les rapports de protection RF dans le cas de signaux diffusés simultanément, ce qui conduit à cinq nouveaux cas de brouillage:

- réception de signaux MA brouillés par des signaux diffusés simultanément (MA-simultané);
- réception de signaux à modulation numérique brouillés par des signaux diffusés simultanément (numérique-simultané);
- réception de signaux diffusés simultanément brouillés par des signaux MA (simultané-MA);
- réception de signaux diffusés simultanément brouillés par des signaux à modulation numérique (simultané-numérique);
- réception de signaux diffusés simultanément brouillés par d'autres signaux diffusés simultanément (simultané-simultané).

### 3 Paramètres de système supposés

#### 3.1 Gabarits spectraux

Les gabarits spectraux pour les signaux MA sont fondés sur un modèle tenant compte de la distorsion non linéaire de l'émetteur et/ou du signal modulant ainsi que d'un certain plancher de bruit. Concernant les émetteurs à modulation d'amplitude, la distorsion due aux harmoniques du deuxième et du troisième ordre ainsi que l'intermodulation du troisième ordre sont incorporées dans le modèle de calcul. Concernant les émetteurs à modulation numérique, on utilise des spectres mesurés ou supposés.

Dans le cas d'un émetteur MA, on utilise, pour la conformation du spectre, un filtre passe-bas dont les paramètres sont donnés au § 3.2 (voir les Fig. 5, 6 et 7). La courbe de sélectivité du récepteur MA est donnée au § 3.4.

Pour les modèles d'émetteur et de récepteur MA, on a choisi les paramètres figurant aux § 3.2, 3.3 et 3.4 car ce sont les paramètres habituels pour les signaux MA, qui conduisent par ailleurs, dans le cas de signaux MA brouillés par d'autres signaux MA, aux rapports  $A_{RF}$  de la Recommandation UIT-R BS.560.

Les courbes de sélectivité du récepteur et les gabarits spectraux résultant des paramètres spécifiés dans les paragraphes qui suivent sont présentés graphiquement sur les Fig. 8, 9, 10 et 11.

#### 3.2 Emetteur MA (Fig. 5 à 8)

- puissance dans les bandes latérales:  $N_{sb} = N_c * m^2/2$
- puissance totale:  $N_{total} = N_c * (1 + m^2/2)$
- fréquence de coupure ou largeur de bande:  $F_{tx} = \pm 4,5$  kHz, autrement dit  $B = 9$  kHz
- pente du filtre audiofréquence passe-bas: 60 dB/octave, en commençant par 0 dB à  $F_{tx}$  (voir la Fig. 6)
- distorsion due aux harmoniques:  $k_2 = 0$      $k_3 = 0,7\%$  (–43 dB)
- intermodulation:  $d_3 = -40$  dB
- plancher de bruit: –60,3 dBc/kHz.

Avec les paramètres ci-dessus, le spectre RF calculé du signal MA est conforme au gabarit spectral figurant dans la Recommandation UIT-R SM.328.

#### 3.3 Modulation MA (Fig. 5 à 7)

- signal modulant: bruit coloré conforme à la Recommandation UIT-R BS.559
- profondeur de modulation:  $m_{moyenne\ quadratique} = 25\%$  (correspondant à un signal de programme avec compression normale)
- forte compression: augmentation de la puissance du signal modulant de 6,5 dB (pour cela, on peut utiliser un compresseur dont le gain de compression est de 15 dB et le taux de compression de 2:1).

### 3.4 Récepteur MA (Fig. 11a et 11b)

- courbe de sélectivité: comme pour le récepteur de mesure avec filtre passe-bande ou pour le récepteur MA moderne avec  $B = 4,4$  kHz, pente = 35 dB/octave<sup>5</sup>
- mesure du signal audio: valeur quadratique moyenne<sup>6</sup>
- rapport de protection audiofréquence: valeur souhaitée.

### 3.5 Emetteur de signaux numériques

- puissance dans les bandes latérales:  $N_{sb} = N_{total}$
- puissance de la porteuse:  $N_c = 0$
- largeur de bande:  $B = 9$  kHz ou 10 kHz.

### 3.6 Modulation numérique (Fig. 9a et 9b)

- spectre: défini par le signal d'émetteur mesuré ou par le gabarit spectral requis.

### 3.7 Récepteur de signaux numériques (Fig. 9a)

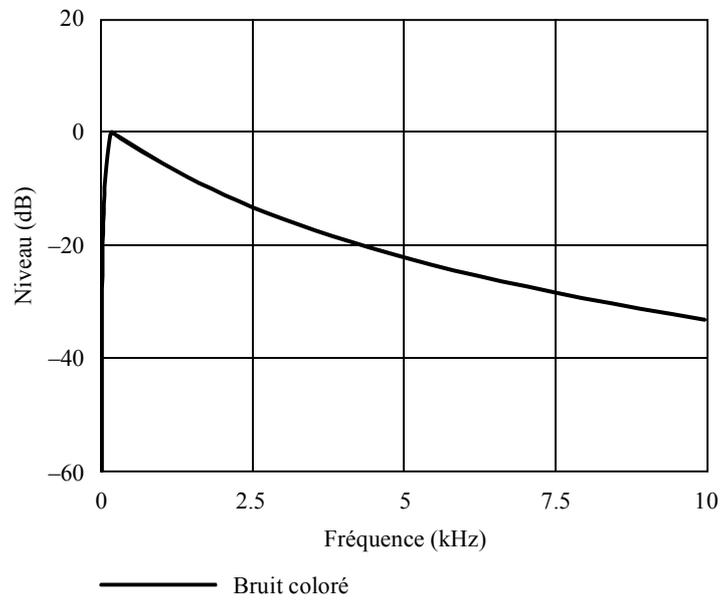
- largeur de bande:  $B = 9$  kHz ou 10 kHz
- courbe de sélectivité: spectre du récepteur (Fig. 2 et 3)
- rapport  $S/I$  requis:  $S/I$  requis pour obtenir un TEB de  $1 \times 10^{-4}$ , fonction du mode de fiabilité, du type d'occupation spectrale, du système de modulation et du niveau de protection.

---

<sup>5</sup> Comme récepteur MA moderne, on utilise un récepteur avec une largeur de bande audiofréquence de 2,2 kHz et une courbe de sélectivité dont la pente est de 35 dB/octave. On a alors un affaiblissement d'environ 41,5 dB pour un espacement fréquentiel de 5 kHz (voir la Fig. 11b). Le choix d'un tel récepteur est fondé sur des mesures réalisées par «Deutsche Welle» concernant 27 récepteurs MA entre 1989 et 1997.

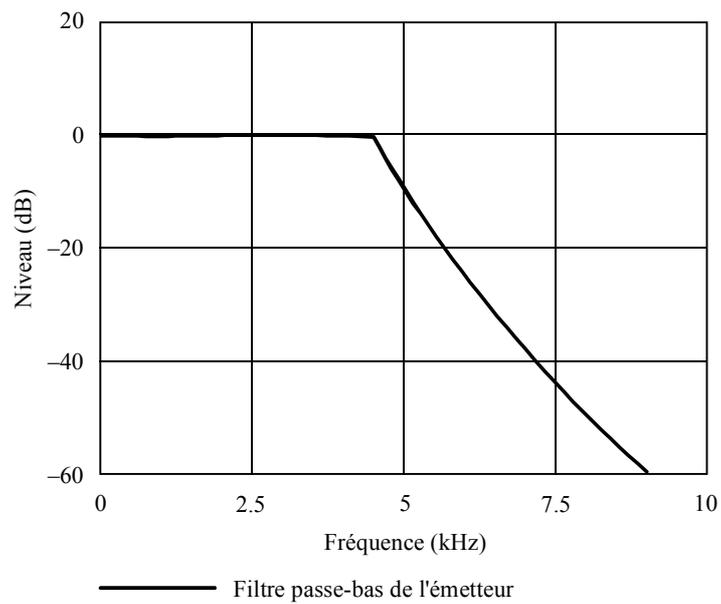
<sup>6</sup> Pondération psophométrique conformément à la Recommandation UIT-R BS.468.

FIGURE 5

**Caractéristique du filtre de conformation du bruit**

1615-05

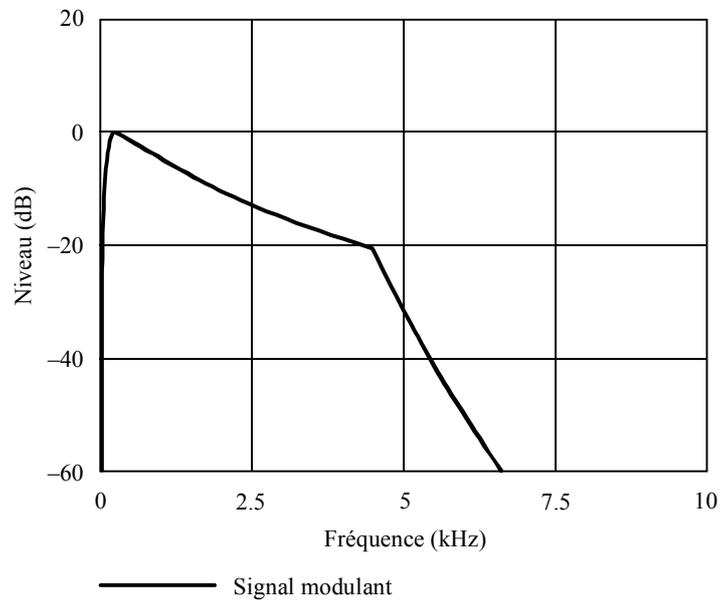
FIGURE 6

**Filtre passe-bas utilisé pour les signaux MA**

1615-06

FIGURE 7

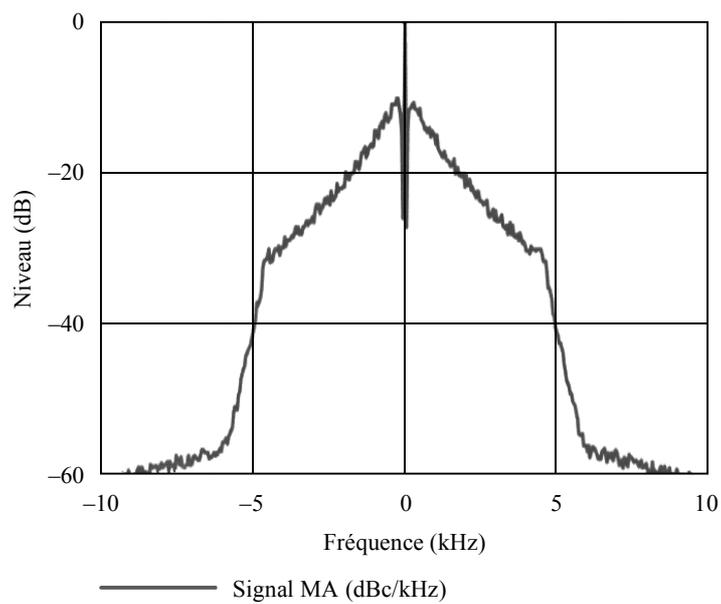
Signal modulant dans le cas de signaux MA



1615-07

FIGURE 8

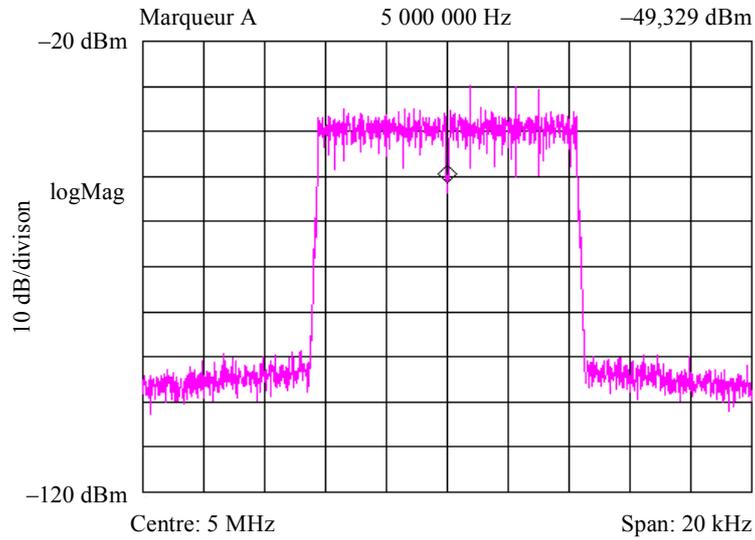
Signal MA modulé avec du bruit coloré



1615-08

FIGURE 9a

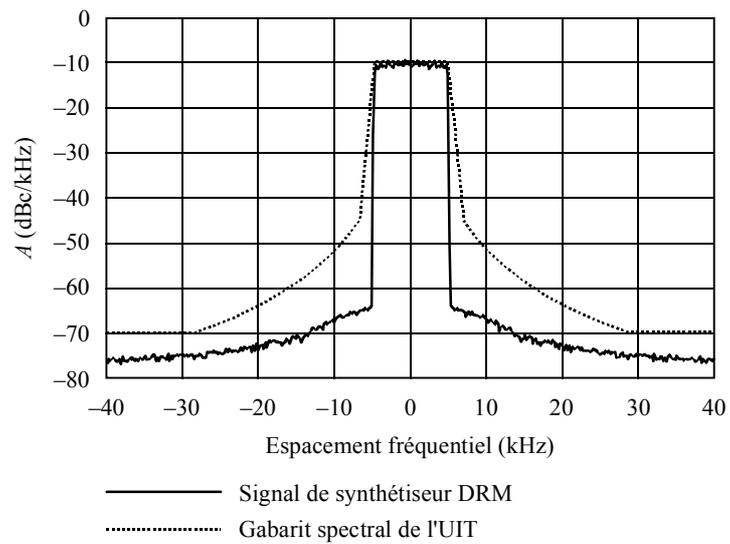
Signal de synthétiseur DRM (MAQ-64, 9 kHz)



1615-09a

FIGURE 9b

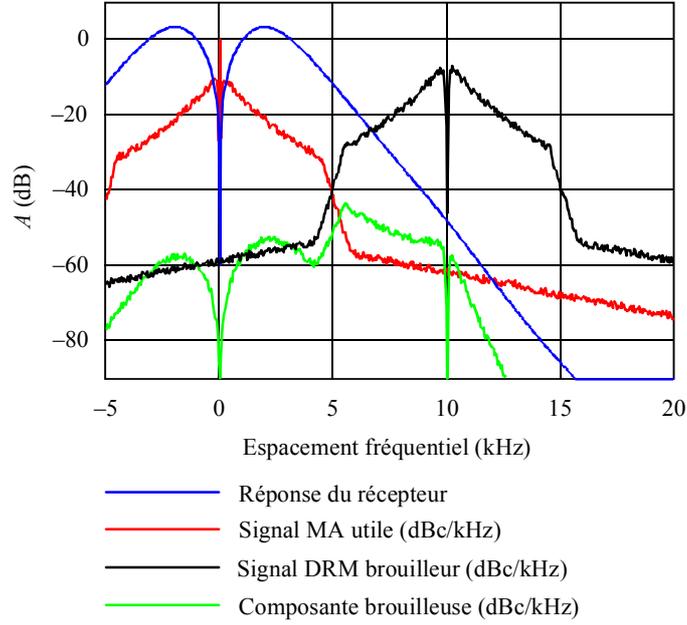
Signal de synthétiseur DRM (MAQ-64, 9 kHz)  
et gabarit spectral de l'UIT



1615-09b

FIGURE 10a

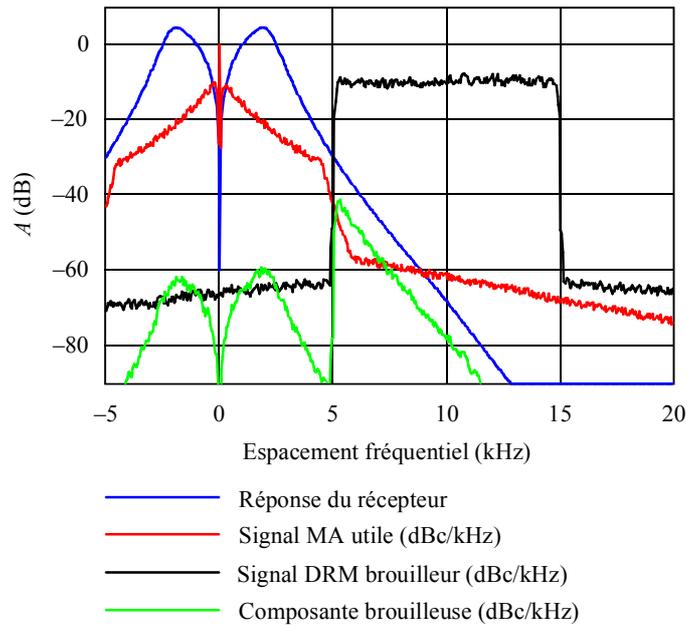
Signal MA brouillé par un autre signal MA



1615-10a

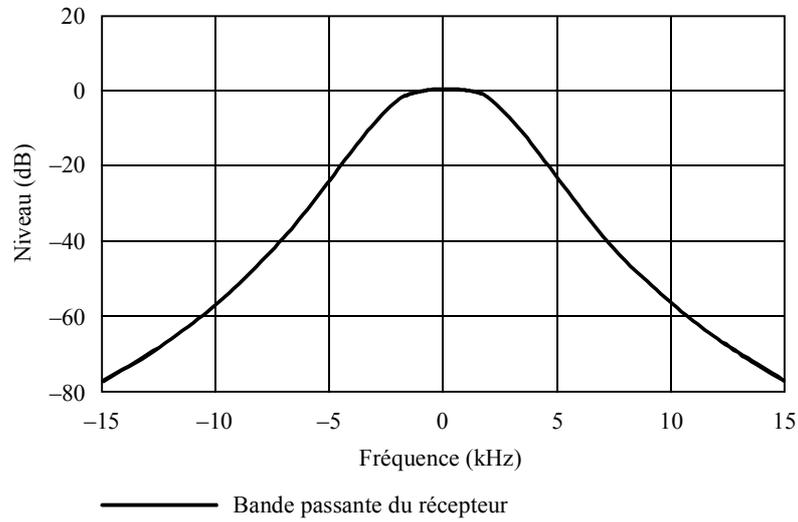
FIGURE 10b

Signal MA brouillé par un signal DRM



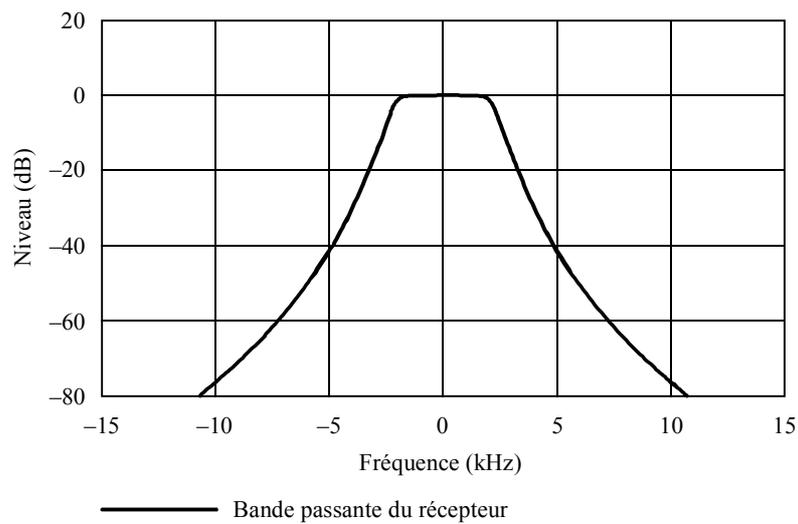
1615-10b

FIGURE 11a

**Courbe de sélectivité du récepteur de mesure avec filtre passe-bande**

1615-11a

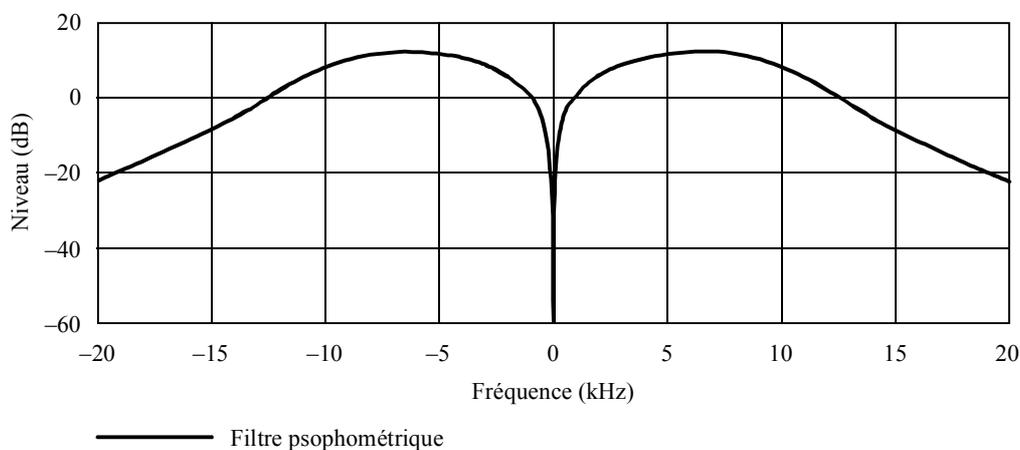
FIGURE 11b

**Courbe de sélectivité d'un récepteur MA moderne**

1615-11b

FIGURE 12

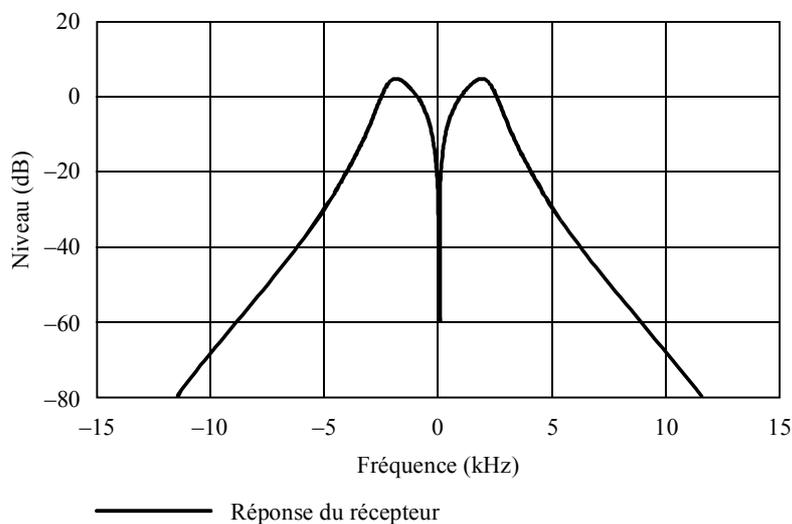
## Conformation du signal par un filtre psophométrique



1615-12

FIGURE 13

## Réponse du récepteur incluant courbe de sélectivité et filtre psophométrique



1615-13

#### 4 Vérification de la méthode de calcul

L'utilisation du modèle de calcul présenté, des paramètres système du § 3 et d'un rapport de protection audiofréquence de 30 dB conduit, dans le cas de signaux MA brouillés par d'autres signaux MA (MA-MA), aux résultats présentés dans le Tableau 30 et sur les Fig. 14 et 15. Les rapports de protection RF calculés sont donnés pour des espacements fréquentiels allant jusqu'à 20 kHz pour une compression normale et pour une forte compression des signaux MA émis. Sur la Fig. 14, seules les valeurs du rapport de protection RF relatif sont représentées.

TABLEAU 30

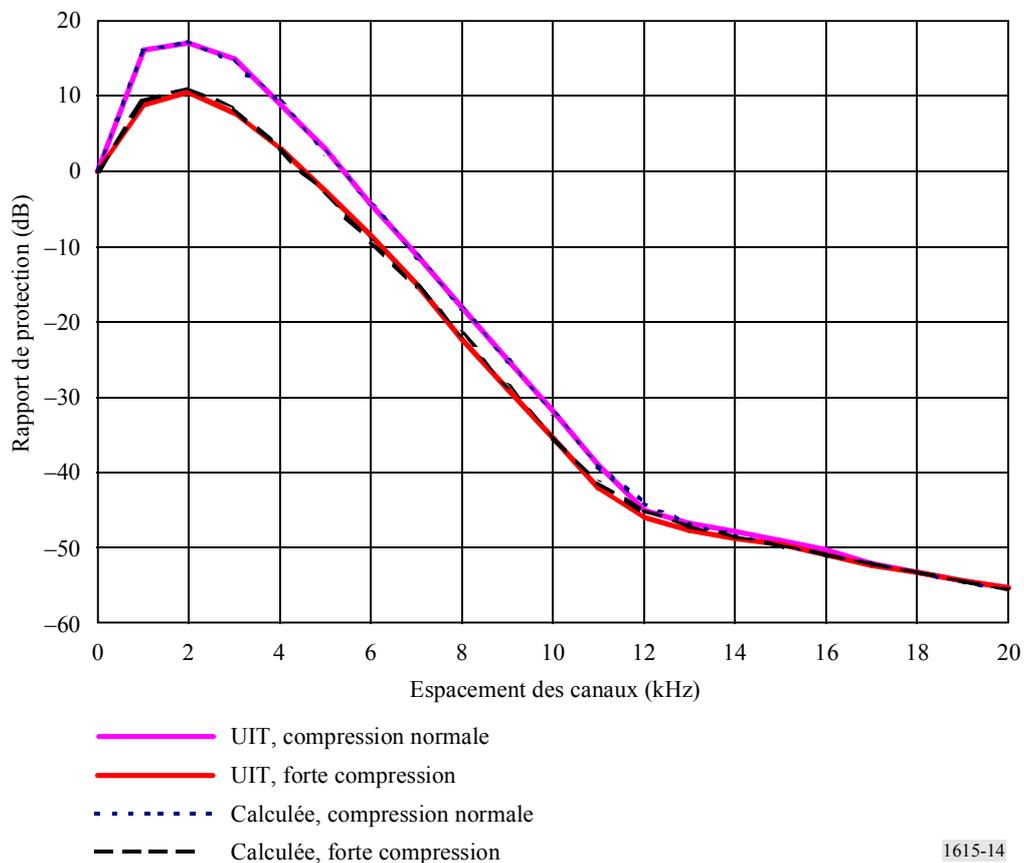
Rapports de protection RF calculés  $A_{RF}$  pour les signaux MA, valeurs UIT  $A_{ITU}$  et erreur de calcul  $\Delta A_{RI}$  pour les signaux MA

Utile: MA		Brouilleur: MA			$A_{AF}$ : 30 dB	
$\Delta f$ /kHz	$A_{RF}$ /dB		$A_{ITU}$ /dB		$\Delta A_{RI}$ /dB	
0	30	30	30	30	0	0
5	32,4	27	33	27,5	-0,6	-0,5
9	4,7	1,4	5	1	-0,3	0,4
10	-2,4	-5,4	-2	-5,5	-0,4	0,1
15	-19,6	-19,7	-19	-19,5	-0,6	-0,2
18	-23,3	-23,3	-23,3	-23,3	0	0
20	-25,6	-25,7	-25,4	-25,4	-0,2	-0,3
	Compression normale	Forte compression	Compression normale	Forte compression	Compression normale	Forte compression

La comparaison des valeurs calculées avec les rapports de protection RF de la Recommandation UIT-R BS.560 montre que l'erreur de calcul est inférieure à 0,6 dB.

FIGURE 14

Rapports de protection RF relatifs dans le cas de signaux MA brouillés par d'autres signaux MA



## 5 Application dans le cas de signaux à modulation numérique

La faible erreur de calcul relative à la détermination des rapports de protection RF dans le cas de signaux MA brouillés par d'autres signaux MA montre qu'on peut aussi utiliser cette méthode avec une précision suffisante pour calculer les rapports de protection RF dans le cas de signaux MA brouillés par des signaux à modulation numérique, sous réserve que le spectre du signal numérique brouilleur soit connu.

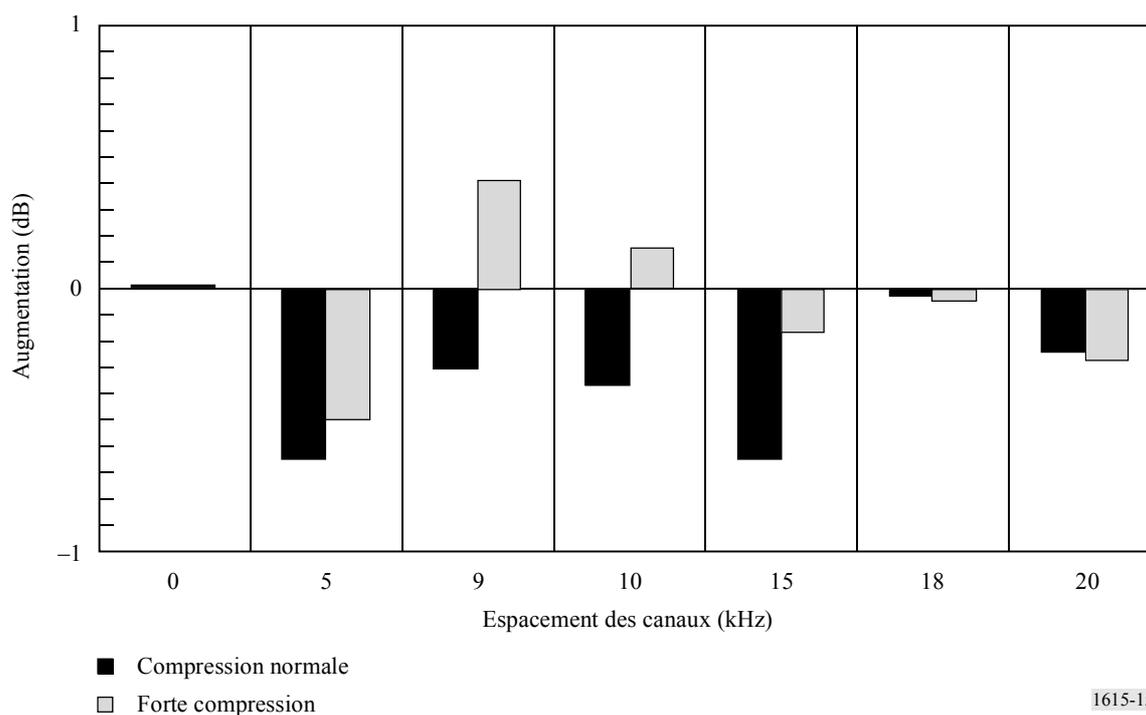
Dans le cas de signaux à modulation numérique brouillés par des signaux MA ou par d'autres signaux à modulation numérique, la courbe de sélectivité et les caractéristiques de démodulation du récepteur doivent être connues. Cette méthode ne peut donc être appliquée que dans certaines limites, par exemple sous réserve de rechercher l'influence de différents spectres sur la base de résultats de mesure connus.

## 6 Résumé

Le modèle de calcul décrit a été utilisé pour la détermination de rapports de protection RF pour la DSB dans les bandes au-dessous de 30 MHz attribuées à la radiodiffusion. La précision obtenue est suffisante aux fins de planification. Il convient, pour les calculs, d'utiliser des spectres d'émetteur mesurés ou un gabarit spectral répondant aux exigences relatives aux émissions hors bande. C'est uniquement en cas de besoin qu'il convient de vérifier les résultats de calcul et de les compléter par des résultats de mesure.

FIGURE 15

Erreur de calcul des rapports de protection RF dans le cas de signaux MA brouillés par d'autres signaux MA



## Annexe 3

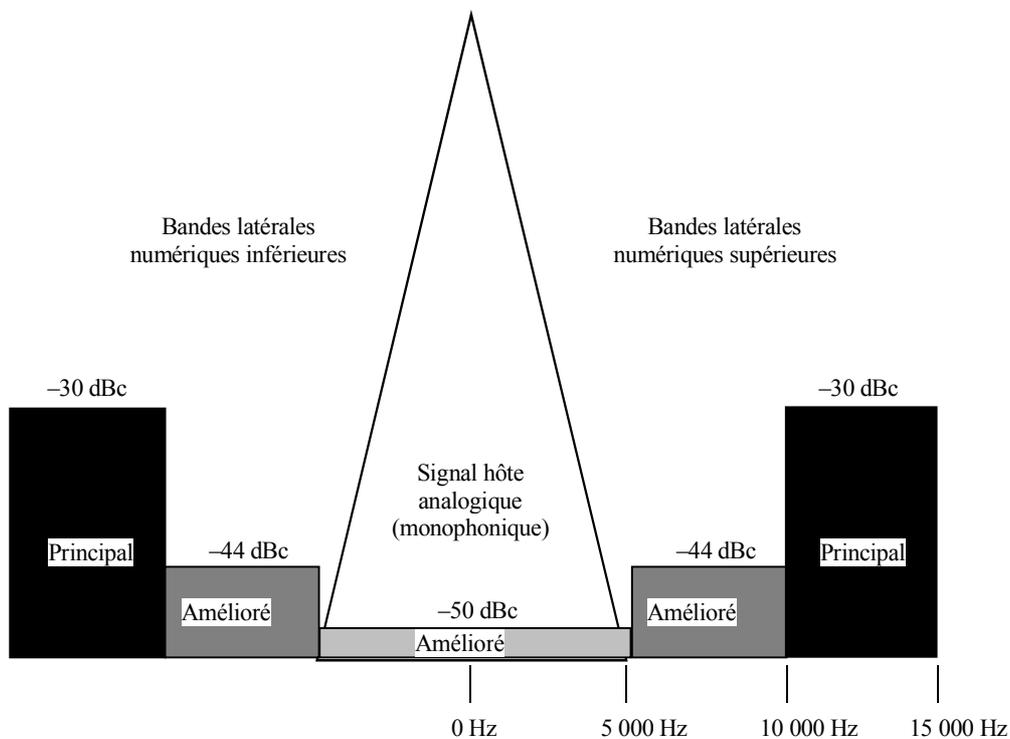
**Rapports de protection RF mesurés pour le système dans la même voie,  
dans la même bande (IBOC, *in band on-channel*) DSB  
dans la bande d'ondes hectométriques**

### 1 Introduction

Le système IBOC DSB a deux modes de fonctionnement: hybride et tout numérique. Il est conçu pour fonctionner dans le spectre analogique existant et il est donc conçu pour fonctionner avec les niveaux de brouillage qui existent actuellement. La qualité de fonctionnement du système IBOC DSB est essentiellement limitée par les brouillages causés par les émissions analogiques existantes et sa puissance est limitée de manière à assurer la protection des radiodiffusions dans les canaux adjacents.

Le terme «hybride» désigne la transmission simultanée d'un signal DSB analogique avec le signal numérique, comme représenté sur la Fig. 16. Cette Figure montre les diverses composantes numériques de faible puissance. Il s'agit des composantes «principales» situées dans la bande  $\pm 10$  à 15 kHz par rapport à la fréquence centrale du signal DSB et des composantes «améliorées» à l'intérieur du signal «principal» qui permettent d'améliorer la qualité du signal audio lorsque le rapport  $S/N$  le permet.

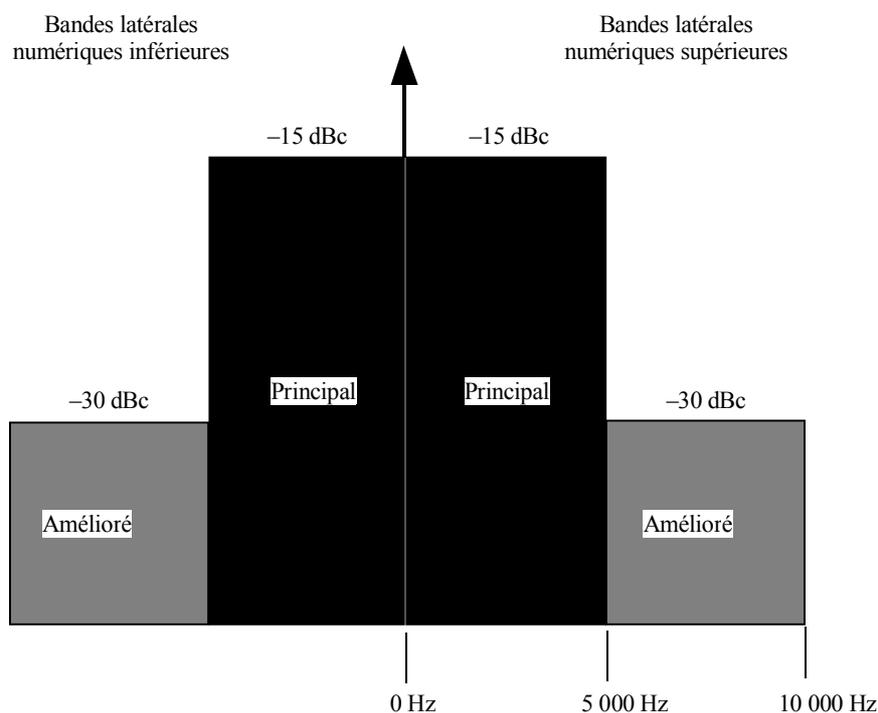
FIGURE 16  
Densité spectrale de puissance pour le mode hybride du  
système IBOC DSB en ondes hectométriques



1615-16

Le terme «tout numérique» désigne un signal uniquement numérique, dont le niveau de puissance et la composition spectrale sont donnés sur la Fig. 17.

FIGURE 17  
Densité spectrale de puissance pour le mode tout numérique du système IBOC DSB en ondes hectométriques



1615-17

## 2 Rapports de protection RF

Les Tableaux 31 à 33 découlent de mesures faites en laboratoire au moyen d'étages d'attaque IBOC de deuxième génération et de récepteurs de référence. Le signal brouilleur est un signal hybride dont la composante analogique est modulée par un bruit impulsif traité (+125, -99% de profondeur de modulation).

Les rapports signal utile/signal brouilleur sont exprimés pour le signal audio principal et pour le signal audio amélioré. Le rapport signal utile/signal brouilleur pour le signal audio amélioré correspond au point de passage au signal audio principal dans les modes hybride et tout numérique. Les rapports signal utile/signal brouilleur pour le signal audio principal correspondent au point de passage au signal analogique dans le mode hybride et au point de défaillance dans le mode tout numérique.

TABLEAU 31

### Rapports de protection RF Composante numérique d'un signal hybride brouillé par un autre signal hybride

Brouilleur hybride	Audio principal (dB)	Audio amélioré (dB)
Cocanal	9,2	11,0
Premier canal adjacent	-14,5	6,8
Deuxième canal adjacent <sup>(1)</sup>	-62,5	-44

<sup>(1)</sup> Dans le cas d'émissions dans le deuxième canal adjacent, la principale source de défaillance pour le signal audionumérique principal est une surcharge dans l'étage d'entrée.

TABLEAU 32

**Rapports de protection RF**  
**Composante numérique d'un signal hybride brouillé par un signal tout numérique**

<b>Brouilleur hybride</b>	<b>Principal (dB)</b>	<b>Amélioré (dB)</b>
Cocanal	1,75	1,5
Premier canal adjacent	-14,25	7,0
Deuxième canal adjacent <sup>(1)</sup>	-62,5	-44,5

<sup>(1)</sup> Dans le cas d'émissions dans le deuxième canal adjacent, la principale source de défaillance pour le signal audionumérique principal est une surcharge dans l'étage d'entrée.

TABLEAU 33

**Rapports de protection RF**  
**Signal tout numérique brouillé par un autre signal tout numérique**

<b>Brouilleur numérique</b>	<b>Principal (dB)</b>	<b>Amélioré (dB)</b>
Cocanal	12	12
Premier canal adjacent <sup>(1)</sup>	-23/-29	-23/-29
Deuxième canal adjacent <sup>(2)</sup>	-	-

<sup>(1)</sup> Le système a des difficultés d'acquisition avec un brouilleur dans le premier canal adjacent tel que le rapport signal utile/signal brouilleur est supérieur à -23 dB. Toutefois, une fois l'acquisition réalisée, le rapport signal utile/signal brouilleur peut être augmenté jusqu'à -29 dB avant défaillance.

<sup>(2)</sup> Dans le cas d'émissions dans le deuxième canal adjacent, la principale source de défaillance pour le signal audionumérique principal et amélioré est une surcharge dans l'étage d'entrée.

### 3 Espacement des canaux

Les rapports de protection donnés dans cette Recommandation sont fondés sur un espacement des canaux de 10 kHz. Les modifications à apporter à ces rapports de protection pour d'autres espacements de canaux seront publiées lorsque les mesures en laboratoire seront terminées.

### 4 Planification nocturne et protection dans le cas de l'onde ionosphérique

Les rapports de protection donnés dans cette Recommandation, représentatifs d'un régime permanent, devraient convenir pour la planification diurne. Les administrations souhaiteront peut-être prendre en considération un facteur additionnel afin de compenser les évanouissements associés à l'onde ionosphérique.

### 5 Conclusion

Le fonctionnement du système en présence d'émissions dans le même canal ou dans un canal adjacent montre que le système est fiable et capable de fonctionner dans l'environnement analogique existant.