

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BS.1660-9
(12/2022)

**Bases techniques de la planification de la
radiodiffusion sonore numérique de Terre
dans la bande des ondes métriques**

Série BS
Service de radiodiffusion sonore



Union
internationale des
télécommunications

Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en œuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	Vocabulaire et sujets associés

Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2023

© UIT 2023

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

RECOMMANDATION UIT-R BS.1660-9*

Bases techniques de la planification de la radiodiffusion sonore numérique de Terre dans la bande des ondes métriques

(Question UIT-R 56-3/6)

(2003-02/2005-11/2005-2006-05/2011-12/2011-2012-2015-2019-2022)

Domaine d'application

Cette Recommandation décrit les critères de planification qui pourraient être utilisés pour la planification de la radiodiffusion sonore numérique de Terre dans la bande des ondes métriques, dans le cas des systèmes numériques A, F, G et C décrits dans la Recommandation UIT-R BS.1114.

Mots clés

Radiodiffusion sonore numérique, DAB, ISDB-T_{SB}, IBOC, HD Radio, DRM

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) les Recommandations UIT-R BS.774 et UIT-R BS.1114;
- b) le Manuel de l'UIT-R – Radiodiffusion sonore numérique de Terre et par satellite à destination de récepteurs fixes, portatifs ou placés à bord de véhicules en ondes métriques et décimétriques;
- c) le Rapport UIT-R BS.2214 – Paramètres de planification pour les systèmes de radiodiffusion sonore numérique de Terre dans les bandes d'ondes métriques,

recommande

d'utiliser pour la planification de la radiodiffusion sonore numérique de Terre dans la bande d'ondes métriques, les critères de planification décrits dans l'Annexe 1 pour le système numérique A, dans l'Annexe 2 pour le système numérique F, dans l'Annexe 3 pour le système numérique G et dans l'Annexe 4 pour le système numérique C.

* L'Administration de la République arabe syrienne n'est pas en mesure d'accepter le contenu de cette Recommandation, ni de l'utiliser comme base technique pour la planification de la radiodiffusion sonore dans la bande des ondes métriques, lors des prochaines Conférences régionales des radiocommunications chargées de planifier le service de radiodiffusion numérique de Terre dans certaines parties des Régions 1 et 3.

TABLE DES MATIÈRES

Page

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR).....	ii
Annexe 1 Bases techniques de la planification du système A de radiodiffusion sonore numérique de Terre (DAB) dans la bande des ondes métriques	5
1 Considérations générales	5
2 Modes de réception et valeurs du rapport C/N associées	5
3 Gain d'antenne	6
4 Affaiblissement dans le système d'alimentation.....	7
5 Marge pour le bruit artificiel (MMN).....	7
6 Hauteur pour la prévision de la couverture	7
7 Affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments.....	8
8 Affaiblissement dû à la pénétration dans les véhicules (voiture)	9
9 Pourcentages d'emplacements	9
9.1 Facteur de correction pour les emplacements.....	9
9.2 Facteurs de correction pour les emplacements pour les différents modes de réception	10
9.3 Marge de correction en fonction de l'emplacement.....	11
10 Propriétés du récepteur	12
10.1 Facteur de bruit du récepteur	12
10.2 Niveaux minimaux du signal à l'entrée du récepteur.....	12
11 Calcul des niveaux de signal et du rapport de protection	13
11.1 Niveaux de signal pour la planification	13
11.2 Rapports de protection.....	17
12 Rayonnements non désirés	19
12.1 Gabarits spectraux pour les émissions hors bande du système DAB	19
Bibliographie.....	21
Annexe 2 Bases techniques de la planification du Système F de radiodiffusion sonore numérique de Terre (ISDB-T _{SB}) dans la bande des ondes métriques.....	21
1 Considérations générales	21
2 Gabarits spectraux pour les émissions hors bande	21

3	Utilisation des fréquences.....	22
3.1	Définition d'un sous-canal	22
3.2	Bandes de garde	23
4	Champ minimal utilisable.....	23
5	Protection des signaux ISDB-T _{SB}	33
5.1	Signal ISDB-T _{SB} brouillé par un signal ISDB-T _{SB}	33
5.2	Signal ISDB-T _{SB} brouillé par un signal de télévision analogique (NTSC)	35
5.3	Signal de télévision analogique (NTSC) brouillé par un signal ISDB-T _{SB}	37
5.4	Signal ISDB-T _{SB} brouillé par des services autres que la radiodiffusion	37
	Pièce jointe 1 à l'Annexe 2 Calcul de la densité maximale du champ brouilleur dans le cas d'un brouillage causé par des services autres que la radiodiffusion	38
	Annexe 3 Bases techniques de la planification du système de radiodiffusion sonore numérique de Terre DRM (Système G) dans la bande des ondes métriques	39
1	Considérations générales	39
2	Modes de réception.....	40
2.1	Réception sur antenne fixe.....	40
2.2	Réception sur antenne portative.....	40
2.3	Réception mobile	41
3	Facteurs de correction pour les prévisions du champ.....	41
3.1	Fréquences de référence	41
3.2	Gain d'antenne	41
3.3	Affaiblissement dans la ligne d'alimentation.....	42
3.4	Facteur de correction de l'affaiblissement dû à la hauteur.....	42
3.5	Affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments.....	43
3.6	Marge pour le bruit artificiel.....	44
3.7	Facteur d'affaiblissement dû à la mise en œuvre	45
3.8	Facteurs de correction de la variabilité en fonction de l'emplacement	45
3.9	Discrimination de polarisation.....	47
4	Paramètres du système DRM pour les prévisions du champ.....	47
4.1	Modes et débits de codage pour les calculs	47
4.2	Paramètres MROF relatifs à la propagation	48
4.3	Capacité de fonctionnement monofréquence.....	48

5	Niveau de puissance minimal à l'entrée du récepteur.....	48
6	Champ utile minimal utilisé aux fins de la planification.....	50
6.1	Calcul du niveau minimal du champ médian	50
6.2	Valeur minimale du champ médian pour la Bande d'ondes métriques I	52
6.3	Valeur minimale du champ médian pour la Bande II des ondes métriques	53
6.4	Valeur minimale du champ médian pour la Bande III des ondes métriques	55
7	Position des fréquences DRM	56
8	Rayonnements non désirés	57
8.1	Gabarit spectral hors bande	57
8.2	Rapport de protection	59
	Bibliographie.....	64
	Annexe 4 Base technique pour la planification du système C de radiodiffusion sonore numérique de Terre (HD Radio) dans la Bande II des ondes métriques	64
2.1	Configurations du système HD radio	65
3	Paramètres d'analyse.....	69
3.1	Modes de réception.....	69
3.2	Facteurs de correction liés à l'emplacement de réception.....	71
3.3	Facteurs de correction liés à la conception	76
3.4	Modèles de canaux et marges de protection contre les évanouissements.....	78
4	Analyse du champ requis.....	79
4.1	Rapport C/N minimal.....	79
4.2	Facteur de bruit intégré de récepteur	80
4.3	Champ minimum utile utilisé pour la planification	81
	Pièce jointe 1 à l'Annexe 4 Calcul du niveau du champ médian minimal – approche intégrée	84
	Pièce jointe 2 à l'Annexe 4 Modèles de canaux	87
	Pièce jointe 3 à l'Annexe 4 IBOC – Conversion de C/N_0 en S/N	89
	Bibliographie.....	90

Annexe 1

Bases techniques de la planification du système A de radiodiffusion sonore numérique de Terre (DAB) dans la bande des ondes métriques

1 Considérations générales

La présente Annexe décrit les critères de planification qui pourraient être utilisés pour la planification du système de radiodiffusion sonore numérique DAB. Le Rapport UIT-R BS.2214 fournit des détails complémentaires sur les principaux éléments nécessaires pour planifier et concevoir un réseau DAB.

La dernière version de la norme DAB, ETSI EN 300 401 V2.1.1, ne couvre que la bande d'ondes métriques, qui comprend les bandes I, II et III. Dans la présente Recommandation, seule la Bande III, pour laquelle on utilise une fréquence de référence de 200 MHz, est prise en compte.

L'utilisation du terme «DAB» dans la présente Recommandation concerne les systèmes DAB et DAB+. En cas de différence dans l'impact sur les critères de planification entre les deux systèmes, c'est indiqué.

L'antenne de réception, qui est supposée être représentative de celles utilisées en réception mobile ou portative, a une hauteur de 1,5 m au-dessus du niveau du sol, est omnidirectionnelle et son gain est légèrement inférieur à celui d'un doublet.

La méthode de prévision du champ repose sur des courbes pour 50% des emplacements, 50% du temps pour le signal utile et 50% des emplacements et 1% du temps pour le signal brouilleur.

On se reportera à la Recommandation UIT-R BT.655 pour les calculs relatifs aux brouillages troposphériques (1% du temps) et aux brouillages continus (50% du temps).

Pour les services DAB, le pourcentage requis des emplacements dépend du mode de réception pris en compte.

Les courbes de propagation utilisées pour la planification sont établies pour une hauteur d'antenne de réception de 10 m au-dessus du sol, alors qu'un service DAB sera essentiellement prévu pour une réception mobile, c'est-à-dire avec une hauteur apparente d'antenne de réception d'environ 1,5 m. Une marge d'affaiblissement dû à la hauteur est nécessaire pour convertir le champ minimal requis pour la DAB avec une hauteur d'antenne de véhicule de 1,5 m en la valeur correspondant à une hauteur de 10 m.

2 Modes de réception et valeurs du rapport *C/N* associées

Généralement, les réseaux radioélectriques sont planifiés en s'appuyant sur la réception fixe sur le toit, l'antenne de réception étant montée 10 m au-dessus du sol. On ne considère toutefois généralement pas ce scénario comme un scénario de réception pour la planification des réseaux DAB. La plupart du temps, les réseaux DAB sont planifiés pour une réception mobile ou portable et à l'intérieur de la zone de service du service portable ou mobile, la réception fixe sur le toit est garantie. Dans la présente Recommandation, les paramètres pour la réception fixe sur le toit ne sont donc pas donnés.

Six modes de réception sont pris en compte dans la présente Recommandation. Le Tableau 1 contient une liste de ces modes et des scénarios de réception portable et mobile vers les dispositifs portatifs, les dispositifs radioélectriques de cuisine et les dispositifs installés à bord de véhicules. Tous supposent le recours à une réception à pas moins de 1,5 m au-dessus du niveau du sol.

La valeur du rapport C/N associée à chaque mode de réception figure également dans le Tableau 1. Les valeurs du rapport C/N pour les ensembles DAB visant à acheminer les sous-canaux à protection EEP sont déterminées par un ensemble de mesures fondées sur des récepteurs DAB+ choisis de manière arbitraire et deux profils différents pour la réception mobile et portable. Les deux profils de Rayleigh sont Typical Urban 12, TU 12 (vitesse 25 km/h, douze mesures) et Rural Area 6, RA 6 (vitesse 120 km/h, six mesures).

TABLEAU 1

Modes de réception et valeurs du rapport C/N associées

	Mode de réception	C/N (dB)	Modèle de canal
1	Réception mobile/milieu rural (MO)	12,6	RA 6
2	Réception portable en extérieur/milieu suburbain (PO)	11,9	TU 12
3	Réception portable en intérieur/milieu rural (PI)	11,9	TU 12
4	Réception portable en extérieur sur dispositif portable/milieu suburbain/ Antenne externe (PO-H/Ext)	11,9	TU 12
5	Récepteur portable en intérieur sur dispositif portable/milieu urbain/ Antenne externe (PI-H/Ext)	11,9	TU 12
6	Réception mobile portable/milieu rural/ Antenne externe (MO-H/Ext)	12,6	RA 6

3 Gain d'antenne

Le Tableau 2 résume les gains d'antenne pour les récepteurs DAB dans la Bande III pour les modes de réception énumérés au § 2:

- réception mobile (à bord d'un véhicule) au moyen d'une antenne intégrée à l'extérieur du véhicule;
- réception portable au moyen d'un type de récepteur autonome (radio de plan de travail ou de cuisine) avec antenne intégrée (pliée ou télescopique);
- réception portable au moyen d'une antenne externe (par exemple casque d'écoute filaire ou antenne télescopique);
- réception portable dans un véhicule mobile au moyen d'une antenne externe (par exemple antenne télescopique ou casque d'écoute filaire).

TABLEAU 2
Gains d'antenne G_D

200 MHz		
Mode de réception	Type d'antenne	Gain d'antenne G_D (dBd)
Réception mobile (à bord d'un véhicule) (MO)	Antenne adaptée	-5 à -10
Réception portable (PO, PI)	Intégrée	-8 à -10
Réception portable sur dispositif portatif (PO-H, PI-H, MO-H)	Externe ⁽¹⁾	-13

⁽¹⁾ Antennes télescopiques ou casques d'écoute filaires

4 Affaiblissement dans le système d'alimentation

L'affaiblissement dans le système d'alimentation est généralement faible pour les cas d'utilisation de réception pour la radiodiffusion DAB. On suggère d'utiliser un affaiblissement dans le système d'alimentation de 0 dB pour les cas de réception portables, portatifs et mobiles.

5 Marge pour le bruit artificiel (MMN)

L'effet du bruit artificiel (MMN) reçu par l'antenne sur la qualité de fonctionnement du système doit être pris en compte dans la mesure où il a un impact sur les calculs des valeurs cibles du champ pour la couverture. On trouvera dans le Tableau 3 les valeurs pour différents gains d'antenne et scénarios de réception types.

TABLEAU 3
 P_{mmn} en dB en fonction du gain d'antenne ($F_r = 6$ dB, $f = 200$ MHz)

Gain d'antenne (dBd)	-5	-8	-13
Rural	0,9	0,5	0,2
Résidentiel/suburbain	2,5	1,5	0,5
Intérieur urbain	7,6	5,3	2,4

Ces dernières années, une augmentation du bruit artificiel a été constatée et l'on peut s'attendre à d'autres augmentations avec l'introduction de nouveaux appareils électroniques, notamment les leds. En raison de ces changements permanents, les niveaux de bruit artificiel doivent faire l'objet d'une surveillance, et les études et les mesures du bruit artificiel doivent être poursuivies.

6 Hauteur pour la prévision de la couverture

Le facteur de correction pour l'affaiblissement dû à la hauteur de 10 m à 1,5 m peut être directement tiré des Actes finals GE06, § 3.2.2.1 du Chapitre 3 de l'Annexe 2 (Considérations relatives à l'affaiblissement dû à la hauteur). Ce facteur dépend de la fréquence et de l'environnement de réception.

Aux fins de la planification, les valeurs de l'affaiblissement dû à la hauteur peuvent être calculées au moyen des hauteurs d'obstacles pour le pays ou la zone en question en fonction de la méthode de l'UIT figurant dans la Recommandation UIT-R P.1546.

7 Affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments

La réception portable peut se faire en extérieur et en intérieur. À l'intérieur, le champ est affaibli de manière non négligeable, d'une quantité qui dépend des matériaux, du mode de construction et de l'orientation du bâtiment. Le rapport, exprimé en décibels (dB), entre le champ moyen à l'intérieur d'un bâtiment, à une hauteur donnée au-dessus du niveau du sol, et le champ moyen à l'extérieur du même bâtiment, à la même hauteur au-dessus du niveau du sol est l'affaiblissement moyen dû à la pénétration dans les bâtiments.

Récemment, le problème de l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments (BEL, *building entry loss*) a été à nouveau abordé. L'un des résultats majeurs des enquêtes récentes est l'observation qu'il faut faire une distinction essentielle entre les bâtiments équipés de fenêtres métalliques et d'autres équipements visant à assurer les performances énergétiques des bâtiments et ceux qui ne le sont pas. On trouvera des indications sur la méthode de calcul de l'affaiblissement BEL dans la Recommandation UIT-R P.2109.

La Recommandation UIT-R P.2109 contient des équations permettant de calculer les distributions de l'affaiblissement BEL (voir la Fig. 1) qui couvrent tous les types d'environnements de réception, qu'il s'agisse d'une pièce avec une fenêtre donnant sur l'extérieur, d'un emplacement situé au fond d'un bâtiment, ou de différents types de bâtiments. Aux fins de planification de la couverture, l'affaiblissement BEL doit être calculé en fonction de l'environnement (zone suburbaine, zone urbaine ou autre) et selon que la couverture est prévue pour un récepteur situé dans une pièce avec une fenêtre donnant sur l'extérieur ou au fond d'un bâtiment. Bien que les décisions relatives à l'affaiblissement BEL à utiliser dans le cadre de la planification dépendent des conditions locales, on peut fixer l'affaiblissement maximal dans une situation donnée en limitant la probabilité. On considère que les valeurs pour la probabilité indiquées dans le Tableau 4 sont généralement applicables pour la planification.

FIGURE 1

Fonction de distribution cumulative (CDF) de l'affaiblissement BEL selon la Recommandation UIT-R P.2109

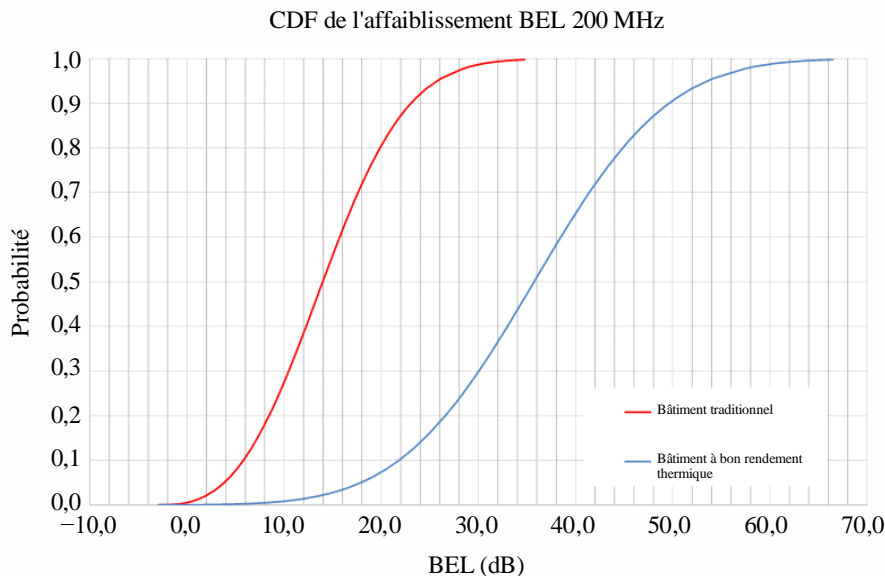


TABLEAU 4

Probabilité relative à l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments pour la radiodiffusion applicable à la planification dans la Bande III selon la Recommandation UIT-R P.2109

Type de bâtiment	Environnement	Probabilité pour que l'affaiblissement BEL ne soit pas dépassé	Affaiblissement BEL max à 200 MHz
Traditionnel	Zone suburbaine	50%	14,0 dB
Traditionnel	Zone urbaine	70%	17,6 dB

8 Affaiblissement dû à la pénétration dans les véhicules (voiture)

Une étude¹ met en évidence des affaiblissements dus à la pénétration dans les voitures de 8 dB avec un écart type associé de 2 dB, en fonction de mesures réalisées à 800 MHz. En raison du manque d'enquêtes concernant l'affaiblissement dû à la pénétration dans les voitures et de sa variation en fonction de la fréquence, c'est la même valeur qui est prise pour la Bande III. On s'attend, en outre, à ce que la valeur de 8 dB ne suffise pas pour évaluer l'affaiblissement dû à la pénétration dans les trains.

9 Pourcentages d'emplacements

9.1 Facteur de correction pour les emplacements

Pour obtenir les niveaux des signaux en vue de la planification, par exemple le champ minimal nécessaire pour assurer la réception pour un pourcentage plus important d'emplacements, il convient d'appliquer un facteur de correction pour les emplacements C_1 . Pour calculer ce facteur de correction, on suppose une distribution log-normale du signal reçu en fonction de l'emplacement.

Le facteur de correction pour les emplacements C_1 peut être calculé au moyen de l'équation (1):

$$C_1 = \mu \times \sigma \quad (1)$$

où:

- σ : écart type de la distribution du champ
- μ : facteur de la distribution normale.

Les valeurs pour certains cas d'utilisation sont indiquées ci-dessous:

¹ Mesures des caractéristiques d'affaiblissement dû à la pénétration dans les véhicules à 800 MHz. 48ème IEEE Vehicular technology Symposium (Symposium sur les technologies de véhicules), mai 1998.

TABLEAU 5

Valeurs du facteur de la distribution normale pour les valeurs généralement utilisées de pourcentage d'emplacements

Facteur de la distribution normale μ	Pourcentage d'emplacements (%)
0,00	50
0,52	70
1,28	90
1,64	95
2,33	99

D'autres valeurs de μ pour d'autres pourcentages d'emplacements² se trouvent dans le tableau de la distribution normale figurant dans la Recommandation UIT-R P.1546.

Il convient d'appliquer des valeurs différentes pour μ et σ , en fonction du mode de réception.

9.2 Facteurs de correction pour les emplacements pour les différents modes de réception

Plusieurs modes de réception sont définis au § 2:

MO: réception mobile standard;

PO: réception portable standard en extérieur;

PI: réception portable standard en intérieur;

PO-H/Ext: réception portable sur dispositif portatif en extérieur, avec antenne externe;

PI-H/Ext: réception portable sur dispositif portatif en intérieur, avec antenne externe;

MO-H/Ext: réception mobile sur dispositif portatif, avec antenne externe.

Dans de nombreux cas, le facteur de correction pour les emplacements dépend non seulement de la variation en fonction de l'emplacement mais aussi de l'écart type des pertes supplémentaires telles que l'affaiblissement dû à la pénétration dans les véhicules. Quand tel est le cas, l'écart type se calcule au moyen de la formule suivante:

$$\sigma_{res} = \sqrt{(\sigma_{LV}^2 + \sigma_{OL}^2)} \quad (2)$$

Les valeurs utilisées pour les différents modes de réception figurent dans le Tableau 6. Pour la réception à l'intérieur d'un bâtiment, les valeurs sont fondées sur l'affaiblissement dû à la pénétration mesurée dans les bâtiments traditionnels (voir le § 7).

² La fonction Excel = normsinv(x) où x = valeur a > 0 et < 1 fournit des valeurs pour μ .

TABLEAU 6

**Calculs des valeurs de correction en fonction de l'emplacement
pour les différents modes de réception**

Mode de réception	Qualité de service	Variation en fonction de l'emplacement σ_{LV} (dB)	Variation des autres pertes σ_{OL} (dB)	Écart type composite pour la variation en fonction de l'emplacement σ_{res} (dB)	Probabilité de couverture des emplacements %	Valeur du facteur de distribution μ	Facteur de correction en fonction de l'emplacement C_1 (dB) ³	Commentaires
1. MO (rural)	Bon	4,0	0	4,0	99	2,33	9,32	
	Acceptable	4,0	0	4,0	90	1,28	5,12	
2. PO (suburbain)	Bon	4,0	0	4,0	95	1,64	6,56	
	Acceptable	4,0	0	4,0	70	0,52	2,08	
3. PI (urbain)	Bon	4,0	0	4,0	95	1,64	6,56	
	Acceptable	4,0	0	4,0	70	0,52	2,08	
4. PO-H/Ext (suburbain)	Bon	4,0	0	4,0	95	1,64	6,56	
	Acceptable	4,0	0	4,0	70	0,52	2,08	
5. PI-H/Ext (urbain)	Bon	4,0	0	4,0	95	1,64	6,56	
	Acceptable	4,0	0	4,0	70	0,52	2,08	
6. MO-H/Ext (rural)	Bon	4,0	2	4,47	99	2,33	10,42	VEL
	Acceptable	4,0	2	4,47	90	1,28	5,72	VEL

VEL = Affaiblissement dû à la pénétration dans les véhicules

9.3 Marge de correction en fonction de l'emplacement

Lors de la détermination du champ maximal admissible d'un signal brouilleur, il convient de tenir compte de la variation en fonction de l'emplacement du signal utile et du signal brouilleur. Le degré de protection atteint pour un signal utile donné par rapport à un signal brouilleur donné est lié à la différence entre les champs utile et brouilleur. Cette différence est une variable statistique qui dépend des éléments suivants:

- les valeurs médianes des deux champs et
- leurs écarts type en fonction de l'emplacement,

et qui a un écart type qui se calcule de la manière suivante:

$$\sigma_{res} = \sqrt{(\sigma_{utile})^2 - 2\rho \times \sigma_{utile} \times \sigma_{brouilleur} + (\sigma_{brouilleur})^2} \quad (3)$$

On part du principe que les signaux utiles et brouilleurs sont tous les deux distribués selon une loi log-normale et ne sont pas corrélés, c'est-à-dire que le facteur de corrélation $\rho = 0$. S'ils ont des écarts type identiques, alors;

Dans la mesure où $\sigma_{utile} = \sigma_{brouilleur}$ et $\rho = 0$,

$$\sigma_{res} = (\sigma_{utile}) \times \sqrt{2} \quad (4)$$

³ Les valeurs dans la colonne du facteur de correction pour les emplacements ne sont pas arrondies comme on peut le trouver en utilisant les nombres de base dans le présent Tableau qui sont affichés avec deux décimales seulement.

L'écart type pour la variation en fonction de l'emplacement combiné en résultant est utilisé pour déterminer la marge de correction en fonction de l'emplacement (LCM).

La valeur de la marge de correction en fonction de l'emplacement (LCM) s'obtient au moyen de la disponibilité en pourcentage du champ utile, μ , et l'écart type composite pour la variation en fonction de l'emplacement:

$$\text{LCM} = \mu \times \sigma_{res} \quad (5)$$

Le champ brouilleur maximal médian peut être déduit de:

$$E_I^{Max} = E_W^{Min} - \text{PR} - \text{LCM} \quad (6)$$

où:

E_I^{Max} : champ brouilleur maximal admissible

E_W^{Min} : champ utile médian minimal

PR: rapport de protection.

Généralement, les situations de brouillage sont calculées pour le champ minimal qui est protégé; généralement il s'agit du mode de réception (MO) mobile en extérieur. La disponibilité (pourcentage d'emplacements desservis) pour ce mode de réception est de 99%, la valeur de μ en résultant étant 2,33, d'où la valeur de $\text{LCM} = 2,33\sigma_{res}$. Si l'on utilise une valeur de 4,0 dB pour la valeur de $\sigma_{utile} = \sigma_{brouilleur}$ alors les valeurs obtenues sont $\sigma_{res} = 5,66$ dB et la valeur de $\text{LCM} = 13,19$ dB.

10 Propriétés du récepteur

10.1 Facteur de bruit du récepteur

On suggère d'utiliser un facteur de bruit de 6 dB pour la planification.

10.2 Niveaux minimaux du signal à l'entrée du récepteur

Pour illustrer comment le rapport C/N influe sur le niveau minimal du signal à l'entrée du récepteur, ce dernier a été calculé pour un rapport C/N représentatif, y compris la marge de mise en œuvre. Pour les autres valeurs, il est possible d'appliquer une simple interpolation linéaire.

Un facteur de bruit du récepteur de 6 dB a été choisi (voir le § 10.1). Ce facteur de bruit est donné pour toutes les fréquences de la Bande III et c'est la raison pour laquelle le niveau minimal du signal à l'entrée du récepteur est indépendant de la fréquence de l'émetteur. Si d'autres facteurs de bruit sont utilisés dans la pratique, le niveau minimal du signal à l'entrée du récepteur varie en conséquence dans les mêmes proportions.

Les niveaux minimaux du signal à l'entrée du récepteur calculés ici sont utilisés au § 11.1 pour en dériver les puissances surfaciques minimales et les valeurs minimales de champ équivalent médian pour les différents modes de réception.

Définitions:

B : largeur de bande du bruit du récepteur (Hz)

C/N : rapport signal RF-bruit requis par le système (dB)

F_r : facteur de bruit du récepteur (dB)

P_n : puissance de bruit à l'entrée du récepteur (dBW)

$P_{s\ min}$: puissance minimale du signal à l'entrée du récepteur (dBW)

$U_{s\ min}$: tension équivalente minimale à l'entrée du récepteur dans Z_i (dB μ V)

Z_i : impédance d'entrée du récepteur (75 Ω).

Constantes:

k : constante de Boltzmann = $1,38 \times 10^{-23}$ Ws/K

T_0 : température absolue = 290 K.

Formules utilisées:

$$P_n \text{ (in dBW)} = F_r + 10 \log (k \times T_0 \times B)$$

$$P_{s \text{ min}} \text{ (in dBW)} = P_n + C/N$$

$$U_{s \text{ min}} \text{ (in dB}\mu\text{V)} = P_{s \text{ min}} + 120 + 10 \log (Z_i).$$

TABLEAU 7

Niveaux minimaux requis du signal d'entrée pour différentes valeurs du rapport C/N

Bande III – Canaux de 7 MHz			
Modèle de canal		TU 12	RA 6
Largeur de bande de bruit équivalente	B (Hz)	$1\,536 \times 10^6$	$1\,536 \times 10^6$
Facteur de bruit du récepteur	F_r (dB)	6	6
Puissance correspondante du bruit à l'entrée du récepteur	P_n (dBW)	-136,10	-136,10
Rapport signal RF/bruit	C/N (dB)	11,9	12,6
Puissance minimale du signal à l'entrée du récepteur	$P_{s \text{ min}}$ (dBW)	-124,20	-123,50
Tension minimale équivalente à l'entrée du récepteur, 75 ohm	$U_{s \text{ min}}$ (dB μ V)	14,55	15,25

11 Calcul des niveaux de signal et du rapport de protection

11.1 Niveaux de signal pour la planification

Les niveaux minimaux de signal nécessaires pour surmonter le bruit, donnés au § 10.2 – exprimés sous la forme de la puissance minimale à l'entrée du récepteur ou de la tension équivalente minimale correspondante à l'entrée du récepteur – ne tiennent pas compte des effets dus à la propagation. Or, il est nécessaire d'en tenir compte lorsque l'on considère la réception dans un environnement réel.

Pour la définition de la couverture, en raison du passage très rapide d'une réception presque parfaite à l'absence totale de réception, il faut que la valeur minimale requise du niveau des signaux soit obtenue pour un grand pourcentage d'emplacements. Pour la réception portable, ces pourcentages ont été fixés à 95% pour une «bonne» réception et à 70% pour une réception «acceptable». Pour la réception mobile, les pourcentages étaient de 99% et 90% respectivement.

Le § 11.1 présente les puissances surfaciques médianes minimales et les champs équivalents nécessaires pour les considérations en matière de planification pratique.

Il convient d'utiliser les formules suivantes pour calculer la puissance surfacique médiane minimale ou le champ équivalent nécessaire pour s'assurer que les valeurs minimales de niveau de signal peuvent être atteintes pour le pourcentage requis d'emplacements:

$$\phi_{min} = P_{s \text{ min}} - A_a + L_f$$

$$E_{min} = \varphi_{min} + 120 + 10 \log_{10} (120\pi) = \varphi_{min} + 145,8$$

$$\varphi_{med} = \varphi_{min} + P_{mmn} + C_1$$

(pour la réception portable en extérieur, la réception mobile et la réception portable sur dispositif portatif en extérieur et la réception mobile sur dispositif portatif)

$$\varphi_{med} = \varphi_{min} + P_{mmn} + C_1 + L_b$$

(pour la réception portable en intérieur et la réception portable sur dispositif portatif en intérieur)

$$\varphi_{med} = \varphi_{min} + P_{mmn} + C_1 + L_v$$

(pour la réception mobile sur dispositif portatif)

$$E_{med} = \varphi_{med} + 120 + 10 \log_{10} (120\pi) = \varphi_{med} + 145,8$$

où:

C/N : rapport signal RF/bruit requis par le système (dB)

φ_{min} : puissance surfacique minimale au point de réception (dBW/m²)

E_{min} : champ minimal équivalent au point de réception (dBμV/m)

L_f : affaiblissement dans la ligne d'alimentation (dB)

L_b : affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments (dB)

L_v : affaiblissement dû à la pénétration dans les véhicules (dB)

P_{mmn} : marge pour le bruit artificiel (dB)

C_1 : facteur de correction pour les emplacements (dB)

φ_{med} : puissance surfacique médiane minimale, valeur de planification (dBW/m²)

E_{med} : champ équivalent médian minimal, valeur de planification (dBμV/m)

A_a : ouverture d'antenne équivalente (dBm²) [$A_a = G_{iso} + 10 \log_{10}(\lambda^2/4\pi)$] $\times G_{iso}$
est le gain d'antenne par rapport à une antenne isotrope

$P_{s min}$: puissance minimale à l'entrée du récepteur (dBW).

Le facteur de correction pour les emplacements C_1 pour une distribution log-normale du signal reçu est donné par la formule:

$$C_1 = \mu \times \sigma$$

où:

μ : facteur de distribution. Voir le § 9.1

σ : écart type, pris à 4,0 dB pour la réception en extérieur. Voir le § 9.2 pour les valeurs σ appropriées pour la réception en intérieur.

Si les sujets traités dans la présente section sont généralement applicables, il convient de prendre des dispositions spéciales supplémentaires dans le cas des réseaux monofréquence (SFN) dans lesquels il y a plus d'une contribution de signal utile.

11.1.1 Exemples de niveaux de signal pour la planification

Cette section fournit les détails de calcul des cas énumérés au Tableau 1.

Dans le Tableau 8, la hauteur de réception est de 1,5 m au-dessus du niveau du sol pour tous les modes de réception. Les calculs sont exécutés pour une fréquence qui représente la Bande III (200 MHz) et une largeur de bande de 1,7 MHz.

TABLEAU 8
DAB+ dans la Bande III

			1. (MO) Mobile/rural	2. (PO) Portable en extérieur/ suburbain	3. (PI) Portable en intérieur/ urbain	4. (PO-H/Ext) Portable sur dispositif portatif extérieur/suburbain/ Antenne externe	5. (PI-H/Ext) Portable sur dispositif portatif en intérieur/ urbain/ Antenne externe	6. (MO-H/Ext) Mobile sur dispositif portatif/ rural/Antenne externe
Fréquence	Fréq	MHz	200	200	200	200	200	200
Rapport minimal C/N requis par le système	C/N	dB	12,6	11,9	11,9	11,9	11,9	12,6
Facteur de bruit du récepteur	F _r	dB	6	6	6	6	6	6
Largeur de bande de bruit équivalent	B	MHz	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54
Puissance de bruit à l'entrée du récepteur	P _n	dBW	-136,10	-136,10	-136,10	-136,10	-136,10	-136,10
Puissance minimale du signal à l'entrée du récepteur	P _{s min}	dBW	-123,50	-124,20	-124,20	-124,20	-124,20	-123,50
Tension équivalente minimale à l'entrée du récepteur, 75 Ω	U _{min}	dBμV	15,25	14,55	14,55	14,55	14,55	15,25
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation	L _f	dB	0	0	0	0	0	0
Gain de l'antenne par rapport à un doublet demi-onde	G _d	dB	-5	-8	-8	-13	-13	-13
Ouverture d'antenne équivalente	A _a	dBm ²	-10,32	-13,32	-13,32	-18,32	-18,32	-18,32
Puissance surfacique minimale à l'emplacement du récepteur	F _{min}	dB(W)/m ²	113,18	-110,88	-110,88	-105,88	-105,88	-105,18
Champ minimal équivalent à l'emplacement du récepteur	E _{min}	dBμV/m	32,62	34,92	34,92	39,92	39,92	40,62
Marge pour le bruit artificiel	P _{mmn}	dB	0,90	1,50	5,30	0,50	2,40	0,20
Affaiblissement dû à la pénétration (dans les bâtiments ou dans un véhicule)	L _b , L _v	dB	0	0	17,60	0	17,60	8
Écart type de l'affaiblissement dû à la pénétration		dB	0	0	0	0	0	2
Probabilité de couverture des emplacements		%	90	70	70	70	70	90
Facteur de distribution			1,28	0,52	0,52	0,52	0,52	1,28
Écart type ⁴			4	4	4	4	4	4,47
Facteur de correction pour les emplacements	C ₁	dB	5,12	2,08	2,08	2,08	2,08	5,72
Puissance surfacique médiane minimale à la hauteur de réception à 1,5 m au-dessus du niveau du sol ¹ ; pour 50% du temps et 50% des emplacements (pour une probabilité des emplacements de 90 ou 70% tel qu'indiqué)	Φ _{med}	dB(W)/m ²	-107,16	-107,30	-85,90	-103,30	-83,80	-91,26
Champ médian minimal équivalent à la hauteur de réception à 1,5 m au-dessus du niveau du sol ¹ ; pour 50% du temps et 50% des emplacements (pour une probabilité des emplacements de 90 ou 70% tel qu'indiqué)	E _{med}	dBμV/m	38,64	38,50	59,90	42,50	62,00	54,54

⁴ Les valeurs de champ médian minimales calculées utilisent une valeur d'écart type de 4 dB comme valeur représentative. Toutefois, lors des prévisions de champ pour un pixel particulier, on suggère d'ajouter l'erreur de prévision et donc d'utiliser une valeur d'écart type de 5,5 dB (voir le § 9.2).

TABLEAU 8
DAB+ dans la Bande III

			1. (MO) Mobile/rural	2. (PO) Portable en extérieur/ suburbain	3. (PI) Portable en intérieur/ urbain	4. (PO-H/Ext) Portable sur dispositif portatif extérieur/suburbain/ Antenne externe	5. (PI-H/Ext) Portable sur dispositif portatif en intérieur/ urbain/ Antenne externe	6. (MO-H/Ext) Mobile sur dispositif portatif/ rural/Antenne externe
Probabilité de couverture des emplacements		%	99	95	95	95	95	99
Facteur de distribution			2,33	1,64	1,64	1,64	1,64	2,33
Écart type			4	4	4	4,00	4	4,47
Facteur de correction pour les emplacements	C_i	dB	9,32	6,56	6,56	6,56	6,56	10,42
Puissance surfacique médiane minimale à la hauteur de réception à 1,5 m au-dessus du niveau du sol ¹ ; pour 50% du temps et 50% des emplacements (pour une probabilité d'emplacement de 99 ou 95% tel qu'indiqué)	Φ_{med}	dB(W)/m ²	-102,96	-102,82	-81,42	-98,82	-79,32	-86,57
Champ médian minimal équivalent à la hauteur de réception à 1,5 m au-dessus du niveau du sol ¹ ; pour 50% du temps et 50% des emplacements (pour une probabilité d'emplacement de 99 ou 95% tel qu'indiqué)	E_{med}	dB μ V/m	42,84	42,98	64,38	46,98	66,48	59,23

11.2 Rapports de protection

11.2.1 Système DAB vis-à-vis du système DAB

11.2.1.1 Rapports de protections dans le même canal

Le rapport de protection contre le brouillage dans le même canal est utilisé pour planifier les services DAB sur le même bloc ou la même fréquence de canal. Le rapport de protection requis est compris dans la plage 10-14 dB, avec une moyenne de 12 dB.

11.2.1.2 Protection dans les canaux adjacents

Les rapports de protection pour l'utilisation des canaux adjacents sont très importants dans la mesure où ils auront un important impact sur la conception du réseau DAB, notamment lors de l'ajout d'autres services non colocalisés sur une fréquence adjacente. L'introduction d'un nouvel émetteur dans un réseau est susceptible de causer des brouillages, non seulement au niveau de l'utilisation du même canal ailleurs, mais aussi au niveau des brouillages dans les canaux adjacents (ACI) dans son voisinage proche.

Dans le cas de l'utilisation du gabarit spectral critique, les rapports de protection dans les canaux adjacents utilisés pour la planification doivent être fondés sur les valeurs du Tableau 9.

TABLEAU 9

Rapports de protection suggérés dans les canaux adjacents (avec le gabarit critique)

Bloc DAB brouilleur	Rapport de protection (dB)
$N \pm 1$	-40
$N \pm 2$	-45
$N \pm 3$	-45

11.2.2 Système DAB vis-à-vis des autres systèmes de radiodiffusion et autres que de radiodiffusion

11.2.2.1 Remarques d'ordre général

Les rapports de protection du système DAB vis-à-vis des autres systèmes de radiodiffusion et autres que de radiodiffusion font l'objet de descriptions exhaustives dans les documents [13] et [20] de l'UIT-R. Pour l'Europe, on note une exception notable avec la norme DVB-T2 dans la mesure où il s'agit d'un système relativement nouveau pour lequel aucune ou très peu de mesures existent.

La situation est différente pour ce qui concerne le système DAB+. Outre les mesures internes (système DAB+ vis-à-vis de système DAB+), aucun chiffre n'est pratiquement disponible pour les rapports de protection du système DAB+ vis-à-vis des autres systèmes de radiodiffusion et autres que de radiodiffusion.

Cela n'est pas trop critique toutefois, dans la mesure où dans la plupart des cas, une extrapolation du système DAB au système DAB+ est possible, ainsi qu'une extrapolation du système DVB-T au système DVB-T2. Les principes de base pour ces extrapolations sont les suivantes:

- a) Tous les cas dans lesquels le système DAB+ brouille d'autres systèmes de radiodiffusion ou autres que de radiodiffusion peuvent être traités de la même manière que pour le système DAB, dans la mesure où les systèmes DAB et DAB+ ont les mêmes caractéristiques RF, s'agissant de sources de brouillage OFDM, avec la même largeur de bande, la même structure de porteuse, etc.

- b) Pour le système DVB-T2 brouillé par le système DAB/DAB+, on propose d'utiliser les rapports de protection d'un mode DVB-T correspondant (schéma de modulation + rendement de codage); dans ce cas, les moyens correspondants ont la même valeur de rapport C/N (ou une valeur similaire).
- c) Pour le système DAB+ brouillé par le système DVB-T/DVB-T2, on propose d'utiliser le rapport C/N pour le système DAB+ vis-à-vis du système DAB+ moins 6 dB, dans la mesure où le rapport des largeurs de bande entre le système DAB+ et le système DVB-T/T2 est de 1/4.
Les canaux DAB+ et DVB-T/T2 qui ne se superposent pas complètement doivent être traités conformément aux Tableaux A.3.3-13/14 de l'Accord GE06.
- d) Pour le système DAB+ brouillé par d'autres services, on propose d'utiliser la procédure suivante:
Le rapport de protection (PR) pour le système DAB vis-à-vis de l'autre service (OS) existe: PR_{DAB-OS} , ainsi que le rapport C/N du système DAB: C/N_{DAB} .
Ces valeurs peuvent être reprises de l'Accord GE06; généralement, c'est le niveau de protection 3 du mode DAB qui est choisi.

La grandeur $\Delta_{OS} = C/N_{DAB} - PR_{DAB-OS}$ est définie.

On part du principe que Δ_{OS} est représentatif pour tous les niveaux, y compris pour le système DAB+.

Le rapport de protection (PR) pour le système DAB+ brouillé par l'autre service (OS) s'obtient alors avec la formule:

$$PR_{DAB+OS} = C/N_{DAB+} - \Delta_{OS}$$

Cette procédure est une approche pragmatique, mais aussi qualitative, au vu du manque de résultats de mesure. Elle pourra, à l'avenir, être remplacée quand les résultats des mesures DAB+ seront disponibles.

11.2.2.2 Système DAB vis-à-vis du système DVB-T/T2

Les rapports de protection pour le système DAB vis-à-vis du système DVB-T sont donnés dans l'Appendice 3.3 de l'Annexe 2 de l'Accord GE06, Tableaux A.3.3-13 - 22.

Les rapports de protection pour le système DAB vis-à-vis du système DVB-T2 et pour le système DAB+ vis-à-vis du système DVB-T/T2 peuvent être obtenus en appliquant la procédure décrite au § 11.2.1.

11.2.2.3 Système DAB vis-à-vis du système DRM

Le rapport de protection pour un signal DAB brouillé par un signal DRM est de 10 dB. Cette valeur s'applique à tout décalage de fréquence entre les deux signaux dans la largeur de bande du signal DAB.

Le rapport de protection d'un signal DRM brouillé par un signal DAB est donné dans le § 8.2.1.3 de l'Annexe 3.

11.2.2.4 Système DAB vis-à-vis des autres services

Les rapports de protection pour le système DAB vis-à-vis des autres services sont donnés dans l'Appendice 4.3 de l'Annexe 2 de l'Accord GE06, Tableaux A.4.3-2 à A.4.3-5.

Les rapports de protection pour le système DAB+ vis-à-vis des autres services peuvent être obtenus en appliquant la procédure décrite au § 11.2.2.1.

12 Rayonnements non désirés

12.1 Gabarits spectraux pour les émissions hors bande du système DAB

En dehors du spectre de multiplexage par répartition en fréquence orthogonale codée (COFDM) de 1,5 MHz de large, le signal contient des bandes latérales naturelles qui subissent un affaiblissement par rapport au signal principal, d'environ 40-50 dB. Bien que l'on utilise un niveau élevé de linéarité, les amplificateurs de puissance généralement utilisés produisent des produits d'intermodulation qui augmentent le niveau des bandes latérales, dans certains cas jusqu'à seulement 30 dB sous le signal principal. Ces bandes latérales sont indésirables, sont considérées comme des signaux parasites et doivent, dans la mesure du possible, être supprimées pour permettre une utilisation optimale du spectre des fréquences. Cet affaiblissement (également appelé affaiblissement en bordure) est important dans la mesure où elle permet l'utilisation de blocs de fréquences DAB dans les zones de service adjacentes.

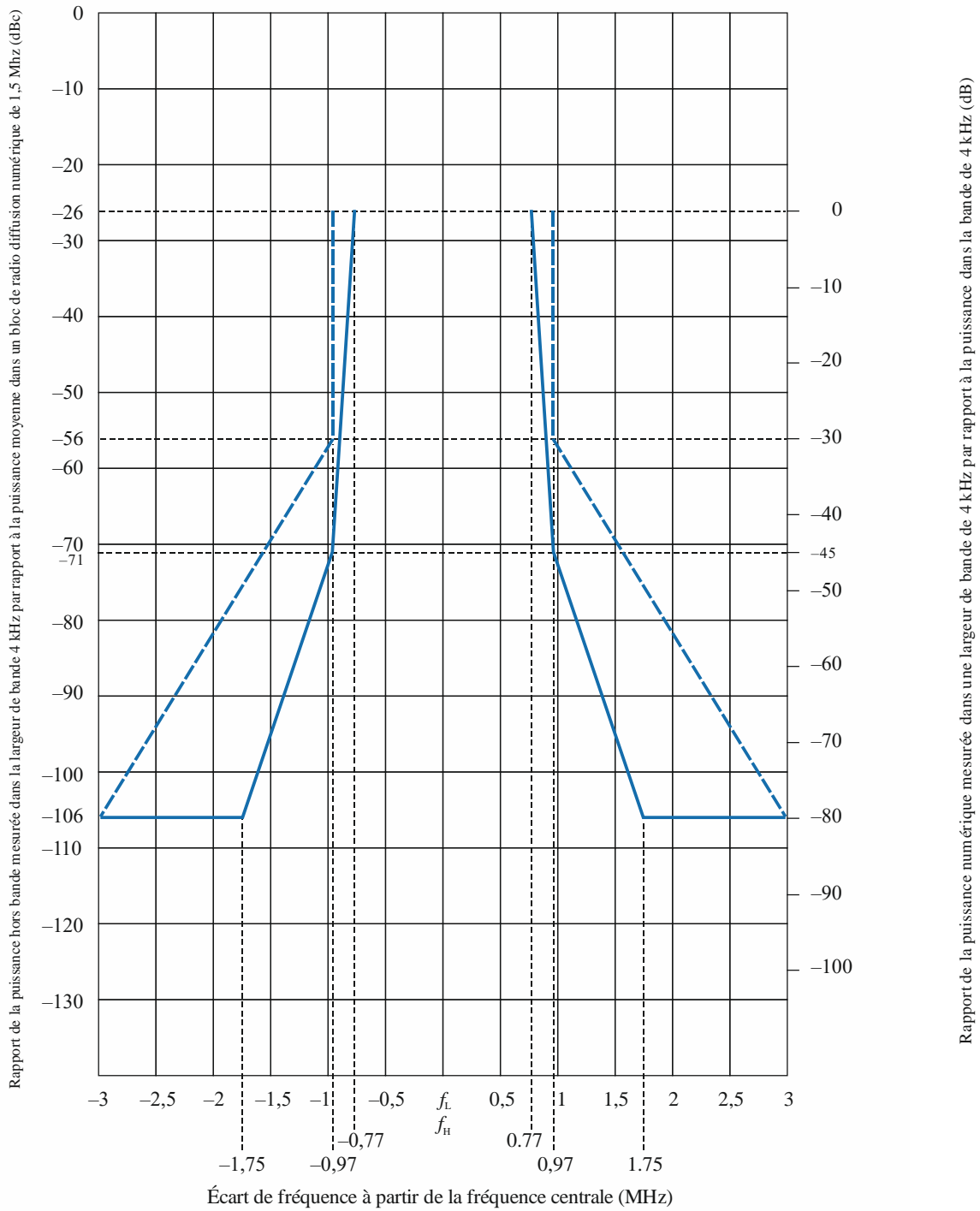
Le spectre du signal DAB est mesuré dans une largeur de bande de 4 kHz. À l'intérieur du bloc de 1,5 MHz, le niveau de puissance est donc réduit de $(10 \times \log_{10}(4 / 1536))$ dB = -26 dB par rapport à la puissance totale du signal. L'affaiblissement (en bordure) des bandes latérales (signaux hors bande) est exprimé en dB par rapport à cette valeur.

Le spectre du signal hors bande rayonné dans une bande quelconque de 4 kHz doit se situer dans les limites d'un des gabarits définis sur la Fig. 2 et dans le Tableau 10 associé. Le gabarit en trait plein correspond aux émetteurs DAB dans les zones critiques pour les brouillages dans les canaux adjacents. Le gabarit en pointillés correspond aux émetteurs DAB dans d'autres circonstances pour la suppression des brouillages dans les canaux adjacents.

NOTE – Quand l'écart de fréquence augmente, l'affaiblissement continue d'augmenter. Il est toutefois difficile de mesurer de telles valeurs élevées d'affaiblissement. Pour faciliter les mesures, il peut être nécessaire d'utiliser des filtres coupe-bande (par exemple, à la fréquence de détresse de 243 MHz).

FIGURE 2

Gabarits spectraux pour le rayonnement hors bande du système DAB



- Gabarits spectraux pour les émetteurs de radiodiffusion numérique (DAB) fonctionnant dans des cas critiques (cas 1)
- - - Gabarits spectraux pour les émetteurs de radiodiffusion numérique (DAB) fonctionnant dans des cas non critiques (cas 2)

TABLEAU 10

Points d'inflexion des gabarits spectraux dans la Fig. 2

Fréquence par rapport à la fréquence centrale du bloc (MHz)	Cas 1 (cas critiques) niveau relatif (dB)	Cas 2 (cas non critiques) niveau relatif (dB)
±0,77	-26	-26
±0,97	-71	-56
±1,75	-106	s.o.
±3,00	-106	-106

Bibliographie

Spécification ETSI EN 300 401 – Système de radiodiffusion – Radiodiffusion audionumérique (RAN) vers des récepteurs mobiles, portables et fixes.

Annexe 2**Bases techniques de la planification du Système F de radiodiffusion sonore numérique de Terre (ISDB-T_{SB}) dans la bande des ondes métriques****1 Considérations générales**

La présente Annexe décrit les critères de planification applicables au Système numérique F (ISDB-T_{SB}) dans la bande des ondes métriques. Ce système F peut être utilisé avec une grille de canaux de télévision de 6, 7 ou 8 MHz. La largeur de bande d'un segment est définie comme étant égale à un quatorzième de la largeur de bande de canal, c'est-à-dire 429 kHz (6/14 MHz), 500 kHz (7/14 MHz) ou 571 kHz (8/14 MHz). Toutefois, cette largeur de bande devrait être choisie en fonction de l'utilisation des fréquences dans chaque pays.

2 Gabarits spectraux pour les émissions hors bande

Le spectre rayonné devrait être limité par le gabarit spectral. Le Tableau 11 définit les points d'inflexion du gabarit spectral pour la transmission de n segments dans le cas d'une largeur de bande de segment de 6/14 MHz, 7/14 MHz et 8/14 MHz. Le gabarit spectral est défini comme étant la valeur relative de la puissance moyenne pour chaque fréquence. La Figure 3 donne le gabarit spectral pour la transmission de 3 segments pour une largeur de bande de segment de 6/14 MHz.

TABLEAU 11

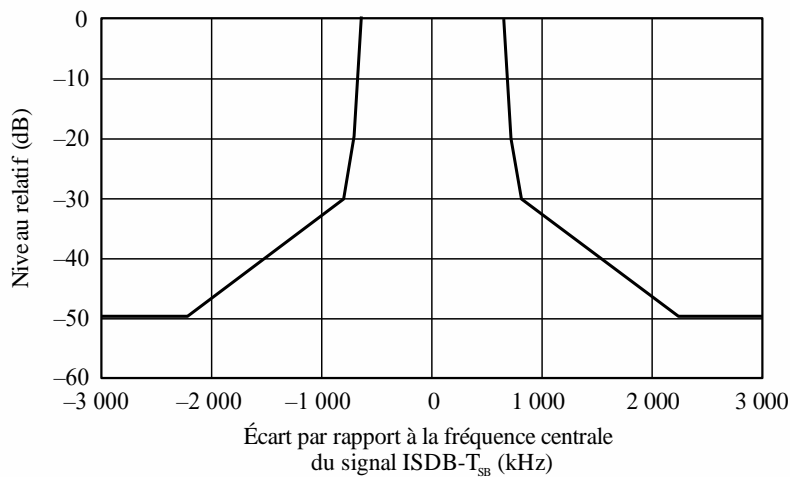
Points d'inflexion du gabarit spectral
(largeur de bande d'un segment (BW) = 6/14, 7/14 ou 8/14 MHz)

Écart par rapport à la fréquence centrale du signal sonore numérique de Terre	Niveau relatif (dB)
$\pm \left(\frac{BW \times n}{2} + \frac{BW}{216} \right)$ MHz	0
$\pm \left(\frac{BW \times n}{2} + \frac{BW}{216} + \frac{BW}{6} \right)$ MHz	-20
$\pm \left(\frac{BW \times n}{2} + \frac{BW}{216} + \frac{BW}{3} \right)$ MHz	-30
$\pm \left(\frac{BW \times n}{2} + \frac{BW}{216} + \frac{11 \times BW}{3} \right)$ MHz	-50

n: nombre de segments consécutifs.

FIGURE 3

Gabarit spectral pour la transmission du signal ISDB-T_{SB}
(BW = 6/14 MHz, *n* = 3)



BS.1660-03

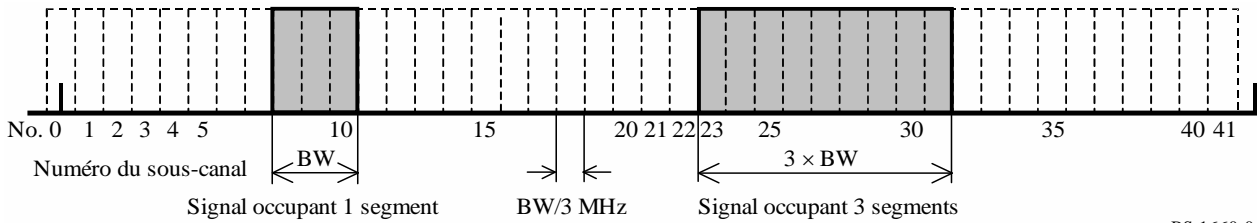
3 Utilisation des fréquences

3.1 Définition d'un sous-canal

Pour indiquer la position de fréquence du signal ISDB-T_{SB}, chaque segment est numéroté à l'aide d'un numéro de sous-canal compris entre 0 et 41. Le sous-canal est défini comme étant égal à un tiers de la largeur de bande (BW) (voir la Fig. 4). Par exemple, les positions de fréquence d'un signal occupant 1 segment et d'un signal occupant 3 segments (Fig. 4) sont définies comme étant respectivement le 9^{ème} et le 27^{ème} sous-canal du canal de télévision analogique.

FIGURE 4

Définition d'un sous-canal



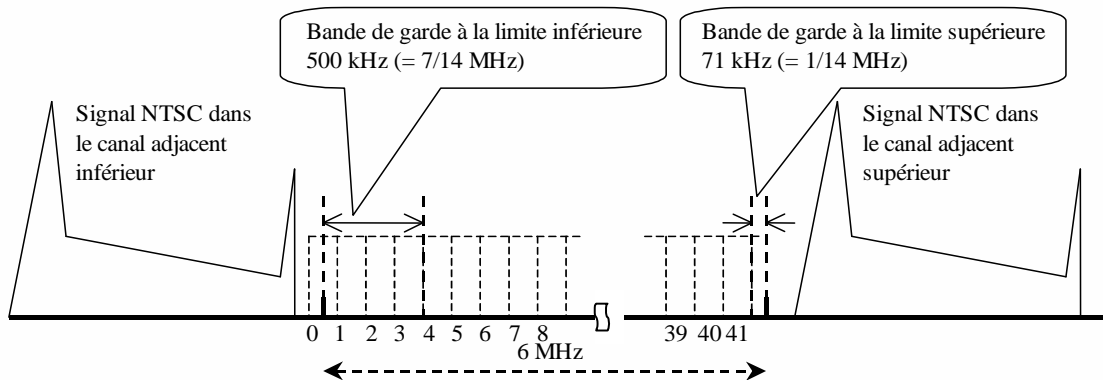
BS.1660-04

3.2 Bandes de garde

À partir des résultats d'une évaluation subjective d'un signal NTSC brouillé par un signal ISDB-T_{SB}, les bandes de garde sont déterminées aux deux extrémités du canal occupé par le signal NTSC. Comme le montre la Fig. 5, les bandes de garde sont de 500 kHz (= 7/14 MHz) à la limite inférieure du canal et de 71 kHz (= 1/14 MHz) à la limite supérieure. Par conséquent, les sous-canaux qui peuvent être utilisés pour la radiodiffusion sonore numérique sont les sous-canaux 4 à 41. Un canal de télévision de 6 MHz peut donc contenir au maximum 12 segments, bandes de garde exclues.

FIGURE 5

Bandes de garde pour une coexistence avec un signal de télévision analogique adjacent



BS.1660-05

4 Champ minimal utilisable

Les bilans de liaison pour les trois cas de réception (terminal fixe, portatif ou mobile), à 100 et 200 MHz, sont donnés dans le Tableau 12. Les champs requis pour le signal occupant 1 segment et pour le signal occupant 3 segments sont donnés respectivement dans les rangées 22 et 24 du Tableau 12. Les valeurs correspondent à une largeur de bande de segment de 6/14 MHz et peuvent être converties pour une largeur de bande de segment de 7/14 MHz ou de 8/14 MHz en fonction de la largeur de bande.

TABLEAU 12
 Bilans de liaison pour le système ISDB-T_{SB}
 (a) à 100 MHz

	Élément	Récepteur mobile			Récepteur portatif			Récepteur fixe		
		100			100			100		
	Modulation	MDP-4	MDP-4	MAQ-16	MDP-4	MDP-4	MAQ-16	MDP-4	MDP-4	MAQ-16
	Rendement de codage du code interne	1/2	2/3	1/2	1/2	2/3	1/2	1/2	2/3	1/2
1	Rapport C/N requis (quasiment sans erreurs après correction d'erreur) (dB)	4,9	6,6	11,5	4,9	6,6	11,5	4,9	6,6	11,5
2	Dégradation liée à la mise en œuvre (dB)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
3	Marge de protection contre les brouillages (dB)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
4	Marge de protection contre la propagation par trajets multiples (dB)	–	–	–	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
5	Marge de protection contre les évanouissements (correction des fluctuations temporaires) (dB)	9,4	9,4	8,1	–	–	–	–	–	–
6	Rapport C/N requis au niveau du récepteur (dB)	18,3	20	23,6	9,9	11,6	16,5	9,9	11,6	16,5
7	Facteur de bruit du récepteur, NF (dB)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8	Largeur de bande de bruit (signal occupant 1 segment), B (kHz)	429	429	429	429	429	429	429	429	429
9	Puissance de bruit intrinsèque du récepteur, N_r (dBm)	–112,7	–112,7	–112,7	–112,7	–112,7	–112,7	–112,7	–112,7	–112,7
10	Puissance de bruit externe à l'entrée du récepteur, N_0 (dBm)	–98,1	–98,1	–98,1	–98,1	–98,1	–98,1	–99,1	–99,1	–99,1

TABLEAU 12 (suite)

	Élément	Récepteur mobile			Récepteur portatif			Récepteur fixe		
11	Puissance de bruit totale du récepteur, N_r (dBm)	-98,0	-98,0	-98,0	-98,0	-98,0	-98,0	-98,9	-98,9	-98,9
12	Affaiblissement dans la ligne d'alimentation, L (dB)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0
13	Puissance minimale utilisable à l'entrée du récepteur (dBm)	-79,7	-78,0	-74,4	-88,1	-86,4	-81,5	-89,0	-87,3	-82,4
14	Gain de l'antenne du récepteur, G_r (dBi)	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85
15	Ouverture équivalente de l'antenne (dB/m ²)	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3	-2,3
16	Champ minimal utilisable, E_{min} (dB(μV/m))	39,4	41,1	44,7	31,0	32,7	37,6	31,1	32,8	37,7
17	Correction pour les pourcentages de temps (dB)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,3	4,3	4,3
18	Correction pour les pourcentages de couverture des emplacements (dB)	12,8	12,8	12,8	2,9	2,9	2,9	-	-	-
19	Valeur de l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments (dB)	-	-	-	10,1	10,1	10,1	-	-	-
20	Champ requis (signal occupant 1 segment) au niveau de l'antenne, E (dB(μV/m))	52,2	53,9	57,5	44,0	45,7	50,6	35,4	37,1	42,0
	Hauteur d'antenne prise pour hypothèse, h_2 (m)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	4	4	4
21	Correction liée à la hauteur de l'antenne jusqu'à 10 m (dB)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	7,0	7,0	7,0

TABLEAU 12 (suite)

	Élément	Récepteur mobile			Récepteur portatif			Récepteur fixe		
22	Champ requis (signal occupant 1 segment, $h_2 = 10$ m), E (dB(μ V/m))	62,2	63,9	67,5	54,0	55,7	60,6	42,4	44,1	49,0
23	Conversion d'un signal occupant 1 segment à un signal occupant 3 segments (dB)	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
24	Champ requis (signal occupant 3 segments, $h_2 = 10$ m), E (dB(μ V/m))	67,0	68,7	72,3	58,8	60,5	65,4	47,2	48,9	53,8

(b) à 200 MHz

	Élément	Récepteur mobile			Récepteur portatif			Récepteur fixe		
	Fréquence (MHz)	200			200			200		
	Modulation	MDP-4	MAQ-16	MAQ-64	MDP-4	MAQ-16	MAQ-64	MDP-4	MAQ-16	MAQ-64
	Rendement de codage du code interne	1/2	1/2	7/8	1/2	1/2	7/8	1/2	1/2	7/8
1	Rapport C/N requis (quasiment sans erreurs après correction d'erreur) (dB)	6,2	11,5	22,0	6,2	11,5	22,0	6,2	11,5	22,0
2	Dégradation liée à la mise en œuvre (dB)	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	3,0
3	Marge de protection contre les brouillages (dB)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
4	Marge de protection contre la propagation par trajets multiples (dB)	–	–	–	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

TABLEAU 12 (suite)

	Élément	Récepteur mobile			Récepteur portatif			Récepteur fixe		
5	Marge de protection contre les évanouissements (correction des fluctuations temporaires) (dB)	9,5	8,1	(1)	–	–	–	–	–	–
6	Rapport C/N requis au niveau du récepteur (dB)	19,7	23,6	(1)	11,2	16,5	28,0	11,2	16,5	28,0
7	Facteur de bruit du récepteur, NF (dB)	5	5	–	5	5	5	5	5	5
8	Largeur de bande de bruit (signal occupant 1 segment), B (kHz)	429	429	–	429	429	429	429	429	429
9	Puissance de bruit intrinsèque du récepteur, N_r (dBm)	-112,7	-112,7	–	-112,7	-112,7	-112,7	-112,7	-112,7	-112,7
10	Puissance de bruit externe à l'entrée du récepteur, N_0 (dBm)	-107,4	-107,4	–	-107,4	-107,4	-107,4	-107,4	-107,4	-107,4
11	Puissance de bruit totale du récepteur, N_t (dBm)	-106,3	-106,3	–	-106,3	-106,3	-106,3	-106,3	-106,3	-106,3
12	Affaiblissement dans la ligne d'alimentation, L (dB)	2,0	2,0	–	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
13	Puissance minimale utilisable à l'entrée du récepteur (dBm)	-86,6	-82,7	–	-95,1	-89,8	-78,3	-95,1	-89,8	-78,3
14	Gain de l'antenne du récepteur, G_r (dBi)	-0,85	-0,85	–	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85	-0,85
15	Ouverture équivalente de l'antenne (dB/m^2)	-8,3	-8,3	–	-8,3	-8,3	-8,3	-8,3	-8,3	-8,3
16	Champ minimal utilisable, E_{\min} ($\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$)	39,5	43,4		31,0	36,3	47,8	31,0	36,3	47,8
17	Correction pour les pourcentages de temps (dB)	0,0	0,0	–	0,0	0,0	0,0	6,2	6,2	6,2

TABLEAU 12 (*fin*)

	Élément	Récepteur mobile			Récepteur portatif			Récepteur fixe		
18	Correction pour les pourcentages de couverture des emplacements (dB)	12,8	12,8	–	2,9	2,9	2,9	–	–	–
19	Valeur de l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments (dB)	–	–	–	10,1	10,1	10,1	–	–	–
20	Champ requis (signal occupant 1 segment) au niveau de l'antenne, E (dB(μ V/m))	52,3	56,2		44,0	49,3	60,8	37,2	42,5	54,0
	Hauteur d'antenne prise pour hypothèse, h_2 (m)	1,5	1,5	–	1,5	1,5	1,5	4	4	4
21	Correction liée à la hauteur de l'antenne jusqu'à 10 m (dB)	12	12	–	12	12	12	10	10	10
22	Champ requis (signal occupant 1 segment, $h_2 = 10$ m), E (dB(μ V/m))	64,3	68,2	–	56,0	61,3	72,8	47,2	52,5	64,0
23	Conversion d'un signal occupant 1 segment à un signal occupant 3 segments (dB)	4,8	4,8	–	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
24	Champ requis (signal occupant 3 segments, $h_2 = 10$ m), E (dB(μ V/m))	69,1	73,0		60,8	66,1	77,6	52,0	57,3	68,8

⁽¹⁾ Non utilisable en présence d'évanouissements.

1) Rapport C/N requis

Les valeurs du rapport C/N requis pour les différents schémas de modulation et taux de codage sont indiquées dans le Tableau 13.

TABLEAU 13
Rapport C/N requis

Modulation	Rendement de codage pour un codage convolutif (dB)				
	1/2	2/3	3/4	5/6	7/8
MDP-4D	6,2	7,7	8,7	9,6	10,4
MDP-4	4,9	6,6	7,5	8,5	9,1
MAQ-16	11,5	13,5	14,6	15,6	16,2
MAQ-64	16,5	18,7	20,1	21,3	22,0

2) Dégradation liée à la mise en œuvre

Importance de la dégradation attendue du rapport C/N équivalent lors de la mise en œuvre de l'équipement.

3) Marge de protection contre les brouillages

Elle correspond à la dégradation équivalente du rapport C/N causée par le brouillage de signaux tels que ceux de la radiodiffusion analogique.

NOTE – Dans certains cas, une propagation sur de longues distances le long d'un trajet maritime ou dans d'autres environnements peut causer des brouillages. Bien qu'il ne soit pas possible de prendre en compte ces cas particuliers dans le calcul des bilans de liaison, il convient néanmoins de prêter attention à ce type de brouillages.

4) Marge de protection contre la propagation par trajets multiples pour la réception fixe ou la réception portable

Elle correspond à la dégradation équivalente du rapport C/N causée par un brouillage lié à la propagation par trajets multiples.

5) Marge de protection contre les évanouissements pour la réception mobile

Elle correspond à la dégradation équivalente du rapport C/N causée par des variations temporaires de la valeur du champ.

Les valeurs du rapport C/N dans le canal subissant des évanouissements sont indiquées dans le Tableau 14. Les marges de protection contre les évanouissements sont indiquées dans le Tableau 15.

TABLEAU 14

Rapport C/N requis
(mode 3, bande de garde 1/16 et modèle d'évanouissement en zone urbaine type GSM)

Modulation	Rendement de codage	Bruit gaussien (dB)	Fréquence Doppler maximale (f_D) ⁽¹⁾		
			2 Hz	7 Hz	20 Hz
MDP-4D	1/2	6,2	15,7 dB	11,4 dB	9,9 dB
MDP-4	1/2	4,9	14,3 dB	10,8 dB	10,4 dB
MAQ-16	1/2	11,5	19,6 dB	17,4 dB	19,1 dB
MAQ-64	1/2	16,5	24,9 dB	22,9 dB	>35 dB

⁽¹⁾ Lorsque la vitesse du véhicule est de 100 km/h, la fréquence Doppler maximale peut aller jusqu'à 20 Hz dans le canal supérieur de la bande des ondes métriques (170-220 MHz).

TABLEAU 15

Marges de protection contre les évanouissements
(variations temporaires du champ)

Modulation	Rendement de codage	Bande des ondes métriques (jusqu'à $f_D = 20$ Hz) (dB)
MDP-4D	1/2	9,5
MDP-4	1/2	9,4
MAQ-16	1/2	8,1
MAQ-64	1/2	—

6) Rapport C/N requis du récepteur

= (1: rapport C/N requis) + (2: dégradation liée à la mise en œuvre) + (3: marge de protection contre les brouillages) + (4: marge de protection contre la propagation par trajets multiples) + (5: marge de protection contre les évanouissements).

7) Facteur de bruit du récepteur, NF

= 5 dB.

8) Largeur de bande de bruit, B

= largeur de bande de transmission du signal occupant 1 segment.

9) Puissance de bruit thermique du récepteur, N_r

= $10 \times \log(k T B) + NF$

$k = 1,38 \times 10^{-23}$ (constante de Boltzmann), $T = 290$ K.

10) Puissance de bruit externe, N_0

La puissance de bruit externe (antenne sans perte) dans la largeur de bande du signal occupant 1 segment, sur la base des valeurs médianes de la puissance de bruit artificiel pour un quartier d'affaires (courbe A), Recommandation UIT-R P.372, à 100 et 200 MHz, respectivement, est la suivante:

$$N_0 = -96,3 \text{ dBm} - (12: \text{affaiblissement dans la ligne d'alimentation}) + G_{cor} \text{ à } 100 \text{ MHz},$$

$$N_0 = -104,6 \text{ dBm} - (12: \text{affaiblissement dans la ligne d'alimentation}) + G_{cor} \text{ à } 200 \text{ MHz},$$

$$G_{cor} = G_r (G_r < 0), 0 (G_r > 0).$$

NOTE – G_{cor} est un facteur de correction du bruit externe reçu par une antenne de réception. Une antenne de réception avec un gain négatif ($G_r < 0$) reçoit les signaux utiles et le bruit externe avec un gain négatif ($G_{cor} = G_r$). En revanche, une antenne de réception avec un gain positif ($G_r > 0$) reçoit les signaux utiles dans la direction du faisceau principal avec un gain positif, tandis qu'elle reçoit le bruit externe de manière équidirective et sans gain ($G_{cor} = 0$).

11) Puissance de bruit totale reçue, N_t

= somme des puissances de (9: puissance de bruit intrinsèque du récepteur) et (10: puissance de bruit externe à l'entrée du récepteur)

$$= 10 \times \log (10^{(N_r/10)} + 10^{(N_0/10)}).$$

12) Affaiblissement dans la ligne d'alimentation, L

$L = 1 \text{ dB}$ à 100 MHz en réception avec un terminal mobile ou portatif

$L = 2 \text{ dB}$ à 100 MHz en réception avec un terminal fixe

$L = 2 \text{ dB}$ à 100 MHz en réception avec un terminal mobile, portatif ou fixe.

13) Puissance minimale utilisable à l'entrée du récepteur

= (6: rapport C/N requis au niveau du récepteur) + (11: puissance de bruit totale du récepteur)

$$= C/N + N_t.$$

14) Gain de l'antenne du récepteur, G_r

= $-0,85 \text{ dBi}$, dans l'hypothèse d'une antenne unipolaire $\lambda/4$.

15) Ouverture d'antenne équivalente

= $10 \times \log (\lambda^2/4\pi) + (14: \text{gain de l'antenne du récepteur}) \text{ (dBi)}$.

16) Champ minimal utilisable, E_{min}

= (12: affaiblissement dans la ligne d'alimentation) + (13: puissance minimale à l'entrée du récepteur) (15: ouverture équivalente de l'antenne) + 115,8 (conversion puissance surfacique (dBm/m^2) en champ ($\text{dB}(\mu\text{V/m})$)).

17) Correction pour les pourcentages de temps

Pour la réception fixe, la valeur de la correction pour les pourcentages de temps est déterminée dans la Recommandation UIT-R P.1546. La valeur correspondant à un pourcentage de temps compris entre 50% et 1% est de 4,3 dB à 100 MHz et de 6,2 dB à 200 MHz. Les conditions de propagation sont les suivantes:

Trajet:	Trajets terrestres
Hauteur de l'antenne d'émission/de base:	250 m
Distance:	70 km.

18) Correction pour les pourcentages de couverture des emplacements

Conformément à la Recommandation UIT-R P.1546, l'écart type de la variation en fonction de l'emplacement σ est de 5,5 dB pour la radiodiffusion numérique.

Dans le cas de la réception mobile, la valeur du facteur de correction pour les pourcentages de couverture des emplacements compris entre 50% et 99%⁵ est de 12,9 dB (2,33 σ).

Dans le cas de la réception portable, la valeur du facteur de correction pour les pourcentages de couverture des emplacements compris entre 50% et 70%⁵ est de 2,9 dB (0,53 σ).

19) Affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments

Pour la réception en intérieur, il est tenu compte de l'affaiblissement du signal dû à la pénétration dans les bâtiments. L'affaiblissement moyen dû à la pénétration est de 8 dB, avec un écart type de 4 dB. Dans l'hypothèse d'un taux de couverture des emplacements de 70% (0,53 σ) pour les récepteurs portables, on obtient la valeur suivante.

$$= 8 \text{ dB} + 0,53 \times 4 \text{ dB} = 10,1 \text{ dB}.$$

20) Champ requis au niveau de l'antenne

= (16: champ minimal E_{min}) + (17: correction pour les pourcentages de temps) + (18: correction pour les pourcentages de couverture des emplacements) + (19: affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments).

21) Correction liée à la hauteur de l'antenne

Conformément à la Recommandation UIT-R P.1546, les valeurs de la correction liée à la hauteur de l'antenne sont calculées comme indiqué dans le Tableau 16.

TABLEAU 16

Valeurs de la correction liée à la hauteur de l'antenne**a) Environnement suburbain, 100 MHz**

	4 m au-dessus du niveau du sol (dB)	1,5 m au-dessus du niveau du sol (dB)
Différence dans la valeur du champ à partir d'une hauteur d'antenne de 10 m au-dessus du sol	-7	-10

b) Environnement suburbain, 200 MHz

	4 m au-dessus du niveau du sol (dB)	1,5 m au-dessus du niveau du sol (dB)
Différence dans la valeur du champ à partir d'une hauteur d'antenne de 10 m au-dessus du sol	-10	-12

22) Champ requis au niveau d'une antenne de réception de 10 m de hauteur au-dessus du niveau du sol

⁵ On peut utiliser différents pourcentages en fonction des critères de service dans chaque pays.

= (20: champ requis au niveau de l'antenne) + (21: correction liée à la hauteur de l'antenne de réception).

23) Conversion d'un signal occupant 1 segment en un signal occupant 3 segments

Valeur de conversion de la largeur de bande de bruit.

$$= 10 \times \log(3/1) = 4,8 \text{ dB.}$$

24) Champ requis ($h_2 = 10 \text{ m}$) pour un signal occupant 3 segments

= (22: champ requis ($h_2 = 10 \text{ m}$)) + (23: conversion d'un signal occupant 1 segment en un signal occupant 3 segments).

5 Protection des signaux ISDB-T_{SB}

5.1 Signal ISDB-T_{SB} brouillé par un signal ISDB-T_{SB}

5.1.1 Rapport signal utile/signal brouilleur (D/U) requis pour la réception fixe

Les valeurs de ce rapport signal utile/signal brouilleur (D/U) entre des signaux ISDB-T_{SB} occupant 1 segment sont mesurées pour un TEB de 2×10^{-4} après décodage du code interne et sont indiquées pour chaque bande de garde dans le Tableau 17. Par bande de garde, on entend un espacement en fréquence entre les extrémités du spectre.

Dans le cas où les bandes se chevauchent, on considère que le brouillage est un brouillage cocanal.

TABLEAU 17

D/U (dB) requis entre des signaux ISDB-T_{SB} occupant 1 segment (réception fixe)

Modulation	Rendement de codage	Cocanal	Bande de garde (MHz)							
			0/7	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7 ou plus
MDP-4D	1/2	4	-15	-21	-25	-28	-29	-36	-41	-42
MAQ-16	1/2	11	-6	-12	-21	-24	-26	-33	-38	-39
MAQ-64	7/8	22	-4	-10	-10	-11	-13	-19	-23	-24

5.1.2 D/U requis pour la réception mobile

Pour la réception mobile, l'écart type de la variation de couverture des emplacements d'un signal de radiodiffusion numérique est de 5,5 dB, conformément à la Recommandation UIT-R P.1546. On suppose que les valeurs du champ pour le signal utile et le signal brouilleur ne sont pas corrélées. Pour protéger les signaux ISDB-T_{SB} utiles, pour 99% des emplacements, contre les brouillages d'un autre signal ISDB-T_{SB}, il faut apporter une correction liée à la propagation de 18 dB ($\approx 2,33 \times 5,5 \times 1,414$). Les valeurs du D/U qui intègrent les marges totales sont données dans le Tableau 18.

TABLEAU 18

D/U requis (dB) entre des signaux ISDB-T_{SB} occupant 1 segment (réception mobile)

Modulation	Rendement de codage	Cocanal	Bande de garde (MHz)							
			0/7	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7 ou plus
MDP-4D	1/2	22	3	-3	-7	-10	-11	-18	-23	-24
MAQ-16	1/2	29	12	6	-3	-6	-8	-15	-20	-21

5.1.3 Rapports de protection résultant dans le cas d'un signal ISDB-T_{SB} brouillé par un autre signal ISDB-T_{SB}

Les rapports de protection sont définis comme étant les valeurs les plus élevées des Tableaux 17 et 18 à appliquer pour tous les scénarios de réception. Les rapports de protection résultants sont donnés dans le Tableau 19.

TABLEAU 19

Rapports de protection dans le cas d'un signal ISDB-T_{SB} brouillé par un autre signal ISDB-T_{SB}

Signal utile	Brouillage		Rapport de protection
	Signal brouilleur	Différence de fréquence	
ISDB-T _{SB} (Signal occupant 1 segment)	ISDB-T _{SB} (1 segment)	Cocanal	29 dB
		Adjacent	Tableau 20
	ISDB-T _{SB} (3 segments)	Cocanal	24 dB
		Adjacent	Tableau 20
ISDB-T _{SB} (Signal occupant 3 segments)	ISDB-T _{SB} (1 segment)	Cocanal	34 dB
		Adjacent	Tableau 20
	ISDB-T _{SB} (3 segments)	Cocanal	29 dB
		Adjacent	Tableau 20

NOTE – Pour les rapports de protection applicables aux signaux ISDB-T_{SB}, on tient compte d'une marge de protection contre les évanouissements pour la réception mobile. Les valeurs figurant dans le Tableau comportent une marge de protection contre les évanouissements de 18 dB.

TABLEAU 20

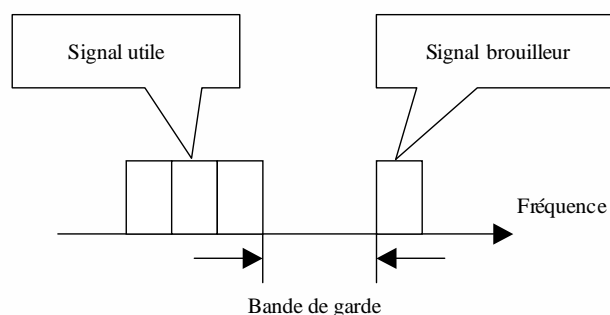
Rapports de protection (dB) en fonction des bandes de garde

Signal utile	Signal brouilleur	Bande de garde (MHz)							
		0/7	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7 ou plus
ISDB-T _{SB} (Signal occupant 1 segment)	ISDB-T _{SB} (1 segment)	12	6	-3	-6	-8	-15	-20	-21
	ISDB-T _{SB} (3 segments)	7	1	-8	-11	-13	-20	-25	-26
ISDB-T _{SB} (Signal occupant 3 segments)	ISDB-T _{SB} (1 segment)	17	11	2	-1	-3	-10	-15	-16
	ISDB-T _{SB} (3 segments)	12	6	-3	-6	-8	-15	-20	-21

NOTE 1 – Les valeurs figurant dans le Tableau comportent une marge de protection contre les évanouissements de 18 dB. La bande de garde entre les signaux ISDB-T_{SB} est celle indiquée à la Fig. 6.

FIGURE 6

Bande de garde et disposition des signaux



BS.1660-06

5.2 Signal ISDB-T_{SB} brouillé par un signal de télévision analogique (NTSC)

5.2.1 *D/U* requis pour la réception fixe

Les valeurs du *D/U* requis, dans le cas où un signal ISDB-T_{SB} occupant 1 segment est brouillé par un signal NTSC, sont données dans le Tableau 21. Ces valeurs sont mesurées pour un TEB de 2×10^{-4} après décodage du code interne. Les bandes de garde entre le signal ISDB-T_{SB} et le signal NTSC brouilleur dans le canal adjacent sont celles indiquées à la Fig. 5.

TABLEAU 21

***D/U* requis dans le cas où un signal ISDB-T_{SB} occupant 1 segment est brouillé par un signal de télévision analogique (NTSC) (réception fixe)**

Modulation	Rendement de codage	Brouillage		
		Cocanal (dB)	Canal adjacent inférieur (dB)	Canal adjacent supérieur (dB)
MDP-4D	1/2	2	-57	-60
MAQ-16	1/2	5	-54	-56
MAQ-64	7/8	29	-38	-38

5.2.2 Rapport *D/U* requis pour la réception mobile

Pour la réception mobile, le champ du signal utile et le champ du signal brouilleur varient en raison des évanouissements de Rayleigh. L'écart type de la variation de couverture des emplacements est de 5,5 dB pour un signal de radiodiffusion numérique et de 8,3 dB pour un signal de radiodiffusion analogique, conformément à la Recommandation UIT-R P.1546. On suppose que les valeurs du champ pour le signal utile et le signal brouilleur ne sont pas corrélées. Pour protéger les signaux ISDB-T_{SB} utiles, pour 99% des emplacements, contre les brouillages des signaux NTSC, on applique une correction liée à la propagation de 23 dB.

Les valeurs du rapport *D/U* qui comportent une marge pour la réception mobile sont indiquées dans le Tableau 22.

TABLEAU 22

***D/U* requis dans le cas où un signal ISDB-T_{SB} occupant 1 segment est brouillé par un signal de télévision analogique (NTSC) (réception mobile)**

Modulation	Rendement de codage	Brouillage		
		Cocanal (dB)	Canal adjacent inférieur (dB)	Canal adjacent supérieur (dB)
MDP-4D	1/2	25	-34	-37
MAQ-16	1/2	28	-31	-33

5.2.3 Rapports de protection résultants dans le cas d'un signal ISDB-T_{SB} brouillé par un signal de télévision analogique (NTSC)

Les rapports de protection sont définis comme étant les valeurs les plus élevées des Tableaux 21 et 22 à appliquer à tous les scénarios de réception. Pour la transmission d'un signal occupant 3 segments, il faut appliquer une correction de 5 dB aux rapports de protection ($\approx 4,8 \text{ dB} = 10 \times \log(3/1)$). Les rapports de protection résultants sont indiqués dans le Tableau 23.

TABLEAU 23

Rapports de protection dans le cas d'un signal ISDB-T_{SB} brouillé par un signal de télévision analogique (NTSC)

Signal utile	Brouillage		Rapport de protection (dB)
	Signal brouilleur	Différence de fréquence	
ISDB-T _{SB} (Signal occupant 1 segment)	NTSC	Cocanal	29
		Adjacent inférieur	-31
		Adjacent supérieur	-33
ISDB-T _{SB} (Signal occupant 3 segments)		Cocanal	34
		Adjacent inférieur	-26
		Adjacent supérieur	-28

NOTE – Pour les rapports de protection applicables aux signaux ISDB-T_{SB}, on tient compte d'une marge de protection contre les évanouissements pour la réception mobile. Les valeurs indiquées dans le Tableau comportent une marge de protection contre les évanouissements de 23 dB.

5.3 Signal de télévision analogique (NTSC) brouillé par un signal ISDB-T_{SB}

Les rapports de protection sont définis comme étant les valeurs du D/U pour lesquelles les évaluations subjectives ont conduit à une dégradation de 4 (échelle de dégradation à 5 notes). Les évaluations ont été réalisées conformément à la méthode à double stimulus utilisant une échelle de dégradation décrite dans la Recommandation UIT-R BT.500.

Dans le cas d'un brouillage par le canal adjacent, les bandes de garde entre le signal NTSC et le signal ISDB-T_{SB} sont celles indiquées à la Fig. 5. Pour la transmission d'un signal occupant 3 segments, il faut apporter une correction de 5 dB aux rapports de protection ($\approx 4,8 \text{ dB} = 10 \times \log(3/1)$). Les rapports de protection résultants sont indiqués dans le Tableau 24.

TABLEAU 24

Rapports de protection dans le cas d'un signal de télévision analogique (NTSC) brouillé par un signal ISDB-T_{SB}

Signal utile	Brouillage		Rapport de protection (dB)
	Signal brouilleur	Différence de fréquence	
NTSC	ISDB-T _{SB} (Signal occupant 1 segment)	Cocanal	57
		Adjacent inférieur	11
		Adjacent supérieur	11
		Canal image	-9
	ISDB-T _{SB} (Signal occupant 3 segments)	Cocanal	52
		Adjacent inférieur	6
		Adjacent supérieur	6
		Canal image	-14

5.4 Signal ISDB-T_{SB} brouillé par des services autres que la radiodiffusion

La densité maximale du champ brouilleur au-dessous de 108 MHz pour éviter les brouillages causés par des services autres que la radiodiffusion est présentée comme suit:

TABLEAU 25

**Densité maximale d'un champ brouilleur dans le cas d'un brouillage
causé par des services autres que la radiodiffusion**

Paramètre	Valeur	Unité
Densité maximale du champ brouilleur	4,6	dB($\mu\text{V}/(\text{m} \cdot 100 \text{ kHz})$)

NOTE – Pour le calcul, voir la Pièce jointe 1 à l'Annexe 2.

Pièce jointe 1 à l'Annexe 2

**Calcul de la densité maximale du champ brouilleur dans le cas d'un
brouillage causé par des services autres que la radiodiffusion**

Paramètre	Symbole	Valeur	Unité
Fréquence	f	108	MHz
Largeur de bande	B	429×10^3	Hz
Gain d'antenne du récepteur	G_r	-0,85	dBi
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation	L	1	dB
Facteur de bruit	NF	5	dB
Puissance de bruit intrinsèque du récepteur	N_r	-112,7	dBm
Valeur médiane de la puissance de bruit artificiel telle qu'indiquée au § 5 de la Recommandation UIT-R P.372-10	F_{am}	20,5	dB
Puissance de bruit externe rapportée à la puissance à l'entrée du récepteur	N_0	-99,0	dBm
Puissance de bruit totale du récepteur	N_t	-98,8	dBm
Ouverture équivalente de l'antenne	A_{eff}	-3,0	dB \cdot m ²
Champ de bruit total	E_t	21,0	dB($\mu\text{V}/\text{m}$)
Champ brouilleur maximal (dans 429 kHz)	E_i	11,0	dB($\mu\text{V}/\text{m}$)
Densité maximale du champ brouilleur	E_{is}	4,6	dB($\mu\text{V}/(\text{m} \cdot 100 \text{ kHz})$)

Puissance de bruit intrinsèque du récepteur:

$$N_r = 10 \times \log (kTB) + NF + 30 \quad (\text{dBm})$$

Valeur médiane de la puissance de bruit artificiel, telle qu'indiquée au § 5 de la Recommandation UIT-R P.372-9:

$$F_{am} = c - d \times \log f \quad (\text{dB})$$

$$(c = 76,8 \text{ et } d = 27,7 \text{ en zone urbaine})$$

Puissance de bruit externe à l'entrée du récepteur:

$$N_o = 10 \times \log(kTB) - L + 30 + F_{am} + G_{cor} \quad (\text{dBm})$$

$$G_{cor} = G_r (G_r < 0), 0 (G_r > 0)^6$$

Puissance de bruit totale du récepteur:

$$N_t = 10 \times \log\left(10^{(N_r/10)} + 10^{(N_o/10)}\right) \quad (\text{dBm})$$

Ouverture équivalente de l'antenne:

$$A_{eff} = 10 \times \log(\lambda^2/4\pi) + G_r \quad (\text{dB} \cdot \text{m}^2)$$

Champ de bruit total:

$$E_t = L + N_t - A_{eff} + 115,8 \quad (\text{dB}(\mu\text{V/m}))$$

Champ brouilleur maximal:

$$E_i = E_t + I/N \quad (\text{dB}(\mu\text{V/m}))$$

Données:

k : constante de Boltzmann = $1,38 \times 10^{-23}$ J/K

T : température absolue = 290 K

I/N : rapport I/N pour le partage entre services = -10 (dB).

Annexe 3

Bases techniques de la planification du système de radiodiffusion sonore numérique de Terre DRM (Système G) dans la bande des ondes métriques

1 Considérations générales

La présente Annexe contient les paramètres de système et les concepts de réseau applicables à la planification des réseaux de radiodiffusion utilisant la radiodiffusion DRM dans toutes les bandes

⁶ G_{cor} est un facteur de correction du bruit externe reçu par une antenne de réception. Une antenne de réception avec un gain négatif ($G_r < 0$) reçoit les signaux utiles et le bruit externe avec un gain négatif ($G_{cor} = G_r$). En revanche, une antenne de réception avec un gain positif ($G_r > 0$) reçoit les signaux utiles dans la direction du faisceau principal avec un gain positif tandis qu'elle reçoit le bruit externe de manière équidirective et sans gain ($G_{cor} = 0$).

d'ondes métriques, la fréquence 254 MHz étant considérée comme la limite supérieure du spectre des fréquences attribuées au niveau international à la radiodiffusion en ondes métriques⁷.

On détermine tout d'abord la valeur médiane minimale du champ et les rapports de protection pour calculer les paramètres de planification pertinents, les caractéristiques du récepteur et de l'émetteur, les paramètres des systèmes et les aspects relatifs à la transmission qui serviront de base commune pour la planification concrète du réseau de transmission DRM.

2 Modes de réception

2.1 Réception sur antenne fixe

Mode de réception (FX) dans lequel on utilise une antenne de réception montée au niveau des toits. On suppose que l'on se trouve dans les conditions de réception quasi optimales (dans un volume relativement petit sur le toit) lorsque l'antenne est installée. Dans le calcul du champ pour la réception sur antenne fixe, on considère comme représentative pour le service de radiodiffusion une hauteur d'antenne de réception de 10 m au-dessus du niveau du sol.

On prend pour hypothèse une probabilité de couverture en fonction de l'emplacement de 70% pour obtenir une bonne réception.

2.2 Réception sur antenne portable

Mode de réception dans lequel un récepteur portable est généralement utilisé à l'extérieur ou à l'intérieur d'un bâtiment, à une hauteur d'au moins 1,5 m au-dessus du niveau du sol. On prend pour hypothèse une probabilité de couverture en fonction de l'emplacement de 95% dans une zone suburbaine pour obtenir une bonne réception.

Il convient d'établir une distinction entre deux emplacements de réception, à savoir:

- **réception à l'intérieur** d'un bâtiment: mode de réception dans lequel un récepteur portable utilise une alimentation fixe avec antenne incorporée (repliée) ou une prise d'antenne externe. Le récepteur est utilisé en intérieur à une hauteur d'au moins 1,5 m au-dessus du niveau du sol, au rez-de-chaussée et dans une salle avec fenêtre donnant sur l'extérieur. On suppose que les conditions de réception seront optimales lorsqu'on déplace l'antenne de 0,5 m au maximum dans n'importe quelle direction et que le récepteur portable n'est pas déplacé pendant la réception, ni les objets de grande taille situés près du récepteur;
- **réception à l'extérieur** d'un bâtiment: mode de réception dans lequel un récepteur portable utilise une batterie avec antenne rapportée ou incorporée qui est utilisée à une hauteur d'au moins 1,5 m au-dessus du niveau du sol.

À l'intérieur de ces emplacements de réception, on distinguera également deux conditions de réception opposées, en raison de la grande variabilité des situations de réception en mode portable avec différents types de récepteurs et d'antennes ainsi que des différentes conditions de réception qui sont appliquées à d'autres fins.

- **réception portable en extérieur (PO) et réception portable en intérieur (PI):** correspond à la situation de réception dans une zone suburbaine dans de bonnes conditions de réception,

⁷ Renvoi **5.252** du Règlement des radiocommunications de l'UIT pour la Région 1 dans les pays suivants: Botswana, Lesotho, Malawi, Mozambique, Namibie, République sudafricaine, Swaziland, Zambie et Zimbabwe, les bandes 230-238 MHz et 246-254 MHz sont attribuées au service de radiodiffusion à titre primaire, sous réserve de l'accord obtenu au titre du numéro **9.21** du RR.

aussi bien en extérieur qu'en intérieur, avec un récepteur présentant un diagramme d'antenne équidirective en ondes métriques;

- **réception portable en extérieur sur dispositif portatif (PO-H) et réception portable en intérieur sur dispositif portatif (PI-H):** correspond à la situation de réception dans une zone urbaine dans de mauvaises conditions de réception, avec un récepteur équipé d'une antenne externe (antennes télescopiques ou casque avec fil par exemple).

2.3 Réception mobile

Mode de réception (MO) dans une zone rurale avec terrain vallonné dans lequel on utilise un récepteur en mouvement également à grande vitesse, dont l'antenne adaptée est située à au moins 1,5 m au-dessus du niveau du sol ou de l'étage.

3 Facteurs de correction pour les prévisions du champ

Les valeurs du niveau du champ utile prévues dans la Recommandation UIT-R P.1546-4 désignent toujours la valeur médiane en un point de réception avec une antenne de réception située à 10 m au-dessus du niveau du sol. Dans le cas contraire, les prévisions des valeurs du champ utile sont effectuées au niveau de la hauteur de construction ou de végétation moyenne au point de réception. Pour tenir compte des différents modes et des différentes conditions de réception donnés dans la planification du réseau, il faut prendre en considération des facteurs de correction pour pouvoir intégrer le niveau minimal du champ médian dans le niveau minimal du champ médian aux fins des prévisions au titre de la Recommandation UIT-R P.1546-4.

3.1 Fréquences de référence

Les paramètres de planification et les facteurs de correction décrits dans le présent document sont calculés pour les fréquences de référence indiquées dans le Tableau 26.

TABLEAU 26

Fréquences de référence pour les calculs

Bande des ondes métriques (plage de fréquences)	I (47-68 MHz)	II (87,5-108 MHz)	III (174-230 MHz)
Fréquence de référence (MHz)	65	100	200

3.2 Gain d'antenne

Le gain d'antenne G_D (dBd) désigne un doublet demi-onde et est donné pour les différents modes de réception indiqués dans le Tableau 27.

TABLEAU 27

Gains d'antenne G_D

Fréquence (MHz)		65	100	200
Gain d'antenne G_D	Pour la réception fixe (FX) (dBd)	0	0	0
	Pour la réception portable et mobile (PO, PI, MO) (dBd)	-2,2	-2,2	-2,2
	Pour la réception sur dispositif portatif (PO-H, PI-H) (dBd)	-22,76	-19,02	-13,00

3.3 Affaiblissement dans la ligne d'alimentation

L'affaiblissement dans la ligne d'alimentation L_f correspond à l'affaiblissement du signal entre l'antenne de réception et l'entrée RF du récepteur. L'affaiblissement dans la ligne d'alimentation L_f est donné à 2 dB pour un câble de 10 m de longueur. On peut calculer l'affaiblissement linéique du câble en fonction de la fréquence. L'_f comme indiqué dans le Tableau 28.

TABLEAU 28

Affaiblissement linéique L'_f

Fréquence (MHz)	65	100	200
Affaiblissement linéique L'_f (dB/m)	0,11	0,14	0,2

La longueur du câble l pour les différents modes de réception est indiquée dans le Tableau 29 et les affaiblissements d'alimentation calculés L_f pour différentes fréquences et différents modes de réception sont indiqués dans le Tableau 30.

TABLEAU 29

Longueur du câble l pour les modes de réception

Mode de réception	Réception fixe (FX)	Réception portable (PO, PI, PO-H, PI-H)	Réception mobile (MO)
Longueur du câble l (m)	10	0	2

TABLEAU 30

Affaiblissement dans la ligne d'alimentation L_f pour différents modes de réception

Fréquence (MHz)		65	100	200
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation L_f	pour la réception fixe (FX) (dB)	1,1	1,4	2,0
	pour la réception portable (PO, PI, PO-H, PI-H) (dB)	0,0	0,0	0,0
	pour la réception mobile (MO) (dB)	0,22	0,28	0,4

3.4 Facteur de correction de l'affaiblissement dû à la hauteur

Pour la réception portable et mobile, on se place dans l'hypothèse d'une hauteur d'antenne de réception de 1,5 m. La méthode de prévision de la propagation donne généralement des valeurs du champ à 10 m. Pour corriger la valeur prévue à 10 m pour qu'elle corresponde à la valeur à 1,5 m au-dessus

du niveau du sol, on doit appliquer un facteur de correction d'affaiblissement dû à la hauteur L_h (dB) comme indiqué dans le Tableau 31.

TABLEAU 31
**Facteur de correction de l'affaiblissement dû à la hauteur L_h
pour différents modes de réception**

Fréquence (MHz)		65	100	200
Facteur de correction de l'affaiblissement dû à la hauteur L_h	pour la réception fixe (FX) (dB)	0	0	0
	pour la réception portable et la réception mobile (PO, PI, MO) (dB)	8	10	12
	pour la réception sur dispositifs de poche portables (PO-H, PI-H) (dB)	15	17	19

3.5 Affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments

On trouvera des informations sur la méthode de calcul de l'affaiblissement BEL dans la Recommandation UIT-R P.2109.

La Recommandation UIT-R P.2109 contient des équations permettant de calculer les distributions de l'affaiblissement BEL qui couvrent tous les types d'environnements de réception, qu'il s'agisse d'une pièce avec une fenêtre donnant sur l'extérieur, d'un emplacement situé au fond d'un bâtiment, ou de différents types de bâtiments. Aux fins de planification de la couverture, l'affaiblissement BEL doit être calculé en fonction de l'environnement (zone suburbaine, zone urbaine ou autre) et selon que la couverture est prévue pour un récepteur situé dans une pièce avec une fenêtre donnant sur l'extérieur ou au fond d'un bâtiment. Bien que les décisions relatives à l'affaiblissement BEL à utiliser dans le cadre de la planification dépendent des conditions locales, on peut fixer l'affaiblissement maximal dans une situation donnée en limitant la probabilité. On considère que les valeurs pour la probabilité indiquées dans le Tableau 32 sont généralement applicables pour la planification. L'affaiblissement dû à la pénétration dans un bâtiment traditionnel en zone suburbaine est indiqué dans le Tableau 33.

TABLEAU 32
**Probabilité relative à l'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments selon la
Recommandation UIT-R P.2109**

Type de bâtiment	Environnement	Probabilité pour que l'affaiblissement BEL ne soit pas dépassé
Traditionnel	Zone suburbaine	50%
Traditionnel	Zone urbaine	70%

TABLEAU 33

Affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments L_b dans un bâtiment de type traditionnel en zone suburbaine

Fréquence (MHz)	65 ⁽¹⁾	100	200
Affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments L_b (dB)	14,5	14,2	14

⁽¹⁾ Dans la Recommandation UIT-R P.2109, les calculs s'arrêtent à environ 80 MHz; la valeur de 65 MHz est obtenue à partir des équations fournies, mais n'est pas comprise dans la gamme nominale de fonctionnement, c'est-à-dire qu'il s'agit d'une extrapolation.

3.6 Marge pour le bruit artificiel

La marge pour le bruit artificiel, MMN (dB), tient compte des effets du bruit artificiel reçu par l'antenne sur la qualité de fonctionnement du système. Le facteur de bruit équivalent du système F_s (dB) à utiliser pour les calculs de la couverture est calculé à partir du facteur de bruit du récepteur F_r (dB) et de la marge pour le bruit artificiel MMN (dB).

La Recommandation UIT-R P.372-8 donne les valeurs permettant de calculer la marge pour le bruit artificiel dans différentes zones et pour différentes fréquences, ainsi que les définitions du facteur de bruit de l'antenne, ses valeurs moyennes $F_{a,med}$ ainsi que les valeurs des écarts du décile (10% et 90%) mesurées dans différentes régions. Pour tous les modes de réception, on prend pour hypothèse le quartier résidentiel (Courbe B).

Compte tenu d'un facteur de bruit du récepteur F_r de 7 dB pour la radiodiffusion DRM, on peut calculer la marge pour le bruit artificiel (MMN) pour les réceptions fixe, portable et mobile. Les résultats sont présentés dans le Tableau 34.

TABLEAU 34

Marge pour le bruit artificiel pour les réceptions fixe, portable et mobile

Fréquence (MHz)	65	100	200
Marge pour le bruit artificiel (dB) pour les réceptions fixe (FX), portable (PO, PI) et mobile (MO) ($F_r = 7$ dB)	15,38	10,43	3,62

La valeur des écarts pour un décile en fonction de l'emplacement (10% et 90%) dans un quartier résidentiel est donnée par 5,8 dB. En conséquence l'écart type de la marge MMN pour les réceptions fixe, portable et mobile σ_{MMN} est de 4,53 dB – voir le Tableau 35.

TABLEAU 35

Écart type de la marge MMN σ_{MMN} pour les réceptions fixe, portable et mobile

Fréquence (MHz)	65	100	200
Écart type de la marge MMN σ_{MMN} (dB) pour les réceptions fixe (FX), portable (PO, PI) et mobile (MO)	4,53	4,53	4,53

Étant donné que le gain d'antenne pour la réception sur dispositifs portables de poche est très faible, la marge MMN pour ce mode de réception est négligeable, de sorte que l'on considère qu'elle est de 0 (dB), voir le Tableau 36.

TABLEAU 36

Marge pour le bruit artificiel pour la réception sur dispositifs portables de poche

Fréquence (MHz)	65	100	200
Marge pour le bruit artificiel (dB) pour la réception sur dispositifs portables de poche (PO-H, PI-H)	0	0	0

3.7 Facteur d'affaiblissement dû à la mise en œuvre

L'affaiblissement dû à la mise en œuvre du récepteur non optimal est pris en compte dans le calcul du niveau de puissance d'entrée minimale du récepteur, avec un facteur additionnel d'affaiblissement dû à la mise en œuvre L_i de 3 dB, voir le Tableau 37.

TABLEAU 37

Facteur d'affaiblissement dû à la mise en œuvre L_i

Fréquence (MHz)	65	100	200
Facteur d'affaiblissement dû à la mise en œuvre L_i (dB)	3	3	3

3.8 Facteurs de correction de la variabilité en fonction de l'emplacement

Le niveau de champ $E(p)$ (dB(μ V/m)), utilisé pour les prévisions de la couverture et des brouillages dans les différents modes de réception, qui sera dépassé pour p (%) emplacements dans le cas d'un emplacement terrestre d'une antenne réceptrice/mobile, est donné par la relation:

$$E(p) \text{ (dB}(\mu\text{V/m})) = E_{med} \text{ (dB}(\mu\text{V/m})) + C_l(p) \text{ (dB)} \quad \text{pour } 50\% \leq p \leq 99\% \quad (7)$$

où:

$C_l(p)$: facteur de correction pour les emplacements

E_{med} (dB(μ V/m)): valeur du champ pour 50% d'emplacements et pendant 50% du temps

Le facteur de correction pour les emplacements $C_l(p)$ (dB) dépend de l'écart type combiné σ_c (dB) du niveau du champ utile qui additionne les écarts types individuels de toutes les parties pertinentes du signal qui doivent être pris en compte et le facteur de distribution $\mu(p)$, à savoir:

$$C_l(p) \text{ (dB)} = \mu(p) \cdot \sigma_c \text{ (dB)} \quad (8)$$

3.8.1 Facteur de distribution

Les facteurs de distribution $\mu(p)$ des différentes probabilités d'emplacements compte tenu des différents modes de réception (voir le § 2) sont indiqués dans le Tableau 38.

TABLEAU 38

Facteur de distribution μ

Pourcentage d'emplacements de réception p (%)	70	95	99
Mode de réception	Fixe (FX)	Portable (PO, PI, PO-H, PI-H)	Mobile (MO)
Facteur de distribution μ	0,524	1,645	2,326

3.8.2 Écart type combiné

Étant donné que l'on peut supposer que les statistiques du niveau du champ utile reçu à macro-échelle σ_m (dB) et les statistiques de la marge MMN σ_{MMN} (dB) ne sont pas corrélées statistiquement, on calcule l'écart type combiné σ_c (dB) à l'aide de la formule:

$$\sigma_c(\text{dB}) = \sqrt{\sigma_m^2 + \sigma_{MMN}^2} \quad (9)$$

Les valeurs de l'écart type σ_m (dB) du niveau du champ utile dépendent de la fréquence et de l'environnement et des études empiriques ont fait apparaître un étalement considérable. La Recommandation UIT-R P.1546-4 donne les valeurs représentatives et la formule permettant de calculer l'écart type σ_m (dB) du niveau du champ utile. Le calcul de l'écart type σ_m (dB) des valeurs du niveau du champ utile tient compte uniquement des effets des évanouissements lents, mais non de ceux des évanouissements rapides. Dans le cas de la radiodiffusion DRM, il faut faire en sorte que la détermination de la valeur minimale du rapport C/N du signal DRM tienne compte des effets des évanouissements rapides, de sorte qu'aucune marge de correction additionnelle n'est nécessaire ici.

La Recommandation UIT-R P.1546-4 donne les valeurs fixes suivantes:

Radiodiffusion, analogique, (c'est-à-dire modulation de fréquence (MF) à 100 MHz): $\sigma_m = 8,3$ dB

Radiodiffusion, numérique, (largeur de bande supérieure à 1 MHz, c'est-à-dire radiodiffusion DAB à 200 MHz): $\sigma_m = 5,5$ dB

Les valeurs de l'écart type σ_m (dB) calculées au moyen des formules données dans la Recommandation UIT-R R P.1546-4 pour la radiodiffusion DRM dans des zones urbaines et suburbaines ainsi que dans des zones rurales sont indiquées dans le Tableau 39.

TABLEAU 39

Écart type pour la radiodiffusion DRM $\sigma_{m,DRM}$

Fréquence (MHz)		65	100	200
Écart type pour la radiodiffusion DRM $\sigma_{m,DRM}$	Dans des zones urbaines et suburbaines (dB)	3,56	3,0	4,19
	Dans des zones rurales (dB)	2,86	3,10	3,49

Pour calculer l'écart type combiné σ_c (dB) pour les différents modes de réception, il faut tenir compte d'un nombre plus ou moins grand d'écart types donnés. Les valeurs de l'écart type du bruit artificiel (MMN) sont données au § 3.6 et celles de l'écart type du champ σ_m (dB) sont données dans le Tableau 35.

Les résultats des calculs de l'écart type combiné σ_c (dB) pour les modes de réception concernés sont indiqués dans le Tableau 40.

TABLEAU 40
Écart type combiné σ_c pour les différents modes de réception

Fréquence (MHz)		65	100	200
Écart type combiné σ_c pour le mode de réception	fixe (FX) et portable en extérieur (PO) (dB)	5,76	5,91	6,17
	sur dispositifs de poche portables en extérieur (PO-H) (dB)	3,56	3,80	4,19
	mobile (MO) (dB)	5,36	5,49	5,72
	portable à l'intérieur (PI) (dB)	5,76	5,91	6,17
	sur dispositifs de poche portables à l'intérieur (PI-H) (dB)	3,56	3,80	4,19

3.8.3 Facteur combiné de correction pour les emplacements pour les rapports de protection

La protection requise d'un signal utile vis-à-vis d'un signal brouilleur est donnée sous la forme du rapport de protection de base PR_{basic} (dB) pour 50% de probabilité de couverture des emplacements. Dans le cas où une probabilité de couverture des emplacements plus élevée est donnée pour tous les modes de réception, on utilise un facteur combiné de correction pour les emplacements CF en (dB) comme marge à ajouter au rapport de protection de base PR_{basic} , qui est valable pour le niveau du champ utile et le niveau du champ brouilleur, pour obtenir le rapport de protection $PR(p)$ correspondant au pourcentage d'emplacements requis p (%) pour le service utile.

$$PR(p) \text{ (dB)} = PR_{basic} \text{ (dB)} + CF(p) \text{ (dB)} \quad \text{pour } 50\% \leq p \leq 99\% \quad (10)$$

pour:

$$CF(p) \text{ (dB)} = \mu(p) \sqrt{\sigma_w^2 + \sigma_n^2} \text{ (dB)} \quad (11)$$

où σ_w et σ_n , tous deux en (dB), correspondent à l'écart type de la variation en fonction de l'emplacement pour le signal utile et pour le signal brouilleur respectivement. Les valeurs de σ_w et σ_n sont données au § 3.8.2 pour les différents systèmes de radiodiffusion sous la forme σ_m .

3.9 Discrimination de polarisation

En ce qui concerne les procédures de planification applicables aux systèmes de radiodiffusion sonore numérique dans les bandes d'ondes métriques, aucune discrimination de polarisation ne sera prise en considération pour tous les modes de réception.

4 Paramètres du système DRM pour les prévisions du champ

La description des paramètres du système DRM correspond au Mode E du système DRM.

4.1 Modes et débits de codage pour les calculs

Plusieurs des paramètres calculés dépendent des caractéristiques du signal DRM transmis. Pour limiter le nombre de tests, on a choisi deux ensembles de paramètres types comme ensembles de base, voir le Tableau 41:

- **DRM avec MAQ-4:** signal bénéficiant d'une excellente protection, avec un débit de données moins élevé qui convient bien pour un signal audio robuste associé à un service de données à faible débit.

- **DRM avec MAQ-16:** signal bénéficiant d'une faible protection, avec un débit de données élevé qui convient bien pour plusieurs signaux audio ou pour un signal audio associé à un service de données à haut débit.

TABLEAU 41

Débits de codage du canal MSC pour les calculs

Mode MSC	11 – MAQ-4	00 – MAQ-16
Niveau de protection MSC	1	2
Débit de codage R du canal MSC	1/3	1/2
Mode SDC	1	1
Débit de codage R du canal SDC	0,25	0,25
Débit binaire approximatif	49,7 kbit/s	149,1 kbit/s

4.2 Paramètres MROF relatifs à la propagation

Les paramètres MROF relatifs à la propagation du système DRM sont donnés dans le Tableau 42.

TABLEAU 42

Paramètres MROF

Période élémentaire T	83 1/3 μ s
Durée de la partie utile (orthogonale) $T_u = 27 \cdot T$	2,25 ms
Durée de l'intervalle de garde $T_g = 3 \cdot T$	0,25 ms
Durée du symbole $T_s = T_u + T_g$	2,5 ms
T_g/T_u	1/9
Durée de transmission de la trame T_f	100 ms
Nombre de symboles par trame N_s	40
Largeur de bande du canal B	96 kHz
Espacement des porteuses $1/T_u$	444 4/9 Hz
Espace entre le nombre de porteuses	$K_{min} = -106; K_{max} = 106$
Porteuses inutilisées	Néant

4.3 Capacité de fonctionnement monofréquence

Un émetteur DRM peut fonctionner sur des réseaux monofréquence (SFN). La distance maximale entre émetteurs qui doit être respectée pour empêcher l'autobrouillage dépend de la longueur de l'intervalle de garde MROF. Étant donné que la longueur T_g de l'intervalle de garde DRM est de 0,25 ms, (retard maximal dû à l'écho), la distance maximale entre émetteurs est de 75 km.

5 Niveau de puissance minimal à l'entrée du récepteur

Afin de disposer de solutions présentant un bon rapport coût/efficacité pour le récepteur DRM, on suppose que le facteur de bruit du récepteur F est $F_r = 7$ dB.

Lorsque $B = 100$ kHz et $T = 290$ K, le niveau de puissance de bruit thermique à l'entrée du récepteur pour le système DRM en Mode E est $P_n = -146,98$ (dBW).

La norme DRM donne un rapport $(C/N)_{min}$ requis pour obtenir un taux d'erreur sur les bits codé moyen $TEB = 1 \cdot 10^{-4}$ (bit) après le décodeur du canal pour différents modèles de canaux. Les effets du système à bande étroite, par exemple les évanouissements rapides, sont pris en compte dans les modèles de canaux et, par conséquent, dans les valeurs calculées du rapport $(C/N)_{min}$.

Trois modèles de canaux ont été attribués aux modes de réception considérés, qui donnent les rapports $(C/N)_{min}$, requis respectifs; voir le Tableau 43.

TABLEAU 43

Rapport $(C/N)_{min}$ pour différents modèles de canaux

Mode de réception	Modèle de canal	Rapport $(C/N)_{min}$ (dB) pour	
		MAQ-4, R = 1/3	MAQ-16, R = 1/2
Réception fixe (FX)	Canal 7 (AWGN)	1,3	7,9
Réception portable (PO, PI, PO-H, PI-H)	Canal 8 (urbaine@60 km/h)	7,3	15,4
Réception mobile (MO)	Canal 11 (terrain vallonné)	5,5	12,8

À partir des valeurs indiquées ci-dessus et compte tenu du facteur d'affaiblissement dû à la mise en œuvre, on a calculé le niveau de puissance minimal à l'entrée du récepteur au point de réception pour la modulation MAQ-16 et MAQ-4, voir les Tableaux 44 et 45.

TABLEAU 44

Niveau de puissance minimal à l'entrée du récepteur, $P_{s, min}$, pour la modulation MAQ-4, R = 1/3

Mode de réception		Fixe	Portable	Mobile
Facteur de bruit du récepteur	F_r (dB)	7	7	7
Niveau de puissance de bruit à l'entrée du récepteur	P_n (dBW)	-146,98	-146,98	-146,98
Rapport C/N minimal représentatif	$(C/N)_{min}$ (dB)	1,3	7,3	5,5
Facteur d'affaiblissement dû à la mise en œuvre	L_i (dB)	3	3	3
Niveau de puissance minimal à l'entrée du récepteur	$P_{s, min}$ (dBW)	-142,68	-136,68	-138,48

TABLEAU 45

**Niveau de puissance minimal à l'entrée du récepteur $P_{s, min}$,
pour la modulation MAQ-16, $R = 1/2$**

Mode de réception		Fixe	Portable	Mobile
Facteur de bruit du récepteur	F_r (dB)	7	7	7
Niveau de puissance de bruit à l'entrée du récepteur	P_n (dBW)	-146,98	-146,98	-146,98
Rapport C/N minimal représentatif	$(C/N)_{min}$ (dB)	7,9	15,4	12,8
Facteur d'affaiblissement dû à la mise en œuvre	L_i (dB)	3	3	3
Niveau de puissance minimal à l'entrée du récepteur	$P_{s, min}$ (dBW)	-136,08	-128,58	-131,18

6 Champ utile minimal utilisé aux fins de la planification

6.1 Calcul du niveau minimal du champ médian

Le calcul du niveau minimal du champ médian à 10 m au-dessus du niveau du sol pendant 50% du temps et pour 50% des emplacements est donné dans les étapes 1 à 5 suivantes:

- 1) Déterminer le niveau de puissance de bruit à l'entrée du récepteur P_n

$$P_n \text{ (dBW)} = F \text{ (dB)} + 10 \log_{10} (k \cdot T_0 \cdot B) \quad (12)$$

pour:

F : facteur de bruit du récepteur (dB)

k : constante de Boltzmann $k = 1,38 \times 10^{-23}$ (J/K)

T_0 : température absolue (K)

B : largeur de bande de bruit du récepteur (Hz).

- 2) Déterminer le niveau minimal de puissance de bruit à l'entrée du récepteur $P_{s, min}$

$$P_{s, min} \text{ (dBW)} = (C/N)_{min} \text{ (dB)} + P_n \text{ (dBW)} \quad (13)$$

pour:

$(C/N)_{min}$: rapport porteuse/bruit minimal à l'entrée du décodeur DRM en (dB).

- 3) Déterminer la valeur minimale de la puissance surfacique (c'est-à-dire la grandeur du vecteur de Poynting) au point de réception φ_{min}

$$\varphi_{min} \text{ (dBW/m}^2\text{)} = P_{s, min} \text{ (dBW)} - A_a \text{ (dBm}^2\text{)} + L_f \text{ (dB)} \quad (14)$$

avec:

L_f : affaiblissement dans la ligne d'alimentation (dB)

A_a : ouverture d'antenne équivalente (dBm²).

$$A_a \text{ (dBm}^2\text{)} = 10 \cdot \log \left(\frac{1,64}{4\pi} \left(\frac{300}{f \text{ (MHz)}} \right)^2 \right) + G_D \text{ (dB)} \quad (15)$$

- 4) Déterminer la valeur efficace minimale du champ à l'emplacement de l'antenne de réception E_{min}

$$E_{min} \text{ (dB}(\mu\text{V/m))} = \varphi_{min} \text{ (dBW/m}^2\text{)} + 10\log_{10}(Z_{F0}) \text{ (dB}\Omega\text{)} + 20\log_{10}\left(\frac{1\text{V}}{1\mu\text{V}}\right) \quad (16)$$

pour:

$$Z_{F0} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} \approx 120\pi \text{ (}\Omega\text{)} \quad \text{impédance caractéristique en espace libre} \quad (17)$$

ce qui donne:

$$E_{min} \text{ (dB}\mu\text{ V/m)} = \varphi_{min} \text{ (dBW/m}^2\text{)} + 145,8 \text{ (dB}\Omega\text{)} \quad (18)$$

5) Déterminer la valeur efficace minimale du champ médian E_{med}

Pour les différents scénarios de réception, on calcule la valeur efficace minimale du champ médian de la façon suivante:

pour la réception: $E_{med} = E_{min} + P_{mmn} + C_l \quad (19)$

pour la réception portable en extérieur
et la réception mobile: $E_{med} = E_{min} + P_{mmn} + C_l + L_h \quad (20)$

pour la réception portable à l'intérieur: $E_{med} = E_{min} + P_{mmn} + C_l + L_h + L_b \quad (21)$

À l'aide de ces formules, on a calculé le niveau minimal du champ médian pour les modes de réception considérés, pour la modulation MAQ-16 et MAQ-4 et pour les Bandes d'ondes métriques I, II et III, voir les Tableaux 46 à 49.

6.2 Valeur minimale du champ médian pour la Bande d'ondes métriques I

TABLEAU 46

Valeur minimale du champ médian E_{med} pour la modulation MAQ-4, $R = 1/3$
dans la Bande d'ondes métriques I

Modulation DRM		MAQ-4. $R = 1/3$					
Situation de réception		FX	PI	PI-H	PO	PO-H	MO
Niveau de puissance minimal à l'entrée du récepteur	$P_{s, min}$ (dBW)	-142,68	-136,68	-136,68	-136,68	-136,68	-138,48
Gain d'antenne	G_D (dBd)	0,00	-2,20	-22,76	-2,20	-22,76	-2,20
Ouverture d'antenne équivalente	A_a (dBm ²)	4,44	2,24	-18,32	2,24	-18,32	2,24
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation	L_c (dB)	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
Puissance surfacique minimale au point de réception	φ_{min} (dBW/m ²)	-146,02	-138,92	-118,36	-138,92	-118,36	-140,50
Champ minimal au niveau de l'antenne de réception	E_{min} (dB(μ V/m))	-0,25	6,85	27,41	6,85	27,41	5,27
Marge pour le bruit artificiel	P_{mmn} (dB)	15,38	15,38	0,00	15,38	0,00	15,38
Affaiblissement dû à la hauteur d'antenne	L_h (dB)	0,00	8,00	15,00	8,00	15,00	8,00
Affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments	L_b (dB)	0,00	14,5	14,5	0,00	0,00	0,00
Probabilité de couverture en fonction de l'emplacement	%	70	95	95	95	95	99
Facteur de distribution	μ	0,52	1,64	1,64	1,64	1,64	2,33
Écart type du champ DRM	σ_m (dB)	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	2,86
Écart type de la marge MMN	σ_{MMN} (dB)	4,53	4,53	0,00	4,53	0,00	4,53
Facteur de correction pour les emplacements	C_l (dB)	3,02	9,45	5,84	9,47	5,85	12,46
Valeur minimale du champ médian	E_{med} (dB(μ V/m))	18,2	54,2	62,7	39,7	48,3	41,1

TABLEAU 47

**Valeur minimale du champ médian E_{med} pour la modulation MAQ-16, $R = 1/2$
dans la Bande d'ondes métriques I**

Modulation DRM		MAQ-16, $R = 1/2$					
Situation de réception		FX	PI	PI-H	PO	PO-H	MO
Niveau de puissance minimal à l'entrée du récepteur	$P_{s, min}$ (dBW)	-136,08	-128,58	-128,58	-128,58	-128,58	-131,18
Gain d'antenne	G_D (dBd)	0,00	-2,20	-22,76	-2,20	-22,76	-2,20
Ouverture d'antenne équivalente	A_a (dBm ²)	4,44	2,24	-18,32	2,24	-18,32	2,24
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation	L_c (dB)	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
Puissance surfacique minimale au point de réception	φ_{min} (dBW/m ²)	-139,42	-130,82	-110,26	-130,82	-110,26	-133,20
Champ minimal au niveau de l'antenne de réception	E_{min} (dB(μV/m))	6,35	14,95	35,51	14,95	35,51	12,57
Marge pour le bruit artificiel	P_{mmn} (dB)	15,38	15,38	0,00	15,38	0,00	15,38
Affaiblissement dû à la hauteur d'antenne	L_h (dB)	0,00	8,00	15,00	8,00	15,00	8,00
Affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments	L_b (dB)	0,00	14,5	14,5	0,00	0,00	0,00
Probabilité de couverture en fonction de l'emplacement	%	70	95	95	95	95	99
Facteur de distribution	μ	0,52	1,64	1,64	1,64	1,64	2,33
Écart type du champ DRM	σ_m (dB)	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	2,86
Écart type de la marge MMN	σ_{MMN} (dB)	4,53	4,53	0,00	4,53	0,00	4,53
Facteur de correction pour les emplacements	C_l (dB)	3,02	9,45	5,84	9,47	5,85	12,46
Valeur minimale du champ médian	E_{med} (dB(μV/m))	24,8	62,3	70,8	47,8	56,4	48,4

6.3 Valeur minimale du champ médian pour la Bande II des ondes métriques

TABLEAU 48

**Valeur minimale du champ médian E_{med} pour la modulation MAQ-4, $R = 1/3$
dans la Bande II des ondes métriques**

Modulation DRM		MAQ-4, $R = 1/3$					
Situation de réception		FX	PI	PI-H	PO	PO-H	MO
Niveau de puissance minimal à l'entrée du récepteur	$P_{s, min}$ (dBW)	-142,68	-136,68	-136,68	-136,68	-136,68	-138,48
Gain d'antenne	G_D (dBd)	0,00	-2,20	-19,02	-2,20	-19,02	-2,20
Ouverture d'antenne équivalente	A_a (dBm ²)	0,70	-1,50	-18,32	-1,50	-18,32	-1,50
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation	L_c (dB)	1,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
Puissance surfacique minimale au point de réception	φ_{min} (dBW/m ²)	-141,97	-135,17	-118,35	-135,17	-118,35	-136,69
Champ minimal au niveau de l'antenne de réception	E_{min} (dB(μV/m))	3,79	10,59	27,41	10,59	27,41	9,07

TABLEAU 49 (fin)

Modulation DRM		MAQ-16 $R = 1/2$					
Écart type de la marge MMN	σ_{MMN} (dB)	4,53	4,53	0,00	4,53	0,00	4,53
Facteur de correction pour les emplacements	C_l (dB)	3,10	9,70	6,23	9,73	6,25	12,77
Valeur minimale du champ médian	E_{med} (dB(μ V/m))	23,9	63,0	72,9	48,8	58,8	49,6

6.4 Valeur minimale du champ médian pour la Bande III des ondes métriques

TABLEAU 50

Valeur minimale du champ médian E_{med} pour la modulation MAQ-4, $R = 1/3$ dans la Bande III des ondes métriques

Modulation DRM		MAQ-4. $R = 1/3$					
Situation de réception		FX	PI	PI-H	PO	PO-H	MO
Niveau de puissance minimal à l'entrée du récepteur	$P_{s, min}$ (dBW)	-142,68	-136,68	-136,68	-136,68	-136,68	-138,48
Gain d'antenne	G_D (dBd)	0,00	-2,20	-13,00	-2,20	-13,00	-2,20
Ouverture d'antenne équivalente	A_a (dBm ²)	-5,32	-7,52	-18,32	-7,52	-18,32	-7,52
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation	L_c (dB)	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
Puissance surfacique minimale au point de réception	φ_{min} (dBW/m ²)	-135,35	-129,15	-118,35	-129,15	-118,35	-130,55
Champ minimal au niveau de l'antenne de réception	E_{min} (dB(μ V/m))	10,41	16,61	27,41	16,61	27,41	15,21
Marge pour le bruit artificiel	P_{mmn} (dB)	3,62	3,62	0,00	3,62	0,00	3,62
Affaiblissement dû à la hauteur d'antenne	L_h (dB)	0,00	12,00	19,00	12,00	19,00	12,00
Affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments	L_b (dB)	0,00	14,00	14,00	0,00	0,00	0,00
Probabilité de couverture en fonction de l'emplacement	%	70	95	95	95	95	99
Facteur de distribution	μ	0,52	1,64	1,64	1,64	1,64	2,33
Écart type du champ DRM	σ_m (dB)	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	3,49
Écart type de la marge MMN	σ_{MMN} (dB)	4,53	4,53	0,00	4,53	0,00	4,53
Facteur de correction pour les emplacements	C_l (dB)	3,24	10,12	6,87	10,15	6,89	13,31
Valeur minimale du champ médian	E_{med} (dB(μ V/m))	17,3	56,3	67,3	42,4	53,3	44,1

TABLEAU 51

**Valeur minimale du champ médian E_{med} pour la modulation MAQ-16, R = 1/2
dans la Bande III des ondes métriques**

Modulation DRM		MAQ-16. R = 1/2					
Situation de réception		FX	PI	PI-H	PO	PO-H	MO
Niveau de puissance minimal à l'entrée du récepteur	$P_{s, min}$ (dBW)	-136,08	-128,58	-128,58	-128,58	-128,58	-131,18
Gain d'antenne	G_D (dBd)	0,00	-2,20	-13,00	-2,20	-13,00	-2,20
Ouverture d'antenne équivalente	A_a (dBm ²)	-5,32	-7,52	-18,32	-7,52	-18,32	-7,52
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation	L_c (dB)	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40
Puissance surfacique minimale au point de réception	φ_{min} (dBW/m ²)	-128,75	-121,05	-110,25	-121,05	-110,25	-123,25
Champ minimal au niveau de l'antenne de réception	E_{min} (dB(μV/m))	17,01	24,71	35,51	24,71	35,51	22,51
Marge pour le bruit artificiel	P_{mmn} (dB)	3,62	3,62	0,00	3,62	0,00	3,62
Affaiblissement dû à la hauteur d'antenne	L_h (dB)	0,00	12,00	19,00	12,00	19,00	12,00
Affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments	L_b (dB)	0,00	14,00	14,00	0,00	0,00	0,00
Probabilité de couverture en fonction de l'emplacement	%	70	95	95	95	95	99
Facteur de distribution	μ	0,52	1,64	1,64	1,64	1,64	2,33
Écart type du champ DRM	σ_m (dB)	4,19	4,19	4,19	4,19	4,19	3,49
Écart type de la marge MMN	σ_{MMN} (dB)	4,53	4,53	0,00	4,53	0,00	4,53
Facteur de correction pour les emplacements	C_l (dB)	3,24	10,12	6,87	10,15	6,89	13,31
Valeur minimale du champ médian	E_{med} (dB(μV/m))	23,9	64,4	75,4	50,5	61,4	51,4

7 Position des fréquences DRM

Le système DRM est conçu pour être utilisé sur n'importe quelle fréquence, moyennant des contraintes en matière de dispositions des canaux et des conditions de propagation variables dans l'ensemble de ces bandes.

Dans le cas de la Bande d'ondes métriques I et de la Bande II des ondes métriques, les fréquences centrales du système DRM sont placées à 100 kHz de distance conformément à la grille de fréquences MF de la Bande II des ondes métriques. Les fréquences porteuses nominales sont, en principe, des multiples entiers de 100 kHz. Le système DRM est conçu pour être utilisé avec cette grille.

Dans le cas de la Bande III des ondes métriques, les fréquences centrales du système DRM sont placées à 100 kHz de distance, en commençant par la fréquence 174,05 MHz et des multiples entiers de 100 kHz jusqu'à la fin de Bandes d'ondes métriques III.

8 Rayonnements non désirés

8.1 Gabarit spectral hors bande

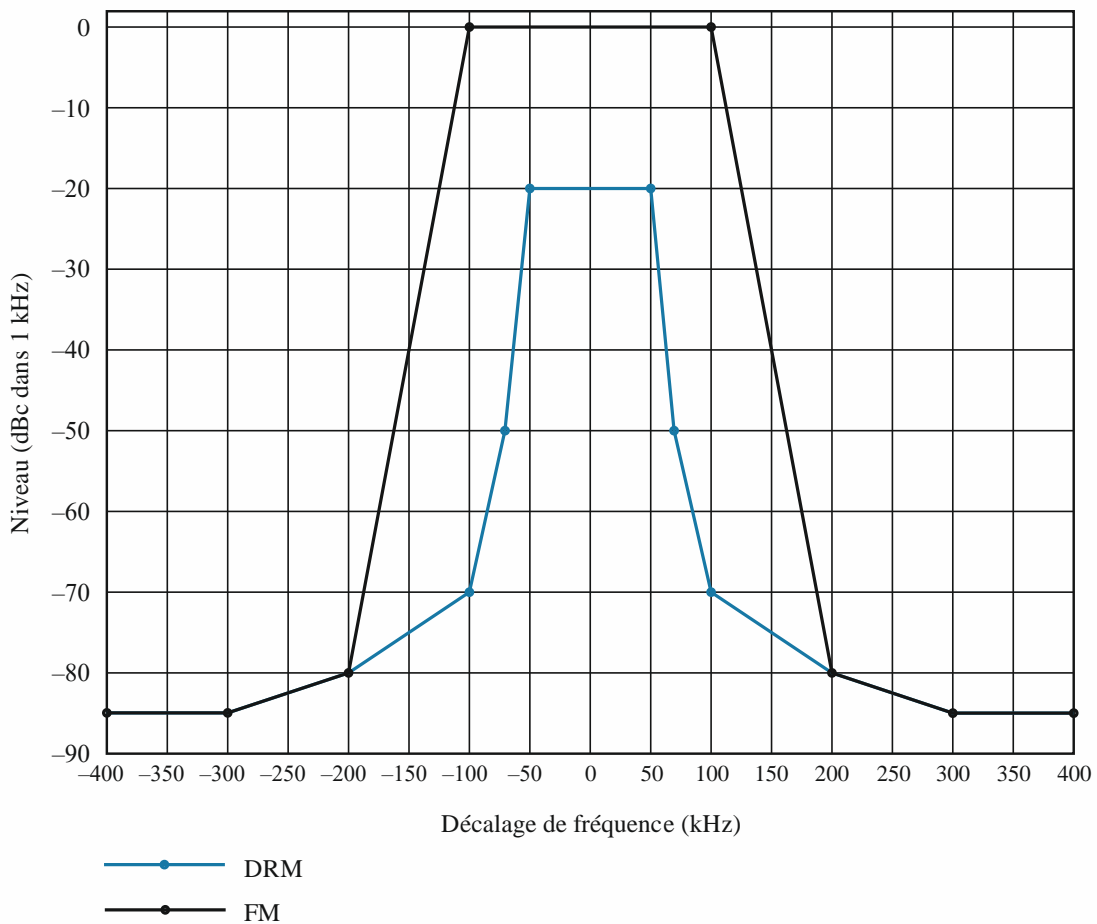
Le spectre de densité de puissance à la sortie de l'émetteur est important pour déterminer les brouillages dans le canal adjacent.

8.1.1 Bande d'ondes métriques I et Bande II des ondes métriques

Un gabarit spectral hors bande pour un signal DRM dans les Bandes d'ondes métriques I et II est donné respectivement à la Fig. 7 et au Tableau 52, ainsi que les sommets du gabarit spectral hors bande symétrique pour des émetteurs MF⁸, en tant que caractéristique minimale de l'émetteur, définie pour une largeur de bande de résolution (RBW) de 1 kHz.

FIGURE 7

Gabarits spectraux hors bande pour un système MF dans la Bande II des ondes métriques et pour un signal DRM dans les Bandes d'ondes métriques I et II



BS.1660-07

⁸ Donné dans la présente Recommandation, Annex 1, Tableau 11.

TABLEAU 52

Gabarits spectraux hors bande pour un système MF dans la Bande II des ondes métriques et pour un signal DRM dans les Bandes d'ondes métriques I et II

Gabarit spectral (canal de 100 kHz)/ niveau relatif pour un système MF		Gabarit spectral (canal de 100 kHz)/ niveau relatif pour un signal DRM	
Décalage de fréquence (kHz)	Niveau (dBc)/(1kHz)	Décalage de fréquence (kHz)	Niveau (dBc)/(1 kHz)
0	0	0	-20
±50	0	±50	-20
±70	0	±70	-50
±100	0	±100	-70
±200	-80	±200	-80
±300	-85	±300	-85
±400	-85	±400	-85

8.1.2 Bande III des ondes métriques

Un gabarit spectral hors bande pour un signal DRM dans la Bande III des ondes métriques est donné à la Fig. 8 et au Tableau 53, ainsi que les sommets du gabarit spectral hors bande symétrique pour des émetteurs de radiodiffusion DAB⁹, en tant que caractéristique minimale de l'émetteur, définie pour une largeur de bande de résolution (RBW) de 4 kHz. En conséquence, on obtient la valeur de -14 dBr pour un signal DRM.

⁹ Donné dans la Recommandation UIT-R BS.1660-3 – Bases techniques de la planification de la radiodiffusion sonore numérique de Terre dans la bande des ondes métriques.

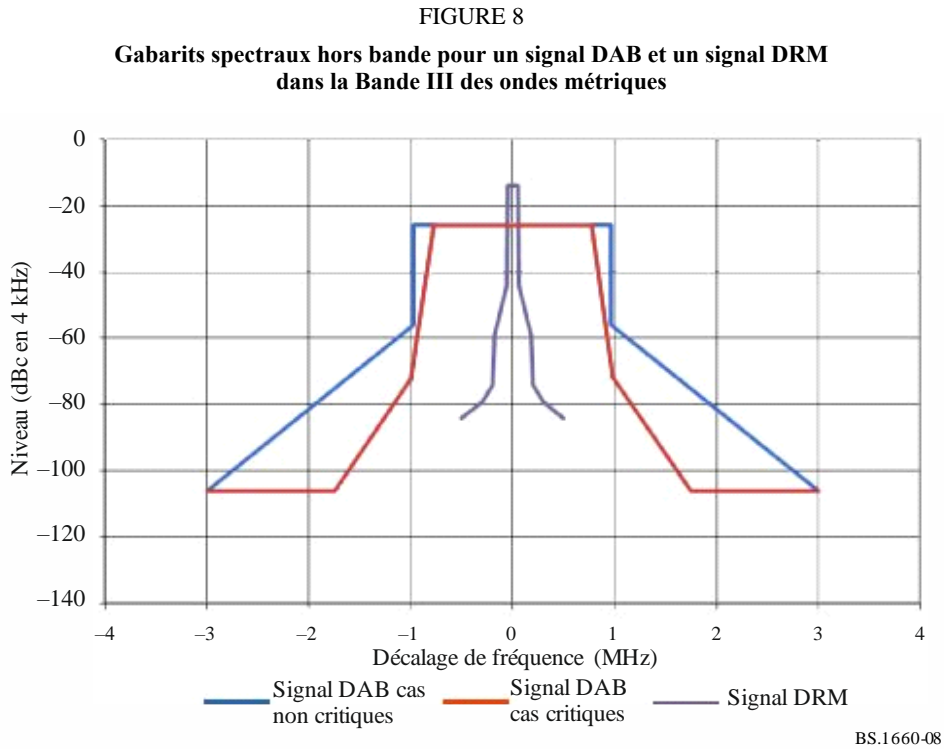


TABLEAU 53
**Gabarits spectraux hors bande pour un signal DRM
dans la Bande III des ondes métriques**

Gabarit spectral (canal de 100 MHz)/ niveau relatif pour un signal DRM (dans une largeur de bande de 4 kHz)	
Décalage de fréquence (kHz)	Niveau (dBc)
0	-14
±50	-14
±60	-44
±181,25	-59
±200	-74
±300	-79
±500	-84

8.2 Rapport de protection

Le rapport minimal acceptable entre un signal utile et des signaux brouilleurs pour protéger la réception du signal utile est défini comme étant le rapport de protection PR (dB). Les valeurs des rapports de protection sont données sous la forme du:

- Rapport de protection de base PR_{basic} pour un signal utile brouillé par un signal brouilleur avec une probabilité de couverture en fonction de l'emplacement de 50%.
- Facteur de correction combiné en fonction de l'emplacement CF° (dB): marge qui doit être ajoutée au rapport de protection de base dans le cas d'un signal utile brouillé par un signal

brouilleur pour le calcul des rapports de protection avec une probabilité de couverture en fonction des emplacements supérieure à 50%. La formule utilisée pour les calculs est indiquée au § 3.8.3.

- Rapport de protection correspondant $PR(p)$: pour un signal numérique utile brouillé par un signal brouilleur avec une probabilité de couverture en fonction de l'emplacement supérieure à 50%, compte tenu de la probabilité de couverture en fonction de l'emplacement respectif des modes de réception correspondants qui sont assujettis à des exigences de protection plus importantes en raison de la forte probabilité de couverture en fonction de l'emplacement à protéger et du facteur de correction combiné en fonction de l'emplacement CF° (dB) qui est dès lors nécessaire.

8.2.1 Rapports de protection pour la radiodiffusion DRM

8.2.1.1 Signal DRM brouillé par un signal DRM

Le rapport de protection de base PR_{basic} pour un signal DRM est valable pour toutes les bandes d'ondes métriques (voir le Tableau 54). Étant donné que l'écart type du signal DRM diffère selon les bandes d'ondes métriques concernées, les rapports de protection correspondants $PR(p)$ (voir le Tableau 55 pour la modulation MAQ-4 et le Tableau 56 pour la modulation MAQ-16) sont différents dans les bandes d'ondes métriques concernées.

TABLEAU 54

Rapports de protection de base PR_{basic} dans le cas d'un signal DRM brouillé par un signal DRM

Décalage de fréquence (kHz)		0	±100	±200
DRM (MAQ-4, $R = 1/3$)	PR_{basic} (dB)	4	-16	-40
DRM (MAQ-16, $R = 1/2$)	PR_{basic} (dB)	10	-10	-34

TABLEAU 55

Rapports de protection correspondant $PR(p)$ aux modes de réception dans le cas d'un signal DRM (MAQ-4, $R = 1/3$) brouillé par un signal DRM

Bande de fréquences de référence		65 MHz Bande d'ondes métriques I		
Décalage de fréquence (kHz)		0	±100	±200
Réception fixe (FX)	$PR(p)$ (dB)	6,64	-13,36	-37,36
Réception portable (PO, PI, PO-H, PI-H)	$PR(p)$ (dB)	12,27	-7,73	-31,73
Réception mobile (MO)	$PR(p)$ (dB)	13,40	-6,60	-30,60

Bande de fréquences de référence		100 MHz Bande II des ondes métriques		
Décalage de fréquence (kHz)		0	±100	±200
Réception fixe (FX)	$PR(p)$ (dB)	6,82	-13,18	-37,18
Réception portable (PO, PI, PO-H, PI-H)	$PR(p)$ (dB)	12,84	-7,16	-31,16
Réception mobile (MO)	$PR(p)$ (dB)	14,20	-5,80	-29,80

TABLEAU 55 (*fin*)

Bande de fréquences de référence		200 MHz Bande III des ondes métriques		
Décalage de fréquence (kHz)		0	±100	±200
Réception fixe (FX)	$PR(p)$ (dB)	7,11	-12,89	-36,89
Réception portable (PO, PI, PO-H, PI-H)	$PR(p)$ (dB)	13,75	-6,25	-30,25
Réception mobile (MO)	$PR(p)$ (dB)	15,49	-4,51	-28,51

TABLEAU 56

Rapports de protection correspondant $PR(p)$ aux modes de réception dans le cas d'un signal DRM (MAQ-16. R = 1/2) brouillé par un signal DRM

Bande de fréquences de référence		65 MHz Bande d'ondes métriques I		
Décalage de fréquence (kHz)		0	±100	±200
Réception fixe (FX)	$PR(p)$ (dB)	12,64	-7,36	-31,36
Réception portable (PO, PI, PO-H, PI-H)	$PR(p)$ (dB)	18,27	-1,73	-25,73
Réception mobile (MO)	$PR(p)$ (dB)	19,40	-0,60	-24,60

Bande de fréquences de référence		100 MHz Bande II des ondes métriques		
Décalage de fréquence (kHz)		0	±100	±200
Réception fixe (FX)	$PR(p)$ (dB)	12,82	-7,18	-31,18
Réception portable (PO, PI, PO-H, PI-H)	$PR(p)$ (dB)	18,84	-1,16	-25,16
Réception mobile (MO)	$PR(p)$ (dB)	20,20	0,20	-23,80

Bande de fréquences de référence		200 MHz Bande d'ondes métriques III		
Décalage de fréquence (kHz)		0	±100	±200
Réception fixe (FX)	$PR(p)$ (dB)	13,11	-6,89	-30,89
Réception portable (PO, PI, PO-H, PI-H)	$PR(p)$ (dB)	19,75	-0,25	-24,25
Réception mobile (MO)	$PR(p)$ (dB)	21,49	1,49	-22,51

8.2.1.2 Signal DRM brouillé par un système MF dans la Bande II des ondes métriques

Le rapport de protection de base PR_{basic} dans le cas d'un signal DRM brouillé par un système MF dans la Bande II des ondes métriques est donné dans le Tableau 57. Les valeurs des rapports de protection correspondants $PR(p)$ sont indiquées respectivement dans le Tableau 58 pour la modulation MAQ-4 et dans le Tableau 59 pour la modulation MAQ-16.

TABLEAU 57

**Rapports de protection de base PR_{basic} dans le cas d'un signal DRM
brouillé par un système MF**

Décalage de fréquence (kHz)		0	±100	±200
Signal DRM (MAQ-4. $R = 1/3$) brouillé par un système MF (stéréo)	PR_{basic} (dB)	11	-13	-54
Signal DRM (MAQ-16. $R = 1/2$) brouillé par un système MF (stéréo)	PR_{basic} (dB)	18	-9	-49

TABLEAU 58

**Rapports de protection correspondant $PR(p)$ aux modes de réception dans le cas
d'un signal DRM (MAQ-4. $R = 1/3$) brouillé par un système MF stéréo**

Décalage de fréquence (kHz)		0	±100	±200
Réception fixe (FX)	$PR(p)$ (dB)	15,79	-8,21	-49,21
Réception portable (PO, PI, PO-H, PI-H)	$PR(p)$ (dB)	26,02	2,02	-38,98
Réception mobile (MO)	$PR(p)$ (dB)	31,61	7,61	-33,39

TABLEAU 59

**Rapports de protection correspondant $PR(p)$ aux modes de réception dans le cas
d'un signal DRM (MAQ-16. $R = 1/2$) brouillé par un système MF stéréo**

Décalage de fréquence (kHz)		0	±100	±200
Réception fixe (FX)	$PR(p)$ (dB)	22,79	-4,21	-44,21
Réception portable (PO, PI, PO-H, PI-H)	$PR(p)$ (dB)	33,02	6,02	-33,98
Réception mobile (MO)	$PR(p)$ (dB)	38,61	11,61	-28,39

8.2.1.3 Signal DRM brouillé par un signal DAB dans la Bande III des ondes métriques

Le rapport de protection de base PR_{basic} dans le cas d'un signal DRM brouillé par un signal DAB dans la Bande III des ondes métriques est donné dans le Tableau 60. Les valeurs des rapports de protection correspondants $PR(p)$, sont indiquées respectivement dans le Tableau 61 pour la modulation MAQ-4 et dans le Tableau 62 pour la modulation MAQ-16.

TABLEAU 60

**Rapports de protection de base PR_{basic} dans le cas d'un signal DRM
brouillé par un signal DAB**

Décalage de fréquence (kHz)		0	±100	±200
Rapport de protection de base pour le signal DRM (MAQ-4. $R = 1/3$)	PR_{basic} (dB)	-7	-36	-40
Rapport de protection de base pour le signal DRM (MAQ-16. $R = 1/2$)	PR_{basic} (dB)	-2	-18	-40

TABLEAU 61

Rapports de protection correspondant $PR(p)$ aux modes de réception dans le cas d'un signal DRM (MAQ-4. $R = 1/3$) brouillé par un signal DAB

Décalage de fréquence (kHz)		0	± 100	± 200
Réception fixe (FX)	$PR(p)$ (dB)	-3,37	-32,37	-50,37
Réception portable (PO, PI, PO-H, PI-H)	$PR(p)$ (dB)	4,37	-24,63	-42,63
Réception mobile (MO)	$PR(p)$ (dB)	8,16	-20,84	-38,84

TABLEAU 62

Rapports de protection correspondant $PR(p)$ aux modes de réception dans le cas d'un signal DRM (MAQ-16. $R = 1/2$) brouillé par un signal DAB

Décalage de fréquence (kHz)		0	± 100	± 200
Réception fixe (FX)	$PR(p)$ (dB)	1,63	-14,37	-45,37
Réception portable (PO, PI, PO-H, PI-H)	$PR(p)$ (dB)	9,37	-6,63	-37,63
Réception mobile (MO)	$PR(p)$ (dB)	13,16	-2,84	-33,84

8.2.1.4 Signal DRM brouillé par un signal DVB-T dans la Bande III des ondes métriques

Étant donné que le mécanisme lié à l'incidence du signal DAB sur le signal DRM est le même que pour le signal DVB-T, il est proposé de prendre pour hypothèse les mêmes rapports de protection dans le cas d'un signal DRM brouillé par un signal DVB-T dans la Bande III des ondes métriques que dans le cas d'un signal DRM brouillé par un signal DAB dans la Bande III des ondes métriques.

Étant donné que, pour une valeur de champ identique, la densité spectrale de puissance d'un signal DVB-T est inférieure à celle d'un signal DAB, il convient d'appliquer les facteurs de correction suivants à la p.a.r des signaux brouilleurs avant de calculer leur valeur de champ:

6,4 dB pour un signal DVB-T de 7 MHz;

6,9 dB pour un signal DVB-T de 8 MHz.

8.2.2 Rapports de protection dans le cas de systèmes de radiodiffusion brouillés par un signal DRM

8.2.2.1 Rapports de protection dans le cas d'un système MF dans la Bande II des ondes métriques

Les paramètres des signaux MF sont donnés dans la Recommandation UIT-R BS.412-9. Dans son Annexe 5, il est indiqué que des brouillages peuvent être causés par l'intermodulation de signaux MF de niveau élevé pour un écart de fréquences supérieur à 400 kHz. Cet effet d'intermodulation dû à un signal brouilleur de niveau élevé dans une plage allant jusqu'à 1 MHz doit également être pris en compte lors de la planification des systèmes MROF dans la Bande II des ondes métriques. En conséquence, le Tableau 63 indique non seulement les rapports de protection PR_{basic} dans la gamme comprise entre 0 kHz et ± 400 kHz, mais aussi ceux correspondant à la gamme comprise entre ± 500 kHz et $\pm 1\,000$ kHz. On peut interpoler à partir de ces rapports les valeurs pour la gamme comprise entre 600 kHz et 900 kHz.

TABLEAU 63

Rapports de protection de base PR_{basic} dans le cas d'un système MF brouillé par un signal DRM

Décalage de fréquence (kHz)		0	±100	±200	±300	±400	±500	±1 000
Rapport de protection de base pour un système MF (stéréo)	PR_{basic} (dB)	49	30	3	-8	-11	-13	-21

8.2.2.2 Rapports de protection pour un signal DAB dans la Bande III des ondes métriques

Les paramètres des signaux DAB sont donnés dans l'Annexe 1 de la présente Recommandation.

Bibliographie

ETSI EN 201 980; Digital Radio Mondiale (DRM); System Specification.

Annexe 4

Base technique pour la planification du système C de radiodiffusion sonore numérique de Terre (HD Radio) dans la Bande II des ondes métriques

1 Introduction

La configuration hybride du système HD Radio exploite les attributions existantes de la Bande II des ondes métriques et intègre les nouveaux services audio et données au signal MF analogique existant. La mise en œuvre IBOC préserve la radiodiffusion analogique sur l'assignation de fréquence principale et ajoute des signaux numériques de bas niveau immédiatement adjacents au signal analogique. Ces signaux numériques, immédiatement adjacents au signal analogique, peuvent se situer d'un côté ou de l'autre du signal analogique ou des deux côtés. Cette approche, telle que nous l'avons mentionné précédemment, est connue sous l'appellation In-Band On-Channel (IBOC) et est définie comme étant le Système C dans la Recommandation UIT-R BS.1114.

Le système IBOC, tel qu'il est mis en œuvre par le système HD Radio, conserve la puissance du signal analogique, tout en ajoutant des porteuses numériques dans une largeur de bande contrôlée et à des niveaux de puissance bas. Cette conception permet d'ajuster la largeur de bande et la puissance du signal numérique, ce qui permet de réaliser des compromis maîtrisés entre la couverture du signal numérique et la disponibilité du canal adjacent.

Dans le but de déployer le système MF HD Radio dans la Bande II des ondes métriques, il convient de tenir compte de certaines performances en termes de réception.

La présente Annexe propose une synthèse des exigences permettant d'atteindre les performances de réception appropriées. L'analyse suit les indications fournies dans les documents d'exigences applicables. Le cas échéant et à titre de mesure complémentaire, cette analyse suit d'autres documents d'orientation et pratiques applicables des Régions 1, 2, 3 de l'UIT et des États-Unis.

2 Configurations et définitions

Le système HD Radio est conçu pour permettre plusieurs configurations. Ces configurations permettent plusieurs paramètres de largeur de bande, de positionnement de fréquence, de combinaison de bande et de débits. Ces configurations sont reprises dans des documents normatifs, tels que la norme NRSC-5-D ou d'autres documents de conception. Plusieurs configurations sont prévues pour le système, mais seul un sous-ensemble est mis en œuvre au départ et proposé pour le déploiement dans les Régions 1, 2 et 3 de l'UIT. Toutefois, à un moment ultérieur, des configurations supplémentaires pourront être mises en œuvre, à un endroit ou à un autre. Un sous-ensemble de ces configurations fait l'objet d'une description brève dans la présente Annexe, conjointement avec les paramètres de planification et les aspects de déploiement fournis.

2.1 Configurations du système HD radio

Cette analyse comprend les configurations qui sont considérées adaptées pour le déploiement initial dans les Régions 1, 2 et 3 de l'UIT. Ultérieurement, des configurations supplémentaires pourront être envisagées pour un déploiement dans les Régions 1, 2 et 3 de l'UIT. L'analyse pourra ensuite être étendue pour inclure de telles configurations supplémentaires.

Le système peut être configuré pour utiliser un seul bloc de fréquences qui utilise une largeur de bande de signal numérique de 70 kHz ou un seul bloc de fréquences qui utilise une largeur de bande de signal numérique de 100 kHz. La configuration est définie par les modes système et propose plusieurs combinaisons de canaux logiques, de débits binaires et de niveaux de protection.

Quand il est configuré pour utiliser un bloc de fréquences unique qui utilise une largeur de bande de 70 kHz, le système peut être configuré par le mode MP9. Il utilise alors le canal logique P1 et assure un débit binaire net de 98,3 kbit/s. C'est la modulation MDP-4 qui est employée.

Quand il est configuré pour utiliser un bloc de fréquences unique qui utilise une largeur de bande de 100 kHz, le système peut être configuré en mode MP12 ou MP19, ce qui permet un compromis entre débit binaire net et robustesse. Quand il est configuré en mode MP12, le système utilise le canal logique P1 et assure un débit binaire net de 98,3 kbit/s. Quand il est configuré en mode MP19, le système utilise les canaux P1 et P3 et assure un débit binaire net de 122,9 kbit/s. C'est la modulation MDP-4 qui est employée.

Le système HD Radio prend également en charge les configurations conjointes de deux bandes numériques. Ces deux bandes numériques sont traitées comme deux signaux indépendants dans le contexte de la planification, du partage et de la compatibilité pour la Bande II. Les configurations conjointes assurent une meilleure robustesse ou prennent en charge un débit binaire net plus élevé. Quand il est configuré pour utiliser 2 largeurs de bande de 70 kHz, le système peut être configuré en mode MP1. Il utilise alors le canal logique P1 et assure un débit binaire net de 98,3 kbit/s. Quand il est configuré pour utiliser 2 largeurs de bande de 100 kHz, le système peut être configuré en mode MP11. Il utilise alors les canaux logiques P1, P3 et P4, et assure un débit binaire net 147,5 kbit/s.

Les caractéristiques essentielles des configurations du système HD Radio (modes d'exploitation) sont récapitulées dans le Tableau 64.

TABLEAU 64

Caractéristiques de différents modes d'exploitation du système HD radio

Mode système	Largeur de bande utilisée (kHz)	Débit binaire total ⁽¹⁾	Canal P1		Canal P3		Canal P4		Commentaires
			Rendement de codage	Débit binaire ⁽¹⁾	Rendement de codage	Débit binaire ⁽¹⁾	Rendement de codage	Débit binaire ⁽¹⁾	Etendue entrelaceur
MP9	70	98,3	4/5	98,3	–	–	–	–	P1: ~1.5 s
MP12	100	98,3	4/7	98,3	–	–	–	–	P1: ~1.5 s; délai diversité supplémentaire
MP19	100	122,9	4/5	98,3	1/2	24,6	–	–	P1: ~1.5 s; P3: ~3 s
MP1 ⁽²⁾	2 × 70	98,3	2/5	98,3	–	–	–	–	P1: ~1.5 s
MP11 ⁽²⁾	2 × 100	147,5	2/5	98,3	1/2	24,6	1/2	24,6	P1: ~1.5 s; P3/P4: ~3 s

⁽¹⁾ Les débits binaires reflètent le débit binaire net par la couche application et n'incluent pas le débit supplémentaire utilisé par la couche physique.

⁽²⁾ Configuration conjointe de deux blocs de signaux numériques pour de meilleures performances ou fonctionnalités. Les blocs numériques peuvent être ajustés indépendamment pour ce qui est du niveau de puissance.

Les paramètres de signaux du système HD radio supplémentaires (couche physique) pour la Bande II des ondes métriques figurent dans le Tableau 65.

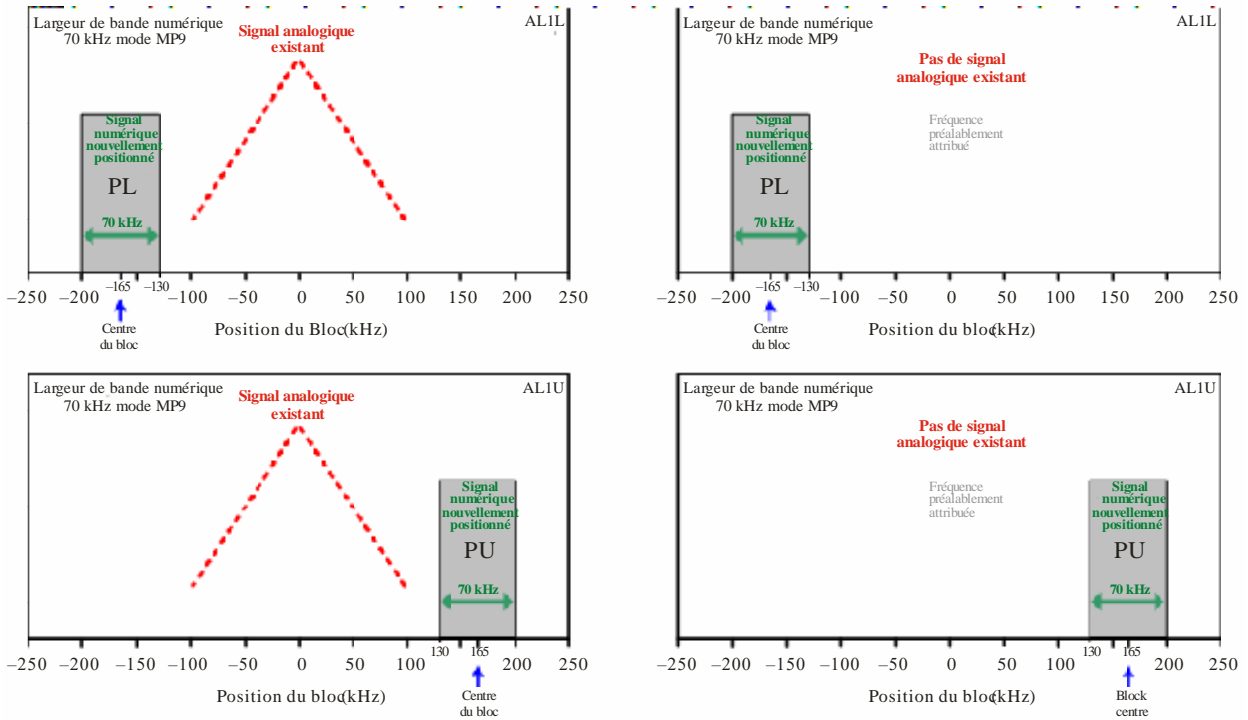
TABLEAU 65

Paramètres de la couche physique du système HD radio

Nom du paramètre	Valeur calculée (arrondie)
Largeur préfixe cyclique α	0,1586 ms
Durée de symbole (avec préfixe) T_s	2,902 ms
Nombre de symboles dans un bloc	32
Durée de bloc T_b	9,288 ms
Nombre de blocs dans trame	16
Durée d'une trame T_f	1,486 s
Espacement des sous-porteuses OFDM (CDMA) Δf	363,4 Hz
Nombre de porteuses	Bande 70 kHz: 191 Bande 100 kHz: 267
Largeur de bande utilisée	Bande 70 kHz: 69,4 kHz Bande 100 kHz: 97,0 kHz

FIGURE 9

Exemples de position des blocs numériques 70 kHz du système HD radio



BS.1660-09

NOTE – PL et PU sont utilisés pour indiquer le positionnement inférieur et supérieur (respectivement) du bloc numérique. Cette indication est donnée par commodité uniquement et ne suggère pas de réelle différence du signal.

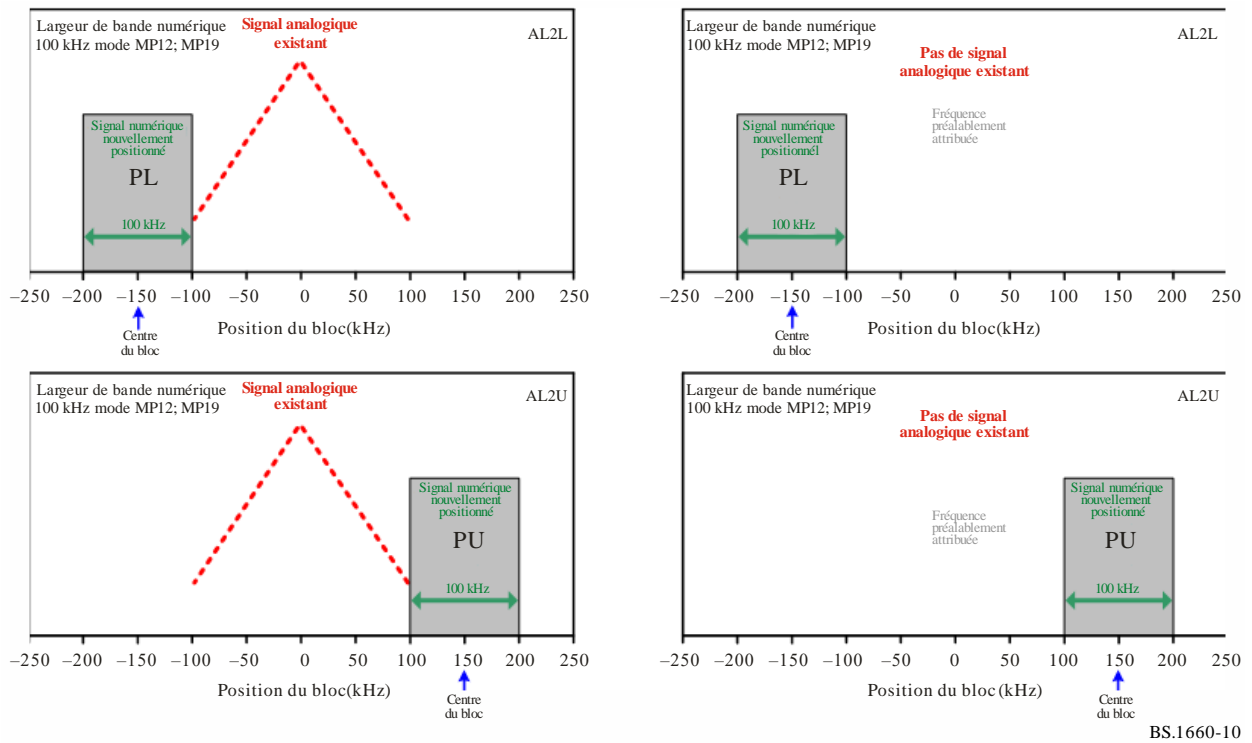
Aux États-Unis d'Amérique, la grille de canaux fondamentale dans la Bande II des ondes métriques repose sur un espacement de 200 kHz. Le système HD Radio présuppose que les blocs de signaux numériques se trouvent à des positions prédéfinies. Comme l'illustrent les Figs. 9 et 10, ces positions ne sont pas centrées sur la grille de 200 kHz, mais à des positions intermédiaires. Il convient de noter que la position du bloc de 0 kHz dans les figures ci-dessous correspond à la fréquence analogique de référence pour le signal HD Radio.

La fréquence analogique de référence peut représenter un signal hôte analogique lors d'un fonctionnement en configuration hybride et si l'on utilise une composition de deux signaux (un analogique et une bande numérique) ou trois signaux (un analogique et deux bandes numériques). La fréquence de référence analogique peut représenter la fréquence centrale d'une bande vacante d'un signal hôte analogique qui existait avant, tandis que le système fonctionne dans toutes les configurations numériques. Une telle référence met également en évidence qu'une transition d'une configuration hybride à des configurations tout numérique n'implique pas de modifier l'attribution des signaux numériques ou la configuration. Dans la pratique, l'étape ultérieure consiste à augmenter la puissance des signaux numériques.

Les configurations complémentaires permettent une composition développée des signaux, dans laquelle deux blocs numériques de 70 kHz chacun tel qu'illustré sur la Fig. 11, ou deux blocs de signaux numériques de 100 kHz chacun, tel qu'illustré sur la Fig. 12 sont employés conjointement pour proposer plus d'options en matière de compromis entre débit (débit binaire net) et robustesse.

FIGURE 10

Exemples de position des blocs numériques de 100 kHz du système HD radio

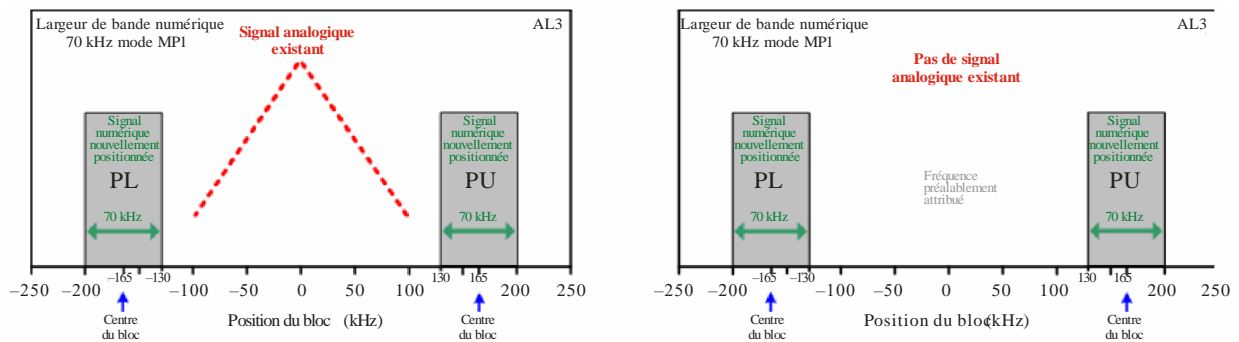


BS.1660-10

NOTE – PL et PU sont utilisés pour indiquer le positionnement inférieur et supérieur (respectivement) du bloc numérique. Cette indication est donnée par commodité uniquement et ne suggère pas de réelle différence du signal.

FIGURE 11

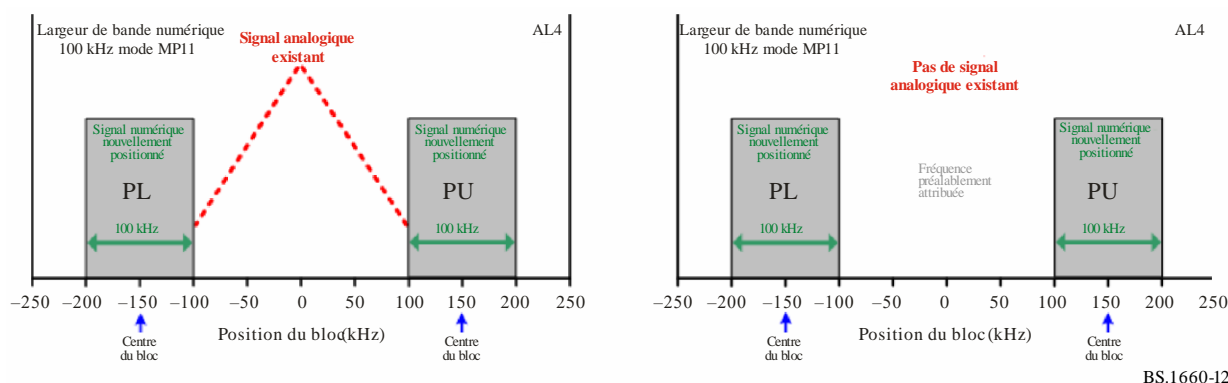
Exemples de position des blocs numériques de 2×70 kHz du système HD radio



BS.1660-11

NOTE – PL et PU sont utilisés pour indiquer le positionnement inférieur et supérieur (respectivement) du bloc numérique. Cette indication est donnée par commodité uniquement et ne suggère pas de réelle différence du signal.

FIGURE 12

Exemples de position des blocs numériques 2×100 kHz du système HD radio

BS.1660-12

NOTE – PL et PU sont utilisés pour indiquer le positionnement inférieur et supérieur (respectivement) du bloc numérique. Cette indication est donnée par commodité uniquement et ne suggère pas de réelle différence du signal.

3 Paramètres d'analyse

Les performances sont indiquées pour plusieurs scénarios et conditions de réception. Ces conditions sont liées au trajet du signal, au scénario de réception spécifique et à la catégorie d'appareil de réception.

Pour analyser correctement les performances de réception des différents modes de réception et des différentes circonstances, il convient d'appliquer certains facteurs de correction aux calculs du champ minimal requis (médian), et de tenir compte de la puissance du signal reçu. Les fondements de ces corrections sont définis en [5]. Certains ajustements pour les scénarios qui ne sont pas abordés en [5], sont définis à partir de technologies et d'environnements connexes, tel qu'indiqué, le cas échéant.

Les facteurs de correction peuvent être divisés en deux groupes. Un groupe est lié au trajet du signal et à l'emplacement de réception et est indépendant de la mise en œuvre spécifique de récepteur. Le deuxième groupe peut être lié à une méthodologie de conception de récepteur spécifique et doit donc être analysé en conséquence.

3.1 Modes de réception

On peut faire la distinction entre six modes de réception qui comprennent la réception fixe, portable et mobile, la réception portable faisant l'objet de subdivisions supplémentaires.

Pour la disponibilité de la réception telle qu'examinée par l'UIT en [5] et [2], on tient compte de certains intervalles de centiles pour le temps et les emplacements mais on n'examine pas les modes pratiques ou les scénarios d'utilisation pour un centile spécifique ou des exigences minimales. L'analyse tire donc les exigences en matière de disponibilité d'autres domaines et technologies de radiodiffusion, et bonnes pratiques, qui sont largement reconnus.

3.1.1 Réception fixe (FX)

La réception fixe se définit comme un mode de réception dans lequel on utilise une antenne de réception installée au niveau d'un toit (c.-à-d. réception avec antenne fixe). Pour calculer les niveaux de champs requis pour la réception avec antenne fixe, on prend comme hypothèse une hauteur d'antenne de réception de 10 m au-dessus du niveau du sol, conformément à [5] et [2]. La probabilité de couverture des emplacements de 50% qui est souvent indiquée en [5] est toutefois considérée insuffisante. En revanche, une probabilité de couverture des emplacements de 70% est supposée permettre d'obtenir une situation de réception «acceptable», tel que suggéré en [13] et [12].

3.1.2 Réception portable

La réception portable se définit comme un mode de réception dans lequel on utilise un dispositif de réception portable. Ce type de dispositif portable peut aussi être portatif, ce qui implique l'utilisation d'une antenne aux performances limitées, plus petite, portable, avec une élévation limitée au-dessus du niveau du sol. Tel qu'indiqué en [13] et [12], différentes combinaisons d'antennes et d'emplacements peuvent se traduire par différents modes de réception.

Une distinction est faite en fonction des emplacements, en association avec la vitesse et l'antenne utilisée:

- Réception en extérieur portable/sur dispositif portatif
 - À 1,5 m ou plus au-dessus du niveau du sol, au repos ou à très basse vitesse
 - Avec une antenne externe (c'est-à-dire télescopique, casque d'écoute filaire, etc.) ou une antenne intégrée
- Réception en intérieur portable/sur dispositif portatif
 - À 1,5 m ou plus au-dessus du niveau du sol, au repos ou à très basse vitesse
 - Avec une antenne externe (c'est-à-dire télescopique, casque d'écoute filaire, etc.) ou antenne intégrée
 - Au rez-de-chaussée, dans une pièce avec fenêtre dans un mur externe
- Une distinction est faite en fonction des emplacements et de la qualité de réception perçue/souhaitée:
- Quasi statique
 - Environ 0,5 m × 0,5 m, avec une antenne se déplaçant vers le haut de 0,5 m
 - Réception de 99%
- Petite zone
 - Environ 100 m × 100 m
 - Réception de 95%
- Grande zone
 - Il s'agit d'une somme de petites zones

3.1.3 Réception mobile

La réception mobile se définit comme un mode de réception dans lequel on utilise un récepteur en mouvement, à des vitesses allant de près de deux km/h jusqu'à 300 km/h. Les vitesses comprises entre 50 km/h et 60 km/h sont particulièrement intéressantes, car elles correspondent au déplacement des véhicules urbains. Pour cette catégorie de réception, l'antenne est considérée comme adaptée et située à 1,5 m ou plus au-dessus du niveau du sol. Bien qu'elle ne soit pas spécifiquement abordée en [5] mais néanmoins autorisée en plus de fournir des indications valides pour les calculs, une probabilité de couverture des emplacements de réception de 99% est supposée, afin de garantir une «bonne» réception. Un tel choix est également soutenu en [13] et [12].

Afin de couvrir toutes les combinaisons indiquées en utilisant le moins de cas possible tout en fournissant des scénarios de réception réalistes, seuls six modes de réception sont analysés, comme indiqué dans le Tableau 66.

TABLEAU 66

Définition des modes de réception pour l'analyse des performances

Mode de réception	FX	MO	PO	PI	PO-H	PI-H
Type d'antenne	Fixe	Montée	Externe	Externe	Intégrée	Intégrée
Emplacement	Extérieur	Extérieur	Extérieur	Intérieur	Extérieur	Intérieur
Vitesse (km/h)	0 (statique)	2-150	2 (marche)	0 (quasi statique)	2 (marche)	0 (quasi statique)
Pourcentage de réception	70%	99%	95%	99%	95%	99%

3.2 Facteurs de correction liés à l'emplacement de réception

Cette section fournit la base et les calculs des facteurs de correction qui ne sont liés qu'au trajet du signal et à l'emplacement de réception.

3.2.1 Fréquence de référence

Les facteurs de correction et l'analyse associée sont donnés pour une fréquence de référence $f = 100$ MHz.

3.2.2 Affaiblissement dans la ligne d'alimentation

L'affaiblissement dans la ligne d'alimentation L_f correspond à l'affaiblissement du signal entre l'antenne de réception et l'entrée RF du récepteur. Cela n'est pas couvert en [5] mais est spécifiquement abordé en [13] pour $f = 200$ MHz. Puisqu'il est indiqué comme étant proportionnel à f_2 , il est ensuite ajusté pour la fréquence de référence et indiqué dans le Tableau 67.

TABLEAU 67

Affaiblissement dans la ligne d'alimentation en fonction du mode de réception

	FX	MO	PO, PI, PO-H, PI-H
Longueur de câble (m)	10	2	0
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation, L_f (dB)	1,4	0,3	0

3.2.3 Affaiblissement dû à la hauteur

La hauteur effective de l'antenne de réception dépend du mode de réception. Pour la réception mobile et portable, on se place dans l'hypothèse d'une antenne de réception de 1,5 m au-dessus du niveau du sol (extérieur) ou au-dessus du niveau du plancher (intérieur). La méthode de prévision de la propagation donne généralement des valeurs du champ à 10 m. Pour corriger la valeur prévue à 10 m pour qu'elle corresponde à la valeur à 1,5 m au-dessus du niveau du sol, on doit appliquer un facteur de correction de l'affaiblissement dû à la hauteur L_h (dB). L'affaiblissement dû à la hauteur dans la Bande II des ondes métriques peut être calculé en utilisant [5]. Cependant, la correction proposée peut s'appliquer à une antenne avec une situation spécifique, qui peut être considérée comme acceptable pour certains cas de réception portable. Cela peut ne pas représenter correctement d'autres cas tels que les appareils portatifs, où la situation de l'antenne (orientation spatiale) varie et a une incidence sur la hauteur équivalente. Des scénarios plus réalistes et des affaiblissements applicables dans la

Bande II des ondes métriques sont indiqués en [12]. Le facteur de correction de l'affaiblissement dû à la hauteur L_h qui en résulte pour tous les modes de réception est fourni au Tableau 68.

TABLEAU 68

Facteur de correction de l'affaiblissement dû à la hauteur

	FX, MO, PO, PI	PO-H, PI-H
Affaiblissement dû à la hauteur, L_h (dB)	10	17

3.2.4 Affaiblissement de pénétration dans les bâtiments

L'affaiblissement de pénétration dans les bâtiments reflète le rapport moyen entre le champ moyen à l'intérieur d'un bâtiment et le champ moyen à l'extérieur du bâtiment, à la même hauteur au-dessus du niveau du sol. L'UIT n'a formulé aucune recommandation directe en ce qui concerne les valeurs d'affaiblissement de pénétration dans les bâtiments applicables dans la Bande II des ondes métriques. Des activités et des documents plus récents, [13] et [12], ont abouti à des valeurs recommandées pour la Bande III des ondes métriques. Comme indiqué en [13], ces valeurs sont applicables à la large gamme de fréquences dans la Bande III des ondes métriques. Par conséquent, on suppose que ces valeurs sont également applicables à la Bande II des ondes métriques et fournies dans le Tableau 69.

TABLEAU 69

Facteurs de correction d'affaiblissement de pénétration dans les bâtiments

Affaiblissement de pénétration dans les bâtiments, L_b (dB)	Écart type de l'affaiblissement de pénétration dans les bâtiments, σ_b (dB)
9	3

3.2.5 Affaiblissement de mise en œuvre

L'affaiblissement de mise en œuvre, comme indiqué dans la présente Recommandation, reflète le facteur de correction pour le niveau de puissance d'entrée minimale, destiné à compenser le récepteur non optimal. Le choix d'un tel facteur peut être subjectif. Pour les récepteurs qui sont spacieux à l'intérieur (c'est-à-dire les circuits de réception non limités de manière significative par la taille de l'appareil) et sans restriction de puissance (c'est-à-dire qui ont un accès constant ou fréquent à une source d'alimentation durable), il est souvent considéré comme étant de 3 dB.

Les petits récepteurs technologiquement avancés et hautement intégrés, tels que les appareils portatifs et en particulier l'inclusion dans les téléphones intelligents, peuvent subir des affaiblissements de mise en œuvre encore plus élevés, lesquels peuvent être dus aux petites dimensions physiques, à la capacité limitée de la batterie et à la coexistence avec plusieurs fonctions matérielles et radioélectriques supplémentaires. Par conséquent, l'affaiblissement de mise en œuvre, L_{im} , pour ces récepteurs devrait être de 5 dB. Les affaiblissements de mise en œuvre, par mode de réception, sont présentés dans le Tableau 70.

TABLEAU 70

Facteur de correction de l'affaiblissement de mise en œuvre

	FX, MO, PO, PI	PO-H, PI-H
Affaiblissement de mise en œuvre, L_{im} (dB)	3	5

3.2.6 Facteur de correction de la variabilité en fonction de l'emplacement

L'affaiblissement lié à la variabilité en fonction de l'emplacement est souvent défini comme représentant l'affaiblissement supplémentaire sur le trajet pour l'ensemble de la zone de service d'un émetteur, dû aux effets et aux obstacles du terrain, en plus d'un effet d'écran local accru. Les débats sur la variabilité considèrent le terrain comme une zone limitée, représentée généralement par un carré dont le côté est compris entre 500 m et 1 km.

Les prévisions du champ sont généralement fournies pour 50% du temps et 50% des emplacements. Afin de calculer la valeur d'intensité de champ requise pour une probabilité de couverture des emplacements plus élevée, un facteur de correction pour les emplacements a été appliqué, conformément aux recommandations de l'UIT, comme indiqué en [5].

3.2.6.1 Écart type pour les emplacements

Comme indiqué en [5], les valeurs de l'écart type de l'intensité du signal à un emplacement dépendent de la fréquence et de l'environnement, et des études empiriques ont fait apparaître un étalement considérable. Les valeurs représentatives pour des zones de 500 m de côté sont données par l'expression suivante:

$$\sigma_L = K + 1.3 \log(f) \quad (22)$$

où:

σ_L : écart type de la distribution gaussienne de la moyenne locale dans la zone étudiée (dB)

$K = 1,2$ pour des récepteurs dont la hauteur des antennes est inférieure à celle des obstacles dans des environnements urbains ou suburbains pour des systèmes mobiles avec antennes de toit équidirectives

$K = 1,0$ pour des récepteurs avec antennes de toit proches de la hauteur de l'obstacle

$K = 0,5$ pour les récepteurs en zones rurales

f : fréquence requise (MHz).

L'écart type pour les emplacements a été calculé sur la base de l'équation (22). Les effets supplémentaires qui peuvent différer selon les scénarios de mobilité et être potentiellement atténués selon les cas par différents récepteurs font l'objet d'un calcul distinct pour chaque modèle de canal et ne figurent donc pas ici. L'écart type calculé est indiqué dans le Tableau 71.

TABLEAU 71

Écart type pour les emplacements

Écart type pour la radiodiffusion numérique, σ_L (dB)	
Dans les zones urbaines et suburbaines	3,8
Dans les zones rurales	3,1

3.2.6.2 Facteur de distribution des emplacements

Le facteur de distribution est défini comme «la distribution normale cumulative complémentaire inverse en fonction de la probabilité». Il sert à corriger l'écart type pour la probabilité de couverture des emplacements souhaitée. Pour les probabilités de couverture des emplacements, telles qu'indiquées pour chaque mode de réception, le facteur de distribution applicable recommandé en [5] est donné dans le Tableau 72.

TABLEAU 72

Facteur de distribution des emplacements

	FX	MO	PO	PI	PO-H	PI-H
Pourcentage de réception	70%	99%	95%	99%	95%	99%
Facteur de distribution, μ	0,52	2,33	1,64	2,33	1,64	2,33

Il est à noter que l'approche du système HD Radio pour la réception du signal considère une «bonne» réception en intérieur à 99%, tandis que d'autres approches peuvent ne nécessiter que 95%. Cette exigence plus élevée (de 99%) se traduit par un facteur de distribution plus élevé de 2,33 par rapport à un facteur de distribution de seulement 1,64 pour une réception en intérieur de 95%.

3.2.6.3 Écart ajusté pour les emplacements

L'écart pour les emplacements, calculé pour les emplacements extérieurs, doit être ajusté pour la probabilité de couverture des emplacements souhaitée et pour tous les environnements autres qu'extérieurs.

Les modes de réception concernent l'environnement de réception intérieur. Les variations excessives du signal (c'est-à-dire au-delà de la variation en fonction de l'emplacement en extérieur) qui perturbent l'antenne intérieure quasi statique sont supposées être affectées uniquement par l'écart de pénétration dans les bâtiments; l'écart pour l'emplacement de l'antenne est donc supposé être identique à l'écart de pénétration dans les bâtiments. Le champ à l'extérieur et la pénétration dans les bâtiments sont supposés statistiquement indépendants et obéissent tous les deux à une loi de distribution log-normale. Comme dans le cas des calculs présentés en [13], leur écart combiné peut être calculé comme décrit dans l'équation (23):

$$\sigma_c = \sqrt{(\sigma_L^2 + \sigma_b^2)} \quad (23)$$

où:

σ_c : écart type combiné (dB).

L'ajustement de l'écart avec le facteur de distribution, selon [5], est ensuite calculé décrit dans l'équation (24):

$$\sigma_s = \mu \cdot \sqrt{(\sigma_L^2 + \sigma_b^2)} \quad (24)$$

où:

σ_S : écart ajusté pour les emplacements (dB)

σ_L : écart pour les emplacements extérieurs (dB)

σ_r : écart pour les emplacements d'antennes (dB). Pour la réception en extérieur $\sigma_r = 0$. Pour la réception en intérieur $\sigma_r = \sigma_b$.

Afin de réduire le nombre de calculs, les modes de réception sont tous définis dans les zones urbaines et suburbaines ou alors les performances sont supposées présenter un intérêt plus grand dans ces zones que dans les zones rurales. Par conséquent, une correction pour les emplacements de $\sigma_L = 3,8$ dB est utilisée dans tous les cas, en négligeant la correction «inférieure» de 3,1 dB qui ne s'applique qu'aux zones rurales, selon [5]. Le calcul de l'écart ajusté pour les emplacements est donné dans le Tableau 73.

TABLEAU 73

Écart ajusté pour les emplacements

Mode de réception	FX	MO	PO	PI	PO-H	PI-H
Pourcentage de réception	70%	99%	95%	99%	95%	99%
Facteur de distribution, μ	0,52	2,33	1,64	2,33	1,64	2,33
Écart type, σ_L	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
Écart pour les emplacements d'antennes spécifiques, σ_r	0	0	0	3	0	3
Écart ajusté pour les emplacements, σ_s , (dB)	2	8,8	6,2	11,3	6,2	11,3

Il est à noter que l'approche du système HD Radio pour la réception du signal considère une «bonne» réception en intérieur à 99%, tandis que d'autres approches peuvent ne nécessiter que 95%. Cette exigence plus élevée (de 99%) conduit à prendre en compte un écart ajusté pour les emplacements plus élevé de 11,3 dB par rapport à un écart ajusté pour les emplacements de seulement 7,9 dB pour une réception en intérieur de 95%.

3.2.7 Affaiblissement ajusté dû à l'emplacement de réception

L'affaiblissement total dû à l'emplacement de réception tient compte de l'affaiblissement sur le trajet du signal et de la variabilité du signal en fonction de l'emplacement de réception. Tous deux dépendent des modes de réception. Les calculs sont les suivants:

$$L_{r1} = \sigma_s + L_h + L_f + L_b \quad (25)$$

où:

L_{r1} : affaiblissement total ajusté dû à l'emplacement de réception (dB).

Les résultats sont donnés dans le Tableau 74.

TABLEAU 74

Affaiblissement ajusté dû à l'emplacement

Mode de réception	FX	MO	PO	PI	PO-H	PI-H
Emplacement de l'antenne de réception	Extérieur	Extérieur	Extérieur	Intérieur	Extérieur	Intérieur
Écart ajusté pour les emplacements, σ_s , (dB)	2	8,8	6,2	11,3	6,2	11,3
Facteur d'affaiblissement dû à la hauteur, L_h	0	10	10	10	17	17
Affaiblissement du câble d'alimentation L_f	1,4	0,3	0	0	0	0
Affaiblissement de pénétration dans les bâtiments L_b	0	0	0	9	0	9
Affaiblissement total dû à l'emplacement de réception, L_{rl} , (dB)	3,4	19,1	16,2	30,3	23,2	37,3

Il est à noter que l'approche du système HD Radio pour la réception du signal considère une «bonne» réception en intérieur à 99%, tandis que d'autres approches peuvent ne nécessiter que 95%. Cette exigence plus élevée (de 99%) conduit à prendre en compte un affaiblissement total dû à l'emplacement plus élevé de 3,4 dB par rapport à l'affaiblissement total dû à l'emplacement pour une réception en intérieur de 95%.

3.3 Facteurs de correction liés à la conception

Cette section fournit la base de l'approche des calculs pour les facteurs de correction liés à la méthodologie de conception des récepteurs.

Les approches de conception des récepteurs, dans le contexte spécifique de l'adaptation optimale du signal reçu pour minimiser l'affaiblissement sur le trajet lié à l'antenne, peuvent varier d'un système à l'autre. Il en résulte différentes méthodes d'analyse et de conception du système d'antenne et de l'étage d'entrée RF. Historiquement, une approche répartie a été établie et largement, mais pas complètement, abordée par des documents de référence. Cependant, une approche intégrée plus récente est également utilisée et doit être déployée.

L'approche répartie traite séparément de l'antenne et de l'étage d'entrée RF. Pour chaque mode de réception avec sa structure d'antenne applicable, elle fournit des analyses et des références numériques sur la base de calculs ou de mesures. En conséquence, un ensemble de gains d'antenne différents a été fourni et suivi par différents ensembles d'affaiblissements d'adaptation (ou de désadaptation), puis par du bruit artificiel admissible en combinaison avec un facteur de bruit de récepteur discret (fourni séparément).

L'approche intégrée suit une méthodologie de conception plus récente, passant par l'intégration en tout ou partie d'une antenne, puis (en option) de circuits d'adaptation à réglage dynamique et d'un amplificateur séparateur à faible bruit. Que l'antenne soit réellement intégrée ou non, elle peut être adaptée de manière constante (c'est-à-dire dynamique). La chaîne entière peut donc être considérée comme ayant une seule valeur de gain mais un facteur de bruit global différent. Les calculs et valeurs spécifiques propres à cette approche sont utilisés dans le présent document pour estimer la puissance moyenne du champ minimal.

3.3.1 Facteurs de correction pour la méthode intégrée

Aux fins des calculs de sensibilité, les antennes sont souvent représentées par des gains et associées à des récepteurs avec un facteur de bruit calculé séparément. Plusieurs approches héritées en matière de conception et d'analyse, de même que certaines mesures, font référence au gain entier par un seul facteur. Dans ce cas de figure, seul le facteur de bruit de l'AFB (appelé facteur de bruit du récepteur)

est utilisé dans les calculs du gain global et du bruit. Cependant, un gain d'antenne se compose d'un gain de structure physique fixe, qui peut être calculé, et d'une composante de gain supplémentaire (généralement d'affaiblissement), qui dépend des circuits associés. Alors qu'un gain physique positif supérieur à 0 dBi (-2,2 dBd) correspond à des diagrammes de rayonnement, les gains négatifs sont liés à l'efficacité altérée des antennes, généralement due à une désadaptation entre l'antenne et le récepteur, comme décrit en [12].

Les techniques avancées de mise en œuvre du récepteur peuvent utiliser des circuits à réglage dynamique susceptibles d'améliorer le processus d'adaptation du réseau d'entrée du récepteur, incluant l'AFB. Pour ces mises en œuvre, il peut donc être utile de calculer le facteur de bruit du récepteur combiné, comme résultant du réseau d'entrée du récepteur, tout en le distinguant du gain d'antenne physique. On utilise alors un gain d'antenne physique de référence (généralement le gain réaliste le plus faible) et tout autre affaiblissement de l'antenne est exprimé par une valeur combinée de facteur de bruit. Lorsqu'un gain d'antenne physique plus élevé est disponible, celui-ci peut être utilisé pour ajuster les calculs, sans affecter les calculs de la valeur combinée de facteur de bruit.

L'effet des circuits d'adaptation sur le bruit global, ou sur le gain d'antenne intégré, peut être calculé à partir de la Pièce jointe 1. Les ajustements nécessaires pour le gain d'antenne sont présentés plus en détail dans la présente section.

3.3.1.1 Ajustement du gain d'antenne

La sensibilité (champ requis), basée sur le facteur de bruit du système de réception global, suppose déjà un gain d'antenne de 1,5 (élément isotrope physique net de 1,8 dBi/-0,4 dBd, séparé de l'affaiblissement d'adaptation), comme indiqué dans la Pièce jointe 1. Le facteur de correction du gain d'antenne Δ_{AG} est donc appliqué lorsque l'élément physique est différent (sensiblement plus grand). Pour la réception fixe, un gain d'antenne de 4 dBd est utilisé, comme recommandé en [14]. Dans tous les autres modes de réception, aucun gain d'antenne physique n'est disponible; on suppose donc qu'il n'y a aucun gain sur l'antenne de référence.

La correction de gain d'antenne applicable pour tous les modes de réception est donnée dans le Tableau 75.

TABLEAU 75

Correction du gain d'antenne physique

	FX	MO, PO, PI, PO-H, PI-H
Correction du gain d'antenne, Δ_{AG} , (dB)	4,4	0

3.3.1.2 Marge pour le bruit artificiel

La marge pour le bruit artificiel, P_{mmn} (dB), tient compte des effets du bruit artificiel reçu par l'antenne sur la qualité de fonctionnement du système.

L'approche existante pour calculer certains bruits d'antenne F_a est décrite en [15] et également présentée en [13]. Cependant, ces valeurs sont basées sur des mesures prises en 1974, avec des environnements RF complètement différents et des approches de mise en œuvre de systèmes d'antennes différentes, et peuvent ne plus être considérées comme réalistes; elles seraient donc non applicables dans le cadre d'un calcul fiable de la marge pour le bruit artificiel.

L'approche présentée en [15] considère le facteur de bruit externe d'une antenne et le facteur de bruit du récepteur séparément (par rapport aux systèmes intégrés). Cette approche tient compte du gain d'antenne pour calculer P_{mmn} . Bien qu'elle puisse s'appliquer aux gains positifs liés aux diagrammes de rayonnement d'antenne, elle peut ne pas convenir aux gains d'antenne négatifs qui concernent

généralement l'adaptation entre l'antenne et le récepteur (généralement la section AFB). L'approche intégrée portant sur le système de réception limite ce problème.

Des études plus récentes (2001-2003) de l'OFCOM, comme indiqué en [16] et [17], et par d'autres en [18] montrent que le bruit réaliste peut être sensiblement plus élevé. Par exemple, aux fins du calcul de la marge pour le bruit artificiel, une valeur de référence F_a de 21 dB (équivalant à une température de bruit d'environ 360 000 K) pour 100 MHz est fournie par l'OFCOM [17] et correspond à un environnement rural «calme». Les mesures réalisées pour cet environnement donnent l'écart type le plus faible et peuvent être considérées comme les plus répétitives. L'utilisation de cette valeur plus élevée et beaucoup plus réaliste a été étendue aux modes de réception.

Une approche similaire d'ajustement de la marge pour le bruit artificiel pour les cas présentant des pertes d'antenne notables (c'est-à-dire un facteur de bruit intégré élevé) est utilisée dans [12] et utilisée dans la présente annexe.

L'utilisation de cette méthode présentée en [12] pour une antenne avec un gain supérieur à $-2,2$ dBd donne un P_{mmn} de 14,1 dB. Elle est considérée comme applicable aux cas où la structure du système de réception est raisonnablement et physiquement contrôlée, comme dans une installation fixe, une automobile et des appareils portables plus grands.

Respectivement, appliquer une méthode ajustée en [12] aux appareils portatifs qui utilisent un système d'antenne avec un gain significativement plus faible ou un facteur de bruit tout aussi élevé (tel qu'applicable à la méthodologie des systèmes intégrés) ne donne pas un P_{mmn} véritablement réaliste.

Le P_{mmn} appliqué est donné dans le Tableau 76.

TABLEAU 76

Marge pour le bruit artificiel pour la conception intégrée

	FX, MO, PO, PI	PO-H, PI-H
Marge pour le bruit artificiel, P_{mmn} , (dB)	14,1	0

3.4 Modèles de canaux et marges de protection contre les évanouissements

Les modèles de canaux spécifiques (avec évanouissement) approuvés par l'EIA utilisés dans cette analyse sont fournis dans la Pièce jointe 2. Présenter tous les modes de réception ainsi que les modèles de canaux possibles peut générer un nombre important de combinaisons, prolongeant ainsi le travail d'analyse. Dans le but spécifique de fournir des paramètres de planification et afin de couvrir toutes les combinaisons en utilisant le moins de cas d'analyse possible, l'analyse met en avant les cas les plus exigeants (en termes de rapport C/N requis et de champ résultant), tout en supposant que les cas les moins exigeants sont alors pris en compte. Par exemple, on peut supposer que la réception en cas d'évanouissement lent en milieu urbain est plus exigeante que la réception en cas d'évanouissement lent en milieu suburbain; par conséquent, seul le cas de l'utilisation du modèle d'évanouissement lent en milieu urbain doit être analysé. De la même façon, le fait de comparer le profil urbain à trajets multiples avec le profil suburbain à trajets multiples amène à penser que la réception en cas d'évanouissement rapide urbain (60 km/h) est plus exigeante que la réception en cas d'évanouissement rapide suburbain (150 km/h); par conséquent, seul le cas de l'utilisation du modèle d'évanouissement rapide en milieu urbain est analysé à des fins de planification.

Sur la base de l'analyse d'un nombre réduit de cas, les combinaisons des modes de réception et des modèles de canaux utiles à la planification (que l'on désigne par leurs symboles en Pièce jointe 2) sont données dans le Tableau 77.

TABLEAU 77

Définition des modes de réception et des modèles de canaux

Mode de réception	FX	MO	PO	PI	PO-H	PI-H
Type d'antenne	Externe	Externe	Externe	Externe	Intégrée	Intégrée
Emplacement d'antenne	Extérieur	Extérieur	Extérieur	Intérieur	Extérieur	Intérieur
Environnement	Suburbain/ urbain	Suburbain/ urbain	Suburbain/ urbain	Suburbain/ urbain	Urbain	Urbain
Pourcentage de réception	70%	99%	95%	99%	95%	99%
Vitesse analysée (km/h)	0 (statique)	60 (véhicule)	2 (marche)	0 (quasi statique)	2 (marche)	0 (quasi statique)
Modèle de canal analysé	FXWGN	UFRM	USRM	FXWGN	USRM	FXWGN

4 Analyse du champ requis**4.1 Rapport C/N minimal**

Les calculs du rapport C/N pour différents scénarios de réception reposent sur plusieurs modèles de canaux. Riches d'une longue expérience en matière de récepteurs commerciaux HD Radio, nous avons observé la corrélation entre les modèles et les conditions réelles de réception. Sur cette base, nous fournissons les modèles les plus impactants au niveau de la performance (ceux qui nécessitent un rapport C/N plus élevé) à des fins de planification.

Les valeurs C/N ($f = 100$ MHz) sont fournies pour un taux d'erreurs sur les bits (TEB) moyen après décodage de $0,5 \times 10^{-4}$ comme point de fonctionnement de référence pour la fourniture de services.

Considérant l'approche de planification des paramètres indiquée en [12] et fondée sur des scénarios d'utilisation potentiels (et réels) des divers types de récepteurs HD Radio, les éléments suivants sont envisagés pour la planification:

- 1) Les récepteurs portables et portatifs peuvent être utilisés en marchant ou dans les véhicules. Les conditions d'évanouissement lent (jusqu'à 2 km/h) peuvent affecter la réception à la vitesse de la marche tandis que les conditions d'évanouissement rapide (60 km/h) peuvent affecter la réception à bord des véhicules. Les conditions d'évanouissement lent en milieu urbain devraient avoir une incidence beaucoup plus sévère sur la réception que les conditions d'évanouissement rapide et seront donc utilisées à des fins de planification.
- 2) Les récepteurs portables peuvent être utilisés dans des conditions quasi statiques (0 km/h) ou à bord de véhicules. Compte tenu de leur format plus important comparé aux récepteurs portatifs, on suppose qu'ils sont susceptibles d'être utilisés pour une réception quasi statique. Par conséquent, la réception quasi statique est utilisée conjointement avec des récepteurs portables à des fins de planification.
- 3) Pour les récepteurs mobiles, une utilisation typique est plus susceptible d'être rencontrée dans les zones urbaines. Qui plus est, les calculs et les tests réels n'ont pas montré de différence significative concernant l'incidence sur la réception, entre le milieu urbain (60 km/h) et le milieu rural (150 km/h). Par conséquent, l'analyse des conditions de réception en milieu urbain, qui utilise des profils multi-trajets plus agressifs, sera utilisée à des fins de planification.

Les cas (et modèles) et leur rapport Cd/N_0 requis (rapport entre la puissance numérique et la densité de bruit) tels qu'analysés pour la planification sont donnés dans le Tableau 78.

TABLEAU 78

Rapport C/N requis par les récepteurs HD Radio pour les différents modes de réception

Mode de réception	FX	MO	PO	PI	PO-H	PI-H
Symbole du modèle de canal	FXWGN	UFRM	USRM	FXWGN	USRM	FXWGN
Environnement	Fixe	Urbain	Urbain	Intérieur	Urbain	Intérieur
Vitesse (km/h)	0	60	2 (marche)	0 (quasi statique)	2 (marche)	0 (quasi statique)
MP9 Cd/N_0 requis (dB-Hz)	55,3	59,7	64,3	55,3	64,3	55,3
MP12 Cd/N_0 requis (dB-Hz)	54,4	58,5	62,5	54,4	62,5	54,4
MP19 Cd/N_0 requis (dB-Hz)	56,8	61,2	65,8	56,8	65,8	56,8
MP1 Cd/N_0 requis (dB-Hz)	53,8	57,2	61,3	53,8	61,3	53,8
MP11 Cd/N_0 requis (dB-Hz)	56,3	58,7	62,8	56,3	62,8	56,3

4.2 Facteur de bruit intégré de récepteur

Sur la base de calculs et de certains déploiements, le facteur de bruit du système de réception HD Radio utilisé pour calculer le bilan de liaison est présenté dans le Tableau 79. Compte tenu de la réalité de la miniaturisation et de l'intégration constantes des appareils, il est estimé nécessaire, dans le cadre de la réception portable, de tenir compte à la fois de l'antenne externe (oreillette) et de l'antenne interne intégrée, à des fins de planification.

Le calcul du facteur de bruit intégré utilise des valeurs réelles prudentes, conformément à la méthodologie de l'antenne pour le transfert de tension maximale (vers l'AFB), comme indiqué dans la Pièce jointe 1 et en [19].

En ce qui concerne les appareils portables, les contraintes de puissance sont supposées entraîner des facteurs de bruit de l'AFB qui peuvent être légèrement supérieurs (environ 1 dB) aux facteurs de bruit de l'AFB pour la réception fixe ou automobile qui peuvent ne pas avoir de contraintes de puissance.

Pour ce qui est des appareils portatifs, la meilleure adaptation d'antenne possible peut être affectée par les dimensions limitées des éléments rayonnants, les éléments variables et l'orientation spatiale variable, ce qui peut collectivement générer des facteurs de bruit intégrés relativement élevés. Dans tous les autres cas (où l'antenne physique, la structure du récepteur et leur orientation spatiale peuvent être considérées comme stables et raisonnablement définies), le réseau d'adaptation d'antenne est supposé parvenir à la meilleure adaptation requise pour le transfert de tension maximale; générant ainsi des valeurs qui peuvent être communes à celles du récepteur uniquement, comme indiqué en [12].

TABLEAU 79

Facteur de bruit du système de réception global HD Radio

Mode de réception	FX	MO	PO	PI	PO-H	PI-H
Type d'antenne	Externe fixe	Adaptée	Externe télescopique/ oreillette	Externe télescopique/ oreillette	Interne	Interne
Facteur de bruit du système de réception (dB)	7	7	8	8	25	25

La sensibilité (champ requis), basée sur le facteur de bruit du système de réception global, suppose déjà un gain d'antenne de 1,5 (élément isotrope physique net, séparation de l'affaiblissement d'adaptation), alors que tous les affaiblissements sont compris dans le facteur de bruit. Le facteur de correction du gain d'antenne Δ_{AG} est donc appliqué uniquement lorsque l'élément physique est différent (sensiblement plus grand).

4.2.1 Puissance de bruit à l'entrée du récepteur

Cette section n'inclut aucune valeur opérationnelle et est conçue uniquement comme un espace réservé soulignant la non-pertinence d'une telle approche héritée pour les calculs de l'intensité de champ HD Radio, dans la mesure où une approche de facteur de bruit intégré est utilisée.

4.3 Champ minimum utile utilisé pour la planification

Les niveaux médians minimaux du champ requis sont calculés selon l'approche intégrée, conformément à la Pièce jointe 1.

Dans certaines configurations (modes du système), où les deux canaux P1 et P3/P4 sont actifs et où les exigences en matière de champ pour le canal P1 diffèrent des exigences en matière de champ pour les canaux P3/P4, on utilise les impératifs les plus contraignants (rapport C/N plus élevé) pour la planification, lesquels impératifs sont présentés dans les Tableaux de la section.

L'intensité minimale du champ médian E_{med} pour le système HD Radio est indiquée dans les Tableaux 80 à 84.

Il convient de noter que, bien que les calculs suivent les directives de l'UIT, comme indiqué dans les sections respectives de la présente Annexe, les valeurs choisies sont destinées à assurer une réception adéquate dans des conditions réalistes. On tiendra compte, plus spécifiquement, des éléments suivants:

- L'approche du système HD Radio pour la réception du signal considère une «bonne» réception en intérieur à 99%, tandis que d'autres approches peuvent ne nécessiter que 95% en intérieur, conduisant potentiellement à une réception inadéquate. Cette exigence plus élevée (de 99%) conduit à prendre en compte des exigences en matière de champ plus élevées de 3,4 dB par rapport aux exigences en matière de champ pour une réception en intérieur de 95% seulement. Ceci est pertinent pour les modes de réception PI et PI-H (et se reflète dans l'augmentation globale des affaiblissements dus aux emplacements de réception pour ces modes).
- Compte tenu de l'expérience étendue dans le secteur portant sur les petits récepteurs avancés et hautement intégrés, tels que ceux des appareils portatifs et en particulier leur inclusion dans les téléphones intelligents, il pourrait être nécessaire d'envisager des affaiblissements de mise en œuvre plus importants que ceux répertoriés pour les classes discrètes de récepteurs (par exemple automobile, portable). Ces pertes plus élevées conduisent à considérer des

exigences de champ plus élevées de 2 dB de plus que le champ pour les classes discrètes de récepteurs seulement. Ceci vaut pour les modes de réception PO-H et PI-H.

- Les avancées technologiques de ces dernières décennies ont entraîné une augmentation du bruit artificiel, comme cela a été indiqué dans certains documents de référence publiés. La méthode d'analyse du système HD Radio utilise des données de bruit artificiel de l'an 2000 ou des années ultérieures, alors que certaines autres méthodes prennent en compte d'autres données provenant de documents de référence établis en 1974 ou avant cette date. Pour l'approche du système HD Radio, ces anciennes données sont considérées comme obsolètes et pouvant mener à une réception inadéquate. La prise en compte de cette augmentation du bruit artificiel conduit à considérer des exigences de champ plus élevées de 6,2 dB de plus que le champ envisagé pour le champ artificiel inférieur et potentiellement non réaliste. Cela vaut pour tous les modes de réception en extérieur: FX, MO, PO et PI.
- La méthode d'analyse du système HD Radio tient compte de l'utilisation de récepteurs portables et portatifs souvent en extérieur, lors des déplacements à pied et à bord de véhicules. Les conditions de réception défavorables pour la marche sont considérées comme beaucoup plus exigeantes (nécessitant un rapport C/N plus élevé) en raison des incidences de l'évanouissement lent. Alors que pour d'autres approches de système, l'analyse pour la vitesse de conduite est jugée suffisante, le système HD Radio considère que les exigences de champ pour la vitesse de marche sont adaptées à la planification. La prise en compte de la réception à la vitesse de marche conduit à considérer des exigences de champ plus élevées de 4,6 dB de plus que le champ envisagé pour la conduite. Cela vaut pour tous les modes de réception en extérieur: PO et PO-H.

L'analyse du système HD Radio pour calculer les exigences de champ envisage les scénarios d'utilisation les plus probables ainsi que les hypothèses prudentes en ce qui concerne les conditions de canal défavorables, le bruit d'origine externe (artificiel) et les marges de déploiement. La prise en compte de paramètres plus audacieux ou de données obsolètes peut entraîner une réduction potentielle de plus de 10 dB des exigences de champ, ce qui peut potentiellement conduire à une planification inadéquate, puis à une réception inadéquate.

TABLEAU 80

Mode MP9 HD radio – Champ médian minimal selon le mode de réception

Mode de réception	FX	MO	PO	PI	PO-H	PI-H
MP9 Cd/N_0 requis (dB-Hz)	55,3	59,7	64,3	55,3	64,3	55,3
Correction du gain d'antenne, Δ_{AG} (dB)	4,4	0	0	0	0	0
Affaiblissements dus à l'emplacement de réception, L_{r1} (dB)	3,4	19,1	16,2	30,3	23,2	37,3
Affaiblissement de mise en œuvre, L_{im} (dB)	3	3	3	3	5	5
Facteur de bruit du système de réception (dB)	7	7	8	8	25	25
Marge pour le bruit artificiel, P_{mmn} (dB)	14,1	14,1	14,1	14,1	0	0
Champ médian minimal (dB μ V/m)	19,9	44,4	47,1	52,2	59,0	64,1

TABLEAU 81

Mode MP12 HD radio – Champ médian minimal selon le mode de réception

Mode de réception	FX	MO	PO	PI	PO-H	PI-H
MP12 Cd/N_0 requis (dB-Hz)	54,4	58,5	62,5	54,4	62,5	54,4
Correction du gain d'antenne, Δ_{AG} (dB)	4,4	0	0	0	0	0
Affaiblissements dus à l'emplacement de réception, L_{r1} (dB)	3,4	19,1	16,2	30,3	23,2	37,3
Affaiblissement de mise en œuvre, L_{im} (dB)	3	3	3	3	5	5
Facteur de bruit du système de réception (dB)	7	7	8	8	25	25
Marge pour le bruit artificiel, P_{mmn} (dB)	14,1	14,1	14,1	14,1	0	0
Champ médian minimal (dB μ V/m)	19,0	43,2	45,3	51,3	57,3	63,2

TABLEAU 82

Mode MP19 HD radio - Champ médian minimal selon le mode de réception

Mode de réception	FX	MO	PO	PI	PO-H	PI-H
MP19 Cd/N_0 requis (dB-Hz)	56,8	61,2	65,8	56,8	65,8	56,8
Correction du gain d'antenne, Δ_{AG} (dB)	4,4	0	0	0	0	0
Affaiblissements dus à l'emplacement de réception, L_{r1} (dB)	3,4	19,1	16,2	30,3	23,2	37,3
Affaiblissement de mise en œuvre, L_{im} (dB)	3	3	3	3	5	5
Facteur de bruit du système de réception (dB)	7	7	8	8	25	25
Marge pour le bruit artificiel, P_{mmn} (dB)	14,1	14,1	14,1	14,1	0	0
Champ médian minimal (dB μ V/m)	21,4	45,9	48,6	53,7	60,5	65,6

TABLEAU 83

Mode MP1 HD radio – Champ médian minimal selon le mode de réception

Mode de réception	FX	MO	PO	PI	PO-H	PI-H
MP1 Cd/N_0 requis (dB-Hz)	53,8	57,2	61,3	53,8	61,3	53,8
Correction du gain d'antenne, Δ_{AG} (dB)	4,4	0	0	0	0	0
Affaiblissements dus à l'emplacement de réception, L_{r1} (dB)	3,4	19,1	16,2	30,3	23,2	37,3
Affaiblissement de mise en œuvre, L_{im} (dB)	3	3	3	3	5	5
Facteur de bruit du système de réception (dB)	7	7	8	8	25	25
Marge pour le bruit artificiel, P_{mmn} (dB)	14,1	14,1	14,1	14,1	0	0
Champ médian minimal (dB μ V/m)	18,4	41,9	44,1	50,7	56,0	62,6

TABLEAU 84

Mode MP11 HD radio – Champ médian minimal selon le mode de réception

Mode de réception	FX	MO	PO	PI	PO-H	PI-H
MP11 Cd/N_0 requis (dB-Hz)	56,3	58,7	62,8	56,3	62,8	56,3
Correction du gain d'antenne, Δ_{AG} (dB)	4,4	0	0	0	0	0
Affaiblissements dus à l'emplacement de réception, L_{r1} (dB)	3,4	19,1	16,2	30,3	23,2	37,3
Affaiblissement de mise en œuvre, L_{im} (dB)	3	3	3	3	5	5
Facteur de bruit du système de réception (dB)	7	7	8	8	25	25
Marge pour le bruit artificiel, P_{mmn} (dB)	14,1	14,1	14,1	14,1	0	0
Champ médian minimal (dB μ V/m)	20,9	43,4	45,6	53,2	57,5	65,1

Pièce jointe 1 à l'Annexe 4

Calcul du niveau du champ médian minimal – approche intégrée

Pour les systèmes qui utilisent la méthode intégrée de calcul du champ médian minimal, la présente Pièce jointe fournit des informations sur le calcul de référence et mentionne les étapes et expressions requises.

Informations sur le calcul du champ minimal de référence

La sensibilité du récepteur, définie comme le champ minimal du signal requis à l'antenne de réception (E), est exprimée en fonction de la valeur requise du rapport C/N_0 , du bruit, de la longueur effective h_e de l'antenne (h_e est fonction de la résistance de rayonnement) et du circuit d'adaptation de l'antenne $H_a(f)$. Pour un champ du signal donné E ($\mu\text{V}/\text{m}$) atteignant l'antenne, le rapport C/N_0 est exprimé en fonction du champ, de la longueur effective de l'antenne $h_e(f)$, de la fonction de transfert du filtre (adapté) du circuit d'antenne $H_a(f)$ et de la somme des sources de bruit incluant N_0 .

NOTE – L'expression est fournie pour l'antenne qui détient la plus faible directivité réaliste, qui est l'un des doublets courts (longueur, $l \ll \lambda$) et qui présente une valeur de gain de 1,5 (1,76 dBi; -0,4 dBd). Tout gain supérieur à -0,4 dBd doit être appliqué séparément aux calculs du bilan de liaison. Tout gain inférieur à -0,4 dBd est supposé résulter d'une efficacité réduite causée par un réseau inadapté et est déjà inclus dans les calculs, comme indiqué dans cette section.

La puissance du signal C (V^2) appliquée à l'entrée de l'AFB est donnée par la formule:

$$C = \left[E(\mu\text{V}/\text{m}) \cdot 10^{-6} \cdot h_e(f) \cdot |H_a(f)| \right]^2 \quad (26)$$

La densité spectrale de puissance de bruit à l'entrée de l'AFB (pour une antenne à adaptation conjuguée), exprimée en fonction du bruit ambiant et du facteur de bruit de l'AFB (NFLNA) est donnée par la formule:

$$N_0 = \kappa \cdot T_0 \cdot R_{LNA} \cdot 10^{NF_{LNA}/10} + \kappa \cdot (T_{amb} - T_0) \cdot R_{LNA} \quad (27)$$

Pour la discussion sur la température de référence (T_0), on suppose que $T_{amb} = T_0$. De plus, l'entrée de l'AFB est fonction de la fréquence et peut ne pas être conjuguée à l'antenne. La densité spectrale de puissance de bruit combinée est donnée par la formule:

$$N_0(f) = \kappa \cdot T_0 \cdot \left[R_{LNA} \cdot (10^{NF_{LNA}/10} - 2) + 4 \cdot \text{Re}\{Z_{in}(f)\} \right] \quad (28)$$

où Z_{in} est l'impédance d'entrée observée à l'entrée de l'AFB, incluant l'impédance d'entrée de l'AFB, et où NF_{LNA} est le facteur de bruit de l'AFB. Le facteur de bruit du système de réception est le rapport (en dB) entre le bruit global et le bruit produit par la résistance de rayonnement de l'antenne:

$$NF = 10 \cdot \log \left(\frac{\kappa \cdot T_0 \cdot \left[R_{LNA} \cdot (10^{NF_{LNA}/10} - 2) + 4 \cdot \text{Re}\{Z_{in}\} \right]}{4 \cdot \kappa \cdot T_0 \cdot R_a(f) \cdot |H_a(f)|^2} \right) \quad (29)$$

ou:

$$NF = 10 \cdot \log(N_0) + 204 - 10 \cdot \log \left(4 \cdot R_a(f) \cdot |H_a(f)|^2 \right) \quad (30)$$

Le rapport porteuse/densité de bruit à la sortie de l'AFB est donné par la formule:

$$\frac{C}{N_0} = \frac{\left[E(\mu\text{V}/\text{m}) \cdot 10^{-6} \cdot h_e(f) \cdot |H_a(f)| \right]^2}{N_0} \quad (31)$$

Il est exprimé en dB comme suit:

$$C/N_0 = 10 \cdot \log \left(\frac{C}{N_0} \right) = E(\text{dBu}) - 120 + 10 \cdot \log \left(h_e(f)^2 \cdot |H_a(f)|^2 \right) - 10 \cdot \log(N_0) \quad (32)$$

ou:

$$C / No = E(dBu) + 78 + 10 \cdot \log\left(\frac{h_e(f)^2}{R_a(f)}\right) - NF \quad (33)$$

Le champ requis E (dBu) est fonction du rapport C/N requis:

$$E(dBu) = C / No - 78 - 10 \cdot \log\left(\frac{h_e(f)^2}{R_a(f)}\right) + NF \quad (34)$$

L'utilisation de la longueur effective de l'antenne h_e en lien avec sa résistance de rayonnement R_a est donnée par la formule:

$$h_e = 2 \cdot \sqrt{\frac{R_a \cdot A_e}{Z_0}} \quad (35)$$

où $A_e = \frac{\lambda^2}{4 \cdot \pi} \cdot G$, $Z_0 = 120 \cdot \pi$, et $G = 1,5$ (1,8 dBi; -0,4 dBd) est la directivité constante pour les petites antennes ($h_e \ll \lambda$):

$$10 \cdot \log\left(\frac{h_e(f)^2}{R_a(f)}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{\lambda^2}{120 \cdot \pi^2} \cdot G\right) = 20 \cdot \log(\lambda) - 29 \quad (36)$$

Le champ requis, qui est fonction de λ , et le facteur de bruit du système de réception (NF) est donné par la formule:

$$E(dBu) = C / No - 49 - 20 \cdot \log(\lambda) + NF \quad (37)$$

Calcul du champ minimal requis

Pour chaque configuration de système et pour chaque mode de réception, on mentionne les valeurs NF et C/N applicables, sachant que NF correspond au facteur de bruit du système de réception intégré en dB et que C/No correspond au rapport porteuse/densité de bruit en dB-Hz.

La relation suivante peut être utilisée pour plus de commodité:

$$C / No = 10 \cdot \log\left(\frac{C}{No}\right) = SNR + 10 \cdot \log(BWn) \quad (38)$$

où BWn est la largeur de bande du bruit dans le récepteur (idéalement la largeur de bande du signal).

Si $\lambda = 3$ m pour 100 MHz, le champ minimal requis E_r est donné par la formule:

$$E_r(dBu) = C / No - 58.5 + NF \quad (39)$$

Ajustement du gain d'antenne physique

Étant donné que le calcul de référence dans l'équation (39) utilise le gain réaliste minimal, de -0,4 dBd, la différence devrait être calculée pour tout autre gain physique indiqué plus élevé comme suit:

$$\Delta_{AG} [dB] = Ag [dB] + 0,4 \quad (40)$$

où Δ_{AG} est la correction de gain d'antenne en dB.

Calcul du champ médian minimal requis

Le champ médian minimal requis est calculé comme suit:

$$E_{med} = E_r + MMN - \Delta_{AG} + L_{rl} + L_{im} \quad (41)$$

ou:

$$E_{med} = C/N_0 - 58,5 + NF + MMN - \Delta_{AG} + L_{rl} + L_{im} \quad (42)$$

où:

- L_{rl} : affaiblissement dû à l'emplacement de réception (dB)
 L_{im} : affaiblissement de mise en œuvre (dB)
 MMN : marge pour le bruit artificiel, calculée selon la méthode préconisée en [12], mais fondée sur le facteur de bruit intégré plutôt que sur le gain d'antenne.

Pièce jointe 2 à l'Annexe 4

Modèles de canaux

Les modèles de canaux inclus dans cette pièce jointe peuvent s'appliquer aux modes de réception.

TABLEAU 85

Modèle de canaux pour la réception fixe en présence de bruit blanc gaussien (FXWGN)

Rayon	Délai (μ s)	Affaiblissement (dB)	Fréquence Doppler (Hz)
1	0,0	0,0	0

TABLEAU 86

Modèle de canaux à trajets multiples de Rayleigh, urbain lent

Rayon	Délai (μ s)	Affaiblissement (dB)	Fréquence Doppler (Hz)
1	0,0	2,0	0,174 (reflète ~2 km/h)
2	0,2	0,0	
3	0,5	3,0	
4	0,9	4,0	
5	1,2	2,0	
6	1,4	0,0	
7	2,0	3,0	
8	2,4	5,0	
9	3,0	10,0	

TABLEAU 87

Modèle de canaux à trajets multiples de Rayleigh, urbain rapide

Rayon	Délai (μ s)	Affaiblissement (dB)	Fréquence Doppler (Hz)
1	0,0	2,0	5,231 (reflète ~60 km/h)
2	0,2	0,0	
3	0,5	3,0	
4	0,9	4,0	
5	1,2	2,0	
6	1,4	0,0	
7	2,0	3,0	
8	2,4	5,0	
9	3,0	10,0	

TABLEAU 88

Modèle de canaux à trajets multiples de Rayleigh, rural rapide

Rayon	Délai (μ s)	Affaiblissement (dB)	Fréquence Doppler (Hz)
1	0,0	4,0	13,08 (reflète ~150 km/h)
2	0,3	8,0	
3	0,5	0,0	
4	0,9	5,0	
5	1,2	16,0	
6	1,9	18,0	
7	2,1	14,0	
8	2,5	20,0	
9	3,0	25,0	

TABLEAU 89

Modèle de canaux à trajets multiples de Rayleigh, relief avec obstacle, rapide

Rayon	Délai (μ s)	Affaiblissement (dB)	Fréquence Doppler (Hz)
1	0,0	10,0	5,231 (reflète ~60 km/h)
2	1,0	4,0	
3	2,5	2,0	
4	3,5	3,0	
5	5,0	4,0	
6	8,0	5,0	
7	12,0	2,0	
8	14,0	8,0	
9	16,0	5,0	

Pièce jointe 3 à l'Annexe 4

IBOC – Conversion de C/N_0 en S/N

Le rapport porteuse/bruit, souvent dénommé CNR ou C/N , correspond au rapport signal/bruit (S/N) d'un signal modulé. La puissance de bruit N est généralement définie dans la largeur de bande (de réception) de traitement du signal.

Le rapport porteuse/densité de bruit (C/N_0) est similaire au rapport porteuse/bruit, à la différence que le bruit N_0 est défini par unité de largeur de bande Hz.

Pour l'analyse, la puissance de modulation numérique du signal Cd se distingue souvent de la puissance totale du signal C . Cela est le cas, par exemple, avec un signal MF IBOC hybride où la puissance exclusivement numérique Cd se distingue de la puissance MF analogique C .

MF IBOC – exemple de conversion de Cd/N_0 en C/N ou S/N numérique

Pour une configuration de système largeur de bande du signal numérique de 70 kHz,

$$SNR_{dB} = (Cd/N)_{dB} = Cd_{dB} - N_{dB}$$

$$N_{dB} = No_{dB} + 10 \cdot \log(70 \text{ kHz}) = No_{dB} + 48,45 \text{ dB}$$

Alors:

$$SNR_{dB} \equiv \left(\frac{Cd}{No}\right)_{dB} - 48,45 \text{ dB}$$

Bibliographie

- [1] Recommandation UIT-R BS.1114-7 – Systèmes de radiodiffusion sonore numérique de Terre à destination de récepteurs fixes, portatifs ou placés à bord de véhicules fonctionnant dans la gamme de fréquences 30-3 000 MHz.
 - [2] Recommandation UIT-R BS.412-9 – Normes de planification pour la radiodiffusion sonore par voie hertzienne de Terre à modulation de fréquence en ondes métriques.
 - [3] Recommandation UIT-R BS.704 – Caractéristiques des récepteurs de référence de radiodiffusion sonore en modulation de fréquence à des fins de planification.
 - [4] Recommandation UIT-R BS.415-2 – Spécifications des caractéristiques minimales des récepteurs de radiodiffusion sonore à prix modique.
 - [5] Recommandation UIT-R P.1546 – Méthode de prévision de la propagation point à zone pour les services de Terre entre 30 MHz et 3 000 MHz.
 - [6] U.S.A FCC Title 47, Part 73, Section 73.215: Contour Protection for Short Spaced Assignment.
 - [7] U.S. National Radio System Committee NRSC-5-D: In-Band/On-Channel Digital Radio Broadcasting Standard.
 - [8] iBiquity Digital Corporation. Document Number SY_IDD_1011s. HD Radio Air Interface Design Description – Layer 1 FM.
 - [9] U.S.A FCC MM Docket No. 99-325, 17 FCC RCD 19990: Digital Audio Broadcasting System and Impact on the Terrestrial Radio Broadcast Service, First Report and Order. 10 octobre 2002.
 - [10] U.S.A FCC MM Docket No. 99-325, DA 10-208, FCC RCD 10344: Digital Audio Broadcasting System and Impact on the Terrestrial Radio Broadcast Service, Order, Released January 29, 2010. Digital Power Increase for FM Stations Approved.
 - [11] UIT CRR-84: Actes finals de la Conférence administrative régionale pour la planification de la radiodiffusion sonore en ondes métriques. Genève, 1984.
 - [12] EBU-TECH 3317: Planning parameters for hand held reception.
 - [13] GE-06: Actes finals de la Conférence régionale des radiocommunications chargée de planifier le service de radiodiffusion numérique de Terre dans certaines parties des Régions 1 et 3, dans les bandes de fréquences 174-230 MHz et 470-862 MHz (CRR-06) Annexe 3: Bases et caractéristiques techniques.
 - [14] Recommandation UIT-R BS.599 – Directivité des antennes de réception de radiodiffusion sonore dans la bande 8 (ondes métriques).
 - [15] Recommandation UIT-R P.372-9 – Bruit radioélectrique.
 - [16] RA(OfCom) AY 3952: Feasibility Study into the Measurement of Man-Made Noise. 2001.
 - [17] RA(OfCom) AY4119: Man-Made Noise Measurement Programme. 2003.
 - [18] J. Rantakko, E. Lofsved et M. Alexandersson. Measurement of Man-Made Noise at VHF. EMC Europe Workshop. 2005.
 - [19] Brian Kroeger et Paul Peyla: Adaptive impedance matching (AIM) for electrically small radio receiver antennas. NAB. 8 avril, 2013.
 - [20] Arrangement spécial de Wiesbaden (1995): réunion de planification de la CEPT sur la radiodiffusion audionumérique par voie hertzienne de Terre (T-DAB). Wiesbaden, juillet 1995.
-