

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BT.2033

(01/2013)

Critères de planification, y compris les rapports de protection, des systèmes de radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre de deuxième génération dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques

Série BT

Service de radiodiffusion télévisuelle



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 élaborées et 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 l'Annexe 1 de 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 oeuvre 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, 2013

© UIT 2013

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 BT.2033

Critères de planification, y compris les rapports de protection, des systèmes de radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre de deuxième génération dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques

(Question UIT-R 132/6)

(2013)

Domaine d'application

La présente Recommandation définit les critères de planification, y compris les rapports de protection, applicables à différentes méthodes de fourniture de systèmes de radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre (DTTB) de deuxième génération dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les systèmes de télévision numérique de Terre destinés à une utilisation dans les bandes attribuées au service de radiodiffusion ont été décrits dans la Recommandation UIT-R BT.1306, systèmes qui sont appelés systèmes actuels;
- b) que ces systèmes DTTB actuels de première génération ont été déployés pour la transmission de services de télévision numérique de Terre dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques;
- c) que de nombreuses administrations ont transféré les services de télévision analogique en dehors des bandes attribuées au service de télévision en ondes métriques et décimétriques;
- d) que les services de télévision DTTB continueront d'être utilisés encore très longtemps;
- e) qu'il existe dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques de nombreux types de brouillages, notamment des brouillages dans le même canal ou dans un canal adjacent, le bruit d'allumage et diverses distorsions des signaux dues à la propagation par trajets multiples;
- f) que de récentes évolutions dans le domaine du codage des canaux et de la modulation ont donné naissance à de nouvelles techniques dont les performances approchent la limite de Shannon;
- g) que les méthodes de correction d'erreurs, de mise en trame des données, de modulation et d'émission pour les systèmes mondiaux de radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre de deuxième génération ont été définies dans la Recommandation UIT-R BT.1877;
- h) que ces nouvelles techniques numériques offriraient une meilleure efficacité d'utilisation du spectre et/ou d'utilisation de la puissance par rapport aux systèmes actuels, tout en conservant la possibilité d'être configurés de façon souple afin de s'adapter aux ressources spécifiques de la radiodiffusion en termes de largeur de bande et de puissance;
- j) que le système recommandé utilise de telles techniques et permet de trouver des compromis très divers entre un fonctionnement avec des niveaux du rapport C/N minimaux et une capacité de transmission maximale;
- k) que les critères de planification applicables à différentes méthodes de fourniture de services de télévision numérique de Terre de première génération dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques ont été définis dans la Recommandation ITU-R BT.1368;

l) que l'existence d'ensembles cohérents de critères de planification approuvés par les administrations facilitera la mise en œuvre de services de télévision numérique de Terre de deuxième génération,

recommande

d'utiliser, pour la planification des fréquences pour les services de télévision numérique de Terre de deuxième génération, les critères de planification pertinents, y compris les rapports de protection (PR, *protection ratio*) et les valeurs de champ minimales pertinentes indiqués dans l'Annexe 1.

NOTE – Les Annexes 3 et 5 font partie intégrante de la Recommandation. Les Annexes 2 et 4 sont fournies à titre d'information.

Introduction

La présente Recommandation contient les Annexes suivantes:

Annexe 1 – Critères de planification, y compris les rapports de protection, applicables aux systèmes DVB de télévision numérique de Terre de deuxième génération dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques

Annexe 2 – Résultats d'essai additionnels fournis par le Royaume-Uni et la Fédération de Russie

Annexe 3 – Autres facteurs de planification, par exemple les types d'antennes et la discrimination d'antenne, l'affaiblissement dû à la hauteur, etc.

Annexe 4 – Description du seuil subjectif de dégradation

Annexe 5 – Brouillage troposphérique et brouillage continu

Généralités

Le rapport de protection RF est la valeur minimale du rapport signal utile/signal brouilleur, généralement exprimée en décibels à l'entrée du récepteur.

Les rapports de protection définis dans la présente Recommandation sont fondés sur des mesures effectuées à l'aide de la méthode d'essai et des références relatives à la puissance du signal définies en [1].

Les Administrations sont invitées à fournir des contributions présentant des résultats de mesures additionnels, afin de compléter la présente Recommandation.

Systèmes de télévision numérique de Terre utiles

Les rapports de protection pour les systèmes de télévision numérique de Terre s'appliquent au brouillage continu et au brouillage troposphérique. Ces rapports se rapportent à la fréquence centrale du système de télévision numérique de Terre utile.

Etant donné qu'un récepteur de télévision numérique doit fonctionner de manière satisfaisante en présence de signaux de brouillage de haut niveau sur des canaux voisins, un degré élevé de linéarité à l'entrée du récepteur est nécessaire.

Les rapports de protection applicables aux systèmes de télévision numérique de Terre – en tant que système brouilleur – concernent le cas où les signaux utiles et brouilleurs ne sont pas synchronisés et/ou n'ont pas de source de programme commune.

On mesure les rapports de protection en se fondant sur la définition des conditions de brouillage au début de la dégradation de l'image au moyen de la méthode du seuil subjectif de dégradation (SFP) définie en [1].

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Annexe 1 (Normative) – Critères de planification, y compris les rapports de protection, applicables aux systèmes DVB de télévision numérique de Terre de deuxième génération dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques	5
1 Rapports de protection pour les signaux utiles de télévision numérique de Terre DVB-T2	5
1.1 Configuration du signal utile	5
1.2 Caractéristiques du signal brouilleur LTE	6
1.3 Notes applicables aux tableaux relatifs aux rapports de protection et aux seuils de saturation	6
1.4 Protection d'un signal DVB-T2 de télévision numérique de Terre brouillé par un signal DVB-T2 de télévision numérique de Terre	7
1.5 Rapports de protection et seuils de saturation pour un signal DVB-T2 brouillé par des signaux de la station de base et de l'équipement d'utilisateur LTE	9
1.5.1 Protection d'un signal de télévision numérique de Terre DVB-T2 brouillé par un signal d'une station de base LTE	10
1.5.2 Protection d'un signal de télévision numérique de Terre DVB-T2 brouillé par un signal d'équipement d'utilisateur LTE	11
1.6 Facteur de correction pour différentes variantes de systèmes DVB-T2 utiles et différentes conditions de réception	15
1.7 Choix des valeurs du rapport de protection et du seuil de saturation pour les études de partage	16
1.8 Effets des brouillages transitoires sur les rapports de protection	17
2 Champs minimaux pour les systèmes DVB-T2 de télévision numérique de Terre	18
3 Références	21
Appendice 1 de l'Annexe 1 – Calcul du champ minimal et du champ médian minimal équivalent	22
Appendice 2 de l'Annexe 1 – Résultats des essais concernant les syntoniseurs à boîtier métallique	23
Appendice 3 de l'Annexe 1 – Effets des brouillages transitoires sur les rapports de protection	27
1 Rappel	27
2 Mesures	27
2.1 Sources du signal	27
2.2 Décalages de fréquence	29

2.3	Procédure utilisée pour les mesures.....	30
2.4	Récepteurs testés.....	30
3	Résultats	30
4	Conclusions	33
	Appendice 4 de l'Annexe 1 – Technologies et caractéristiques des syntoniseurs de télévision.....	35
	Annexe 2 (Informative) – Résultats additionnels des essais.....	36
1	Résultats d'essais additionnels fournis par le Royaume-Uni.....	36
2	Autres résultats d'essai présentés par la Fédération de Russie	36
	Annexe 3 (Normative) – Autres facteurs de la planification	37
1	Distribution du champ en fonction de l'emplacement	37
2	Réception à l'aide de l'équipement de réception portable à l'intérieur de bâtiments et de véhicules	38
2.1	Affaiblissement dû à la hauteur: Lh.....	38
2.2	Affaiblissement dû à la pénétration dans un bâtiment: Lb	38
	Forte:	39
	Moyenne:	39
	Faible:	39
2.3	Affaiblissement dû à la pénétration dans un véhicule: Lv.....	39
3	Discrimination de l'antenne de réception	39
4	Antennes pour récepteurs portables et mobiles	39
4.1	Antennes pour la réception portable	39
4.2	Antennes pour la réception avec un dispositif portatif	40
4.3	Antennes pour la réception mobile	40
5	Bruit artificiel (MMN).....	40
	Annexe 4 (Informative) – Méthodes d'évaluation du seuil de dégradation	42
1	Méthode du seuil subjectif de dégradation (SFP) pour les mesures des rapports de protection.....	42
	Annexe 5 (Normative) – Brouillage troposphérique et brouillage continu	42
1	Brouillage troposphérique et brouillage continu	42

Annexe 1 (Normative)

Critères de planification, y compris les rapports de protection, applicables aux systèmes DVB de télévision numérique de Terre de deuxième génération dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques

1 Rapports de protection pour les signaux utiles de télévision numérique de Terre DVB-T2

1.1 Configuration du signal utile

Afin de limiter le nombre de mesures et de tableaux, il est proposé d'effectuer les mesures des rapports de protection pour les systèmes DVB-T2 avec le mode indiqué ci-après dans le Tableau 1. Les valeurs des rapports de protection pour les différents modes opérationnels requis peuvent être calculées à partir des valeurs mesurées indiquées. Toutes les données reproduites dans la présente Annexe correspondent à ce mode, sauf indication contraire.

TABLEAU 1

Type de mode préféré pour les mesures des rapports de protection des systèmes DVB-T2

Global	Valeur du paramètre
FFTSIZE	32 K
Intervalle de garde	1/128
Symbole de données	59
SISO/MISO	SISO
PAPR (rapport puissance de crête à puissance moyenne)	Sans objet
Nombre de trames par supertrame	2
Largeur de bande	8 MHz
Mode largeur de bande étendue	Oui
Schéma de pilote	PP7
Modulation L1	MAQ-64
PLP #0	
Type	1
Modulation	MAQ-256
Vitesse	2/3
Type de FEC	64 800
MAQ avec rotation	Oui
Blocs de FEC par trame d'entrelacement	202
Nombre de blocs TI par trame (N_TI)	3
Nombre de trames T2 par trame d'entrelacement (P_I)	1
Intervalle de trame (I_JUMP)	1

TABLEAU 1 (*fin*)

Global	Valeur du paramètre
Type d'entrelacement temporel	0
Longueur d'entrelacement temporel	3
Rapport C/N (Canal à bruit blanc gaussien additif (BBGA)), dB	19,7
Débit de données, Mbit/s	40,2

1.2 Caractéristiques du signal brouilleur LTE

Les rapports de protection et les seuils de saturation applicables aux stations de base (BS) et aux équipements d'utilisateur (UE) LTE indiqués dans la présente Recommandation sont fondés sur des mesures utilisant des signaux LTE enregistrés occupant une bande de 10 MHz et provenant de stations BS et de dispositifs UE réels, avec trois charges de trafic différentes. Ces enregistrements sont filtrés afin de supprimer les défauts d'enregistrement, puis formatés sous la forme de données I/Q adaptées à la restitution à partir de générateurs de signaux vectoriels de laboratoire.

Les charges de trafic pour la station de base ont été classées dans les catégories suivantes:

- mode repos – comprend avant tout des signaux de synchronisation et de radiodiffusion et, occasionnellement, des données;
- charge de trafic de 50% – charge moyenne;
- charge de trafic de 100% – tous les blocs de ressources ont été utilisés en permanence.

Les charges de trafic pour les équipements UE ont été classées dans les catégories suivantes:

- 1 Mbit/s – faible charge de trafic lorsque seul un petit nombre de blocs de ressources sont utilisés pendant un certain temps;
- 10 Mbit/s – charge moyenne;
- 20 Mbit/s – charge élevée.

La variation en fonction du temps est nettement plus importante dans la puissance des signaux dont la charge de trafic est plus faible, ce qui peut entraîner une dégradation pour ce qui est du rapport de protection ou du seuil de saturation dans certains récepteurs.

1.3 Notes applicables aux tableaux relatifs aux rapports de protection et aux seuils de saturation

Afin d'éviter toute répétition, et sauf indication contraire, les notes ci-après s'appliquent aux Tableaux 2 à 11 ainsi qu'aux Tableaux 14 à 18.

NOTE 1 – Pour la valeur du rapport de protection correspondant au 90ème centile, 90% des récepteurs mesurés pour ce qui est du décalage de fréquence et du paramètre donnés sont protégés; par contre, pour le seuil de saturation, il conviendrait d'utiliser la valeur correspondant au 10ème centile pour protéger 90% des récepteurs mesurés.

NOTE 2 – Δf est la différence entre la fréquence centrale du canal brouilleur et la fréquence centrale du canal utile.

NOTE 3 – NR: le seuil de saturation n'est pas atteint. En d'autres termes, pour ce décalage de fréquence, le rapport de protection est le critère prédominant.

NOTE 4 – Le rapport de protection s'applique sauf si le niveau du signal brouilleur est supérieur au seuil de saturation correspondant. Si le niveau du signal brouilleur est supérieur au seuil de saturation correspondant, le récepteur est brouillé par le signal brouilleur quel que soit le rapport signal/brouillage.

NOTE 5 – Lorsque le niveau du signal utile est proche de la sensibilité du récepteur, il convient de tenir compte du bruit; par exemple pour une sensibilité de +3 dB, il convient d'ajouter 3 dB au rapport de protection.

NOTE 6 – On peut obtenir le rapport de protection pour différentes variantes de système et différentes conditions de réception en utilisant les facteurs de correction donnés dans le Tableau 10 de la présente Annexe. Le seuil de saturation est supposé être indépendant de la variante de système et des conditions de réception.

NOTE 7 – Les rapports de protection sont arrondis au nombre entier le plus proche.

NOTE 8 – Les canaux de Rice et les canaux de Rayleigh statiques sont définis dans la section 14.1 de la norme ETSI TS 102 831 Radiodiffusion visionnumérique (DVB); Directives de mise en œuvre pour un système de radiodiffusion télévisuelle numérique de terre de deuxième génération (DVB-T2). Ces canaux sont également décrits dans la norme ETSI EN 300 744 Radiodiffusion visionnumérique (DVB); structure de trame, codage et modulation des canaux pour la radiodiffusion télévisuelle numérique de terre (DVB-T).

NOTE 9 – Les signaux de brouillages de la station de base LTE utilisés dans les mesures ont des valeurs du rapport de fuite de puissance dans les canaux adjacents (ACLR) de 60 dB ou des valeurs supérieures pour N-1, et des valeurs ACLR nettement plus élevées pour N-2 et au-delà.

Dans les Tableaux 2 à 11 et 14 à 18, on trouvera les valeurs des rapports de protection pour des signaux utiles DVB-T2 de télévision numérique de Terre brouillés par, respectivement:

- des signaux DVB-T2 de télévision numérique de Terre;
- des signaux d'une station de base (BS) LTE;
- des signaux d'un équipement d'utilisateur (UE) LTE.

1.4 Protection d'un signal DVB-T2 de télévision numérique de Terre brouillé par un signal DVB-T2 de télévision numérique de Terre

Les valeurs indiquées dans le Tableau 2 sont des valeurs théoriques, calculées pour le mode indiqué dans le Tableau 1 à l'aide de la méthode décrite dans le Rapport UIT-R BT.2254-2012.

TABLEAU 2

Rapports de protection dans le même canal (dB) pour un signal DVB-T2 (défini dans le Tableau 1) brouillé par un signal DVB-T2 de même type

Modulation	Rendement de codage	Canal gaussien	Canal de Rice Note 8	Canal de Rayleigh (statique) Note 8
MDP-4	1/2	2,4	2,6	3,4
MDP-4	3/5	3,6	3,8	4,9
MDP-4	2/3	4,5	4,8	6,3
MDP-4	3/4	5,5	5,8	7,6
MDP-4	4/5	6,1	6,5	8,5
MDP-4	5/6	6,6	7,0	9,3
MAQ-16	1/2	7,6	7,8	9,1
MAQ-16	3/5	9,0	9,2	10,7
MAQ-16	2/3	10,3	10,5	12,2
MAQ-16	3/4	11,4	11,8	13,9
MAQ-16	4/5	12,2	12,6	15,1
MAQ-16	5/6	12,7	13,1	15,9

TABLEAU 2 (*fin*)

Modulation	Rendement de codage	Canal gaussien	Canal de Rice Note 8	Canal de Rayleigh (statique) Note 8
MAQ-16	1/2	11,9	12,2	14,0
MAQ-16	3/5	13,8	14,1	15,8
MAQ-64	2/3	15,1	15,4	17,2
MAQ-64	3/4	16,6	16,9	19,3
MAQ-64	4/5	17,6	18,1	20,9
MAQ-64	5/6	18,2	18,7	21,8
MAQ-256	1/2	15,9	16,3	18,3
MAQ-256	3/5	18,2	18,4	20,5
MAQ-256	2/3	19,7	20,0	22,1
MAQ-256	3/4	21,7	22,0	24,6
MAQ-256	4/5	23,1	23,6	26,6
MAQ-256	5/6	23,9	24,4	28,0

Les rapports de protection figurant dans le Tableau 3 sont indiqués pour trois types de canaux de propagation (c'est-à-dire gaussien, de Rice et de Rayleigh). Pour la réception fixe et portable, il conviendrait d'adopter, respectivement, les valeurs applicables aux canaux de Rice et de Rayleigh.

Les mêmes corrections des rapports de protection figurant dans le Tableau 3 devraient être appliquées aux systèmes DVB-T2 ayant une largeur de bande de 6, 7 et 8 MHz.

TABLEAU 3

Rapports de protection (dB) et seuils de saturation (dBm) pour un signal DVB-T2 (défini dans le Tableau 1) brouillé par un signal DVB-T2 (défini dans le Tableau 1) dans le cas de syntoniseurs au silicium

Décalage du canal N (canaux de 8 MHz)	Décalage de la fréquence centrale (MHz)	Nombre de récepteurs testés	Rapport de protection (dB)		Seuil de saturation (dBm)	
			Centile		Centile	
			50ème	90ème	10ème	50ème
-9	72	11	-54	-50	-14	0
-4	-32	11	-50	-44	-14	-2
-3	-24	11	-48	-44	-14	-2
-2	-16	11	-47	-43	-15	-6
-1	-8	11	-35	-33	-15	-6
Cocanal	0	11	19,0	19,0	-	-
1	8	11	-32	-30	-15	-6
2	16	11	-46	-43	-15	-5

TABLEAU 3 (*fin*)

Décalage du canal N (canaux de 8 MHz)	Décalage de la fréquence centrale (MHz)	Nombre de récepteurs testés	Rapport de protection (dB)		Seuil de saturation (dBm)	
			Centile		Centile	
			50ème	90ème	10ème	50ème
3	24	11	-47	-43	-14	-2
4	32	11	-50	-44	-13	1
9	72	11	-54	-49	-13	1

Les valeurs indiquées sont applicables lorsque les signaux DVB-T2 utiles et brouilleurs occupent la même largeur de canal. Les combinaisons différentes de largeurs de canal doivent faire l'objet d'un complément d'étude.

Le signal brouilleur avait les mêmes paramètres de mode que le signal utile, mais n'était pas corrélé avec celui-ci.

Le rapport de protection est donné en dB et s'applique à la fois aux brouillages continus et aux brouillages d'origine troposphérique.

1.5 Rapports de protection et seuils de saturation pour un signal DVB-T2 brouillé par des signaux de la station de base et de l'équipement d'utilisateur LTE

La présente section contient les rapports de protection et les seuils de saturation dans le cas de systèmes DVB-T2 brouillés par des systèmes LTE OFDMA (station de base) et SC-FDM (équipement d'utilisateur). Toutes les mesures nécessaires pour obtenir ces paramètres ont été effectuées sur des récepteurs DVB-T2 conçus pour une plage d'accord de fréquence comprise entre 470 et 862 MHz, tous les signaux brouilleurs étant situés dans la gamme de fréquences comprise entre 759 et 862 MHz.

Seul un petit nombre de récepteurs DVB-T2 (3) avec des syntoniseurs à boîtier métallique ont pu être testés, ce qui a empêché toute analyse statistique des résultats. La qualité de fonctionnement des différents récepteurs est présentée sous forme de tableaux, à toutes fins utiles, dans l'Appendice 2 de la présente Annexe.

Les caractéristiques du signal LTE utilisées dans les mesures sont données dans le Rapport UIT-R BT.2215 «Mesures des rapports de protection et des seuils de saturation pour les récepteurs de télévision».

Le scénario de partage entre les systèmes DVB-T2 et les systèmes mobiles LTE n'est pas figé et évolue, la conception des deux syntoniseurs de télévision et la mise en œuvre des stations de base évoluant dans les deux cas. Toutes les parties concernées sont vivement encouragées à améliorer les performances de leurs équipements respectifs, afin que ces tableaux puissent être mis à jour à brève échéance.

Etant donné que le signal LTE varie dans le temps, la dégradation du rapport de protection et du seuil de saturation correspondant au cas le plus défavorable dans certaines conceptions de syntoniseurs est celle d'une charge de trafic très faible pour la station de base et l'équipement d'utilisateur. Trois niveaux de charge de trafic sont présentés ici, étant donné qu'il sera vraisemblablement difficile de prévoir la charge de trafic effective dans les conditions d'exploitation réelle de la station de base et de l'équipement d'utilisateur.

On obtient le niveau de protection le plus élevé (protection de la radiodiffusion pour tous les scénarios de charge de trafic pour la station de base et l'équipement d'utilisateur) en prenant la valeur la plus élevée pour le rapport de protection et la valeur la plus basse pour le seuil de saturation quelle que soit la technique utilisée en matière de syntoniseur.

Le décalage de fréquence est mesuré entre les fréquences centrales du signal utile et du signal brouilleur.

1.5.1 Protection d'un signal de télévision numérique de Terre DVB-T2 brouillé par un signal d'une station de base LTE

Les tableaux ci-après donnent les valeurs des rapports de protection et des seuils de saturation pour trois charges de trafic différentes sur la station de base LTE.

TABLEAU 4

Rapports de protection mesurés (dB) pour un signal DVB-T2 (défini dans le Tableau 1) brouillé par un signal d'une station de base LTE dans des canaux adjacents dans le cas de syntoniseurs au silicium

Décalage du canal N (canaux de 8 MHz)	Décalage de la fréquence centrale (MHz)	Nombre de récepteurs testés	Rapport de protection pour une charge de trafic de la station de base de 0% (dB)		Rapport de protection pour une charge de trafic de la station de base de 50% (dB)		Rapport de protection pour une charge de trafic de la station de base de 100% (dB)	
			Centile		Centile		Centile	
			50ème	90ème	50ème	90ème	50ème	90ème
Cocanal BBGA	0	11	19	19	19	19	19	19
Cocanal LTE	0	11	10	11	18	18	19	19
1	10	11	-44	-24	-40	-38	-38	-36
2	18	11	-50	-32	-48	-44	-47	-43
3	26	11	-51	-35	-49	-45	-48	-44
4	34	11	-52	-39	-51	-46	-50	-45
5	42	11	-53	-41	-51	-47	-51	-46
6	50	11	-55	-46	-54	-48	-52	-47
7	58	11	-56	-46	-54	-49	-54	-48
8	66	11	-57	-45	-54	-50	-53	-49
9	74	11	-58	-45	-55	-50	-53	-49

TABLEAU 5

Seuils de saturation mesurés (dBm) pour un signal DVB-T2 (défini dans le Tableau 1) brouillé par un signal d'une station de base LTE dans des canaux adjacents dans le cas de syntoniseurs au silicium

Décalage du canal N (canaux de 8 MHz)	Décalage de la fréquence centrale (MHz)	Nombre de récepteurs testés	Seuil de saturation pour une charge de trafic de la station de base de 0% (dBm)		Seuil de saturation pour une charge de trafic de la station de base de 50% (dBm)		Seuil de saturation pour une charge de trafic de la station de base de 100% (dBm)	
			Centile		Centile		Centile	
			10ème	50ème	10ème	50ème	10ème	50ème
1	10	11	-18	-6	-15	-6	-13	-8
2	18	11	-14	1	-12	-2	-13	-3
3	26	11	-12	3	-13	0	-12	-1
4	34	11	-11	5	-12	2	-12	0
5	42	11	-10	6	-12	3	-12	2
6	50	11	-10	4	-12	2	-12	2
7	58	11	-10	4	-11	2	-12	1
8	66	11	-10	4	-12	2	-12	1
9	74	11	-10	5	-12	3	-12	1

1.5.2 Protection d'un signal de télévision numérique de Terre DVB-T2 brouillé par un signal d'équipement d'utilisateur LTE

Les tableaux ci-après donnent les valeurs des rapports de protection et des seuils de saturation pour trois charges de trafic différentes dans un équipement d'utilisateur:

Tableau 6 – Résultats non corrigés du rapport de protection pour l'équipement d'utilisateur

Tableau 7 – Valeurs estimatives du rapport de fuite de puissance dans les canaux adjacents (ACLR) pour l'équipement d'utilisateur sur la base des gabarits du 3GPP TS 36.101 et de l'ETSI

Tableau 8 – Résultats corrigés du rapport de protection pour l'équipement d'utilisateur dans le cas d'une dégradation due au bruit hors bande de l'équipement d'utilisateur

Tableau 9 – Résultats du seuil de saturation pour l'équipement d'utilisateur

TABLEAU 6

Rapports de protection non corrigés (dB) pour un signal DVB-T2 (défini dans le Tableau 1) brouillé par un signal d'équipement d'utilisateur LTE dans des canaux adjacents dans le cas de syntoniseurs au silicium

Décalage du canal N (canaux de 8 MHz)/ (Décalage de la fréquence centrale)	Nombre de récepteurs testés	Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 1 Mbit/s Générateur de signaux ACLR = 100 dB pour tous les décalages		Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 10 Mbit/s Générateur de signaux ACLR = 100 dB pour tous les décalages		Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 20 Mbit/s Générateur de signaux ACLR = 67,8 dB (N+1) 80,4 dB (N+2) 100 dB (N+3 to N+9)	
		Valeurs du rapport de protection pour le centile (dB)		Valeurs du rapport de protection pour le centile (dB)		Valeurs du rapport de protection pour le centile (dB)	
		50ème	90ème	50ème	90ème	50ème	90ème
Cocanal BBGA (0)	11	19	19	19	19	19	19
Cocanal LTE (0)	11	10	11	18	18	19	19
1/(10)	11	-36	-19	-41	-39	-41	-39
2 (18)	11	-41	-24	-47	-45	-47	-43
3 (26)	11	-44	-26	-48	-45	-50	-44
4 (34)	11	-46	-36	-48	-45	-52	-45
5 (42)	11	-47	-37	-48	-44	-54	-46
6 (50)	11	-50	-38	-49	-43	-52	-45
7 (58)	11	-50	-41	-49	-44	-53	-44
8 (66)	11	-50	-41	-49	-42	-54	-45
9 (74)	11	-50	-43	-49	-43	-54	-47

Les valeurs du rapport de protection de l'équipement d'utilisateur sont corrigées pour la valeur estimative du rapport ACLR de l'équipement d'utilisateur dans des canaux adjacents et non adjacents de 8 MHz, afin de tenir compte de la dégradation du rapport de protection due au bruit hors bande de l'équipement d'utilisateur. Les valeurs estimatives du rapport ACLR sont fondées sur le gabarit indiqué dans le Tableau 6.6.2.1.1 de la norme 3GPP TS 36.101 v.11.1.0 et sur le projet de prescription ETSI 301-908-13 relative à un bruit hors bande de -65 dBm dans la bande 470-790 MHz. Ces valeurs sont indiquées dans le Tableau 7.

TABLEAU 7

**Valeurs supposées du rapport ACLR de l'équipement d'utilisateur
pour les valeurs corrigées du rapport de protection
de l'équipement d'utilisateur**

Décalage du canal N (Canaux de 8 MHz)	Décalage de la fréquence centrale (MHz)	ACLR (dB)
1	10	25,2
2	18	32,2
Autres décalages (correspondant à -65 dBm/8 MHz)	26-74	88,0

Les valeurs de PR_0 dans le même canal utilisées dans le calcul de la correction correspondaient à celles du bruit blanc gaussien additif (BBGA) indiqués dans le Tableau 8. La méthode de correction ACLR est décrite ci-dessous.

On obtient le rapport de protection final en deux étapes: premièrement, pour un décalage de fréquences Δf , la sélectivité du canal adjacent (ACS) du récepteur est calculée à partir du rapport de protection mesuré au décalage ($PR(\Delta f)$), du rapport de protection dans le même canal PR_0 et du rapport ACLR du générateur de signaux de brouillages:

$$ACS(\Delta f) = -10 \log \left(10^{\frac{PR_0 - PR(\Delta f)}{10}} - 10^{\frac{ACLR}{10}} \right)$$

Deuxièmement, la valeur calculée de la sélectivité ACS de la TNT est utilisée pour déterminer les rapports de protection appropriés dans le canal adjacent dans le cas d'un terminal brouilleur qui peut avoir des caractéristiques ACLR différentes.

Le rapport de protection final, $PR'(\Delta f)$, est fonction de la sélectivité ACS et du rapport ACLR du dispositif LTE à (Δf), $ACLR'$:

$$PR'(\Delta f) = PR_0 + 10 \log \left(10^{\frac{-ACS}{10}} + 10^{\frac{-ACLR'}{10}} \right)$$

Cette méthode peut être utilisée pour ramener les rapports de protection corrigés à leurs valeurs non corrigées, de façon à pouvoir calculer les effets de différentes hypothèses pour le rapport ACLR de l'équipement d'utilisateur

Il convient de noter que, dans les formules ci-dessus, les rapports ACLR et $ACLR'$ sont fondés sur des mesures de la puissance utilisant la largeur de bande du canal du brouilleur LTE (par exemple, 10 MHz) et la largeur de bande du canal du signal DVB-T2 utile (par exemple, 8 MHz) aux décalages de fréquences appropriés du brouilleur.

TABLEAU 8

Rapports de protection corrigés (dB) pour un signal DVB-T2 (défini dans le Tableau 1) brouillé par un signal d'équipement d'utilisateur LTE dans des canaux adjacents, dans le cas de syntoniseurs au silicium

Décalage du canal N (canaux de 8 MHz)/ (Décalage de la fréquence centrale)	Nombre de récepteurs testés	Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 1 Mbit/s Générateur de signaux ACLR = 100 dB pour tous les décalages		Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 10 Mbit/s Générateur de signaux ACLR = 100 dB pour tous les décalages		Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 20 Mbit/s Générateur de signaux ACLR = 67,8 dB (N+1) 80,4 dB (N+2) 100 dB (N+3 to N+9)	
		Valeurs du rapport de protection pour le centile (dB)		Valeurs du rapport de protection pour le centile (dB)		Valeurs du rapport de protection pour le centile (dB)	
		50ème	90ème	50ème	90ème	50ème	90ème
Cocanal BBGA (0)	11	19	19	19	19	19	19
Cocanal LTE (0)	11	10	11	18	18	19	19
1/(10)	11	-6	-6	-6	-6	-6	-6
2 (18)	11	-13	-13	-13	-13	-13	-13
3 (26)	11	-44	-26	-48	-45	-50	-44
4 (34)	11	-46	-36	-48	-45	-52	-45
5 (42)	11	-47	-37	-48	-44	-54	-46
6 (50)	11	-50	-38	-49	-43	-52	-45
7 (58)	11	-50	-41	-49	-44	-53	-44
8 (66)	11	-50	-41	-49	-42	-54	-45
9 (74)	11	-50	-43	-49	-43	-54	-47

TABLEAU 9

Seuils de saturation mesurés (dB) pour un signal DVB-T2 (défini dans le Tableau 1) brouillé par un signal d'équipement d'utilisateur LTE dans des canaux adjacents, dans le cas de syntoniseurs au silicium

Décalage du canal N (canaux de 8 MHz)	Décalage de la fréquence centrale (MHz)	Nombre de récepteurs testés	Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 1 Mbit/s		Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 10 Mbit/s		Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 20 Mbit/s	
			Seuil de saturation (dBm)		Seuil de saturation (dBm)		Seuil de saturation (dBm)	
			10ème	50ème	10ème	50ème	10ème	50ème
1	10	11	-37	-6	-15	-5	-12	-5
2	18	11	-12	5	-11	0	-11	0
3	26	11	-10	6	-11	2	-11	0
4	34	11	-24	5	-11	2	-11	1
5	42	11	-10	6	-11	2	-11	1
6	50	11	-10	6	-11	2	-11	2
7	58	11	-10	5	-11	2	-11	2
8	66	11	-10	5	-11	2	-11	2
9	74	11	-11	6	-11	2	-11	2

1.6 Facteur de correction pour différentes variantes de systèmes DVB-T2 utiles et différentes conditions de réception

Le Tableau 10 a été élaboré pour des signaux DVB-T2 utilisant d'autres modes brouillés par un signal DVB-T2. Le facteur de correction est calculé comme étant la différence du rapport C/N du bruit BBGA entre d'autres modes et le mode de référence du Tableau 1 et devrait être utilisé avec prudence, en particulier si la différence du rapport C/N pour le mode requis par rapport au mode de référence est importante. Les valeurs doivent encore être vérifiées à l'aide de mesures. Il est proposé d'utiliser ce tableau pour d'autres types de systèmes brouilleurs, mais d'autres études sont nécessaires pour confirmer les valeurs.

TABLEAU 10

Facteurs de correction théoriques estimés pour les rapports de protection (dB) dans le cas de différentes variantes de systèmes DVB-T2 utiles par rapport au mode de référence du Tableau 1 (brouillé par un signal DVB-T2 ou d'autres services)

Modulation	Rendement de codage	Canal gaussien	Canal de Rice Note 8	Canal de Rayleigh (statique) Note 8
MDP-4	1/2	-17,3	-17,1	-16,3
MDP-4	3/5	-16,1	-15,9	-14,8
MDP-4	2/3	-15,2	-14,9	-13,4
MDP-4	3/4	-14,2	-13,9	-12,1
MDP-4	4/5	-13,6	-13,2	-11,2
MDP-4	5/6	-13,1	-12,7	-10,4
MAQ-16	1/2	-12,1	-11,9	-10,6
MAQ-16	3/5	-10,7	-10,5	-9,0
MAQ-16	2/3	-9,4	-9,2	-7,5
MAQ-16	3/4	-8,3	-7,9	-5,8
MAQ-16	4/5	-7,5	-7,1	-4,6
MAQ-16	5/6	-7,0	-6,6	-3,8
MAQ-64	1/2	-7,8	-7,5	-5,7
MAQ-64	3/5	-5,9	-5,6	-3,9
MAQ-64	2/3	-4,6	-4,3	-2,5
MAQ-64	3/4	-3,1	-2,8	-0,4
MAQ-64	4/5	-2,1	-1,6	1,2
MAQ-64	5/6	-1,5	-1,0	2,1
MAQ-256	1/2	-3,8	-3,4	-1,4
MAQ-256	3/5	-1,5	-1,2	0,8
MAQ-256	2/3	0,0	0,3	2,4
MAQ-256	3/4	2,0	2,3	4,9
MAQ-256	4/5	3,4	3,9	6,9
MAQ-256	5/6	4,2	4,7	8,3

Par rapport à un canal de transmission de Rayleigh statique, les rapports de protection sont beaucoup plus nécessaires pour le canal de Rayleigh variant en fonction du temps qui est le canal adapté à la réception DVB-T2. Il est nécessaire d'effectuer d'autres mesures pour évaluer ces effets.

1.7 Choix des valeurs du rapport de protection et du seuil de saturation pour les études de partage

On trouvera dans le Tableau 11 les valeurs recommandées du rapport de protection et du seuil de saturation à utiliser dans les études de partage. En appliquant ces valeurs, 90% des récepteurs (parmi les 14 syntoniseurs mesurés) bénéficieraient d'une protection toutes charges de trafic confondues. En ce qui concerne l'équipement d'utilisateur, les valeurs corrigées du rapport de

protection pour le 90ème centile ont été utilisées sur la base des hypothèses concernant le rapport ACLR de l'équipement d'utilisateur indiquées dans le Tableau 7.

TABLEAU 11

Valeurs recommandées du rapport de protection et du seuil de saturation pour les études de partage dans le cas d'un signal DVB-T2 (défini dans le Tableau 1) dans un canal de libération, brouillé par un signal d'une station de base ou d'un équipement d'utilisateur LTE dans des canaux adjacents pour une combinaison de 3 syntoniseurs à boîtier métallique et 11 syntoniseurs à silicium

Décalage de fréquence N (Canaux de 8 MHz)	Décalage de la fréquence centrale (MHz)	Station de base LTE		Equipement d'utilisateur LTE	
		Rapports de protection (dB)	Seuil de saturation (dBm)	Rapports de protection corrigée (dB)	Seuil de saturation (dBm)
Cocanal (BGCA)	0	19	–	19	–
Cocanal (LTE)	0	19	–	19	–
1	10	–25	–16	–6	–30
2	18	–33	–12	–13	–11
3	26	–36	–11	–28	–10
4	34	–40	–13	–37	–20
5	42	–43	–11	–38	–10
6	50	–46	–11	–40	–9
7	58	–47	–11	–42	–9
8	66	–46	–11	–43	–10
9	74	–46	–10	–44	–10

1.8 Effets des brouillages transitoires sur les rapports de protection

Dans les paragraphes précédents, les brouillages étaient actifs au moment où le signal utile TNT est acquis. Il ressort d'études menées récemment que les rapports de protection mesurés sont sensiblement plus élevés (10 à 12 dB) lorsque la source des brouillages est appliquée après l'acquisition du signal utile TNT. Cela vaut en particulier lorsque les brouillages sont occasionnels, par exemple dans le cas d'un équipement d'utilisateur LTE où l'utilisateur peut avoir de longs intervalles (de nombreuses secondes) d'inactivité, ce qui permet à la commande automatique du gain du récepteur TNT de se stabiliser dans un état «d'absence de brouillages». A titre d'exemple, on citera:

- l'interrogation périodique de serveurs «d'extraction» de données (par exemple la mise à jour du courrier électronique, les applications des réseaux sociaux);
- les messages de «maintien d'enregistrement» pour les applications à états;
- les autres types de trafic de signalisation de réseaux.

On trouvera dans l'Appendice 3 de l'Annexe 1 des renseignements détaillés sur ces mesures, qui sont préliminaires et appellent un complément d'étude.

2 Champs minimaux pour les systèmes DVB-T2 de télévision numérique de Terre

La formule permettant de calculer le champ minimal est donnée dans l'Appendice 1 de l'Annexe 1. S'agissant des autres modes de réception (mobile en milieu rural, dispositifs de poche portables en extérieur et dispositifs mobiles portables avec antenne intégrée), les calculs des valeurs du champ sont indiquées dans le Rapport UIT-R BT.2254 – Aspects de la radiodiffusion DVB-T liés à la planification des fréquences et des réseaux.

TABLEAU 12

Calcul du champ minimal pour un système DVB-T2 de 8 MHz à 200 MHz

Système DVB-T2 dans la Bande III			Fixe	Portable en extérieur/zone urbaine	Portable en intérieur/zone urbaine
Fréquence	Fréq	MHz	200	200	200
Rapport minimal C/N requis par le système	C/N	dB	20,0	17,9	18,3
Variante du système (exemple)			MAQ-256 FEC 2/3, 32k, PP7 Normal	MAQ-64 FEC 2/3, 32k, PP4 Normal	MAQ-64 FEC 2/3, 16k, PP1 Normal
Débit binaire (valeurs indicatives)		Mbit/s	30-35	22-25	19-24
Facteur de bruit du récepteur	F	dB	6	6	6
largeur de bande de bruit équivalent du système	B	MHz	6,66	6,66	6,66
Puissance de bruit à l'entrée du récepteur	P_n	dBW	-128,6	-128,9	-128,5
Puissance minimale du signal à l'entrée du récepteur	$P_{s\ min}$	dBW	-109,7	-111,8	-111,4
Tension équivalente minimale à l'entrée du récepteur, 75 Ω	U_{min}	dB μ V	29,0	26,9	27,3
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation	L_f	dB	2	0	0
Gain de l'antenne par rapport à un doublet demi-onde	G_d	dB	7	-2,2	-2,2
Ouverture d'antenne équivalente	A_a	dBm ²	1,7	-7,5	-7,5
Puissance surfacique minimale à l'emplacement du récepteur	Φ_{min}	dB(W)/m ²	-109,4	-104,3	-103,9

TABLEAU 12 (*fin*)

Système DVB-T2 dans la Bande III			Fixe	Portable en extérieur/ zone urbaine	Portable en intérieur/ zone urbaine
Champ minimal équivalent à l'emplacement du récepteur	E_{min}	dB μ V/m	36,4	41,5	41,9
Marge pour le bruit artificiel	P_{mmn}	dB	2	8	8
Affaiblissement dû à la pénétration (dans les bâtiments ou dans un véhicule)	L_b, L_h	dB	0	0	9
Ecart type de l'affaiblissement dû à la pénétration		dB	0	0	3
Gain de diversité	Div	dB	0	0	0
Probabilité de couverture des emplacements		%	70	70	70
Facteurs de distribution			0,5244	0,5244	0,5244
Ecart type			5,5	5,5	6,3
Facteur de correction pour les emplacements	C_l	dB	2,8842	2,8842	3,30372
Puissance surfacique médiane minimale à la hauteur de réception ⁽¹⁾ ; pour 50% du temps et 50% des emplacements	Φ_{med}	dB(W)/m ²	-104,5	-93,4	-83,6
Champ médian minimal à 10 m à la hauteur de réception ⁽¹⁾ ; pour 50% du temps et 50% des emplacements	E_{med}	dB μ V/m	41,3	52,4	62,4
Probabilité de couverture des emplacements		%	95	95	95
Facteur de distribution			1,6449	1,6449	1,6449
Ecart type			5,5	5,5	6,3
Facteur de correction pour les emplacements	C_l	dB	9,04695	9,04695	10,36287
Puissance surfacique médiane minimale à la hauteur de réception ⁽¹⁾ ; pour 50% du temps et 50% des emplacements	Φ_{med}	dB(W)/m ²	-98,4	-87,3	-77,6
Champ médian minimal à 10 m à la hauteur de réception ⁽¹⁾ ; pour 50% du temps et 50% des emplacements	E_{med}	dB μ V/m	47,4	58,5	69,2

⁽¹⁾ 10 m pour la réception fixe et 1,5 m pour les autres modes de réception.

TABLEAU 13

Calcul du champ minimal pour un système DVB-T2 de 8 MHz à 650 MHz

Système DVB-T2 dans la Bande IV/V			Fixe	Portable en extérieur/zone urbaine	Portable en intérieur/zone urbaine
Fréquence	Fréq	MHz	650/	650	650
Rapport minimal C/N requis par le système	C/N	dB	20,0	17,9	18,3
Variante du système (exemple)			MAQ-256 FEC 2/3, 32k, PP7 Etendu	MAQ-64 FEC 2/3, 32k, PP4 Etendu	MAQ-64 FEC 2/3, 16k, PP1 Etendu
Débit binaire (valeurs indicatives)		Mbit/s	35-40	26-29	23-28
Facteur de bruit du récepteur	F	dB	6	6	6
Largeur de bande de bruit équivalent du système	B	MHz	7,77	7,77	7,77
Puissance de bruit à l'entrée du récepteur	P_n	dBW	-128,0	-128,3	-127,9
Puissance minimale du signal à l'entrée du récepteur	$P_{s\ min}$	dBW	-109,1	-111,2	-110,8
Tension équivalente minimale à l'entrée du récepteur, 75 Ω	U_{min}	dB μ V	29,7	27,6	28,0
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation	L_f	dB	4	0	0
Gain de l'antenne par rapport à un doublet demi-onde	G_d	dB	11	0	0
Ouverture d'antenne équivalente	A_a	dBm ²	-4,6	-15,6	-15,6
Puissance surfacique minimale à l'emplacement du récepteur	Φ_{min}	dB(W)/m ²	-100,5	-95,6	-94,2
Champ minimal équivalent à l'emplacement du récepteur	E_{min}	dB μ V/m	45,3	50,2	50,6
Marge pour le bruit artificiel	P_{mnn}	dB	0	1	1
Affaiblissement dû à la pénétration (dans les bâtiments ou dans un véhicule)	L_b, L_t	dB	0	0	11
Ecart type de l'affaiblissement dû à la pénétration		dB	0	0	6
Gain de diversité	Div	dB	0	0	0

TABLEAU 13 (fin)

Système DVB-T2 dans la Bande IV/V			Fixe	Portable en extérieur/zone urbaine	Portable en intérieur/zone urbaine
Probabilité de couverture des emplacements		%	70	70	70
Facteur de distribution			0,5244	0,5244	0,5244
Ecart type			5,5	5,5	8,1
Facteur de correction pour les emplacements	C_l	dB	2,8842	2,8842	4,24764
Puissance surfacique médiane minimale à la hauteur de réception ⁽¹⁾ ; pour 50% du temps et 50% des emplacements	Φ_{med}	dB(W)/m ²	-97,6	-91,7	-79,0
Champ médian minimal équivalent à 10 m à la hauteur de réception ⁽¹⁾ ; pour 50% du temps et 50% des emplacements	E_{med}	dB μ V/m	48,2	54,1	66,8
Probabilité de couverture des emplacements		%	95	95	95
Facteur de distribution			1,6449	1,6449	1,6449
Ecart type			5,5	5,5	8,1
Facteur de correction pour les emplacements	C_l	dB	9,04695	9,04695	13,32369
Puissance surfacique médiane minimale à la hauteur de réception ⁽¹⁾ ; pour 50% du temps et 50% des emplacements	Φ_{med}	dB(W)/m ²	-91,5	-85,6	-72,3
Champ médian minimal équivalent à 10 m à la hauteur de réception ⁽¹⁾ ; pour 50% du temps et 50% des emplacements	E_{med}	dB μ V/m	54,3	60,2	75,9

⁽¹⁾ 10 m pour la réception fixe et 1,5 m pour les autres modes de réception.

3 Références

- [1] Rapport UIT-R BT.2215 – Mesures des rapports de protection et des seuils de saturation pour les récepteurs de radiodiffusion télévisuelle.
- [2] Rapport UIT-R BT.2254 – Aspects de la radiodiffusion DVB-T2. liés à la planification des fréquences et des réseaux.

Appendice 1 de l'Annexe 1

Calcul du champ minimal et du champ médian minimal équivalent

Les valeurs du champ minimal et du champ médian minimal équivalent sont calculées à l'aide des équations suivantes:

$$\begin{aligned}
 P_n &= F + 10 \log_{10} (k T_0 B) \\
 P_{s \min} &= C/N + P_n \\
 A_a &= G + 10 \log_{10} (1,64\lambda^2/4\pi) \\
 \varphi_{\min} &= P_{s \min} - A_a + L_f \\
 E_{\min} &= \varphi_{\min} + 120 + 10 \log_{10} (120\pi) \\
 &= \varphi_{\min} + 145,8 \\
 E_{\text{med}} &= E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1 && \text{pour une réception fixe sous toit} \\
 E_{\text{med}} &= E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1 + L_h && \text{pour une réception portable/mobile en extérieur} \\
 E_{\text{med}} &= E_{\min} + P_{\text{mmn}} + C_1 + L_h + L_b && \text{pour une réception portable à l'intérieur et} \\
 &&& \text{mobile de type portatif} \\
 C_l &= \mu \cdot \sigma_f \\
 \sigma_f &= \sqrt{\sigma_b^2 + \sigma_m^2}
 \end{aligned}$$

où:

- P_n : puissance de bruit à l'entrée du récepteur (dBW)
- F : facteur de bruit du récepteur (dB)
- k : constante de Boltzmann ($k = 1,38 \times 10^{-23}$ (J/K))
- T_0 : température absolue ($T_0 = 290$ (K))
- B : largeur de bande de bruit du récepteur ($B = 7,61 \times 10^6$ (Hz))
- $P_{s \min}$: puissance minimale à l'entrée du récepteur (dBW)
- C/N : rapport signal RF/bruit à l'entrée du récepteur, nécessaire pour le système (dB)
- A_a : ouverture d'antenne équivalente (dBm²)
- G : gain d'antenne par rapport au doublet demi-onde (dBd)
- λ : longueur d'onde du signal (m)
- φ_{\min} : puissance surfacique minimale à l'emplacement de réception (dB(W/m²))
- L_f : affaiblissement dans la ligne d'alimentation (dB)
- E_{\min} : champ minimal équivalent à l'emplacement de réception (dB(μV/m))
- E_{med} : valeur minimale du champ médian équivalent, valeur de planification (dB(μV/m))
- P_{mmn} : marge pour le bruit artificiel (dB)
- L_h : affaiblissement dû à la hauteur (point de réception à 1,5 m au-dessus du niveau du sol) (dB)
- L_b : affaiblissement dû à la pénétration dans un bâtiment ou dans un véhicule (dB)
- C_l : facteur de correction en fonction de l'emplacement (dB)

- σ_t : écart type total (dB)
 σ_m : écart type, macroéchelle ($\sigma_m = 5,5$ dB (dB))
 σ_b : écart type, affaiblissement dû à la pénétration dans un bâtiment (dB)
 μ : facteur de distribution égal à 0,52 pour 70%, 1,28 pour 90%, 1,64 pour 95% et 2,33 pour 99%.

Appendice 2 de l'Annexe 1

Résultats des essais concernant les syntoniseurs à boîtier métallique

Valeurs du rapport de protection et du seuil de saturation pour une station de base LTE

Les Tableaux 14 et 15 ci-après donnent les résultats de mesure bruts pour trois syntoniseurs à boîtier métallique dans le cas d'une station de base LTE brouilleuse. Ces valeurs sont données à titre indicatif et doivent être utilisées avec prudence.

TABLEAU 14

Rapports de protection mesurés (dB) pour un signal DVB-T2 signal (défini dans le Tableau 1) brouillé par un signal de station de base LTE dans des canaux adjacents dans le cas de syntoniseurs à boîtier métallique

Décalage du canal N (canaux de 8 MHz)	Décalage de la fréquence centrale (MHz)	Rapport de protection pour une charge de trafic de la station de base de 0% (dB)			Rapport de protection pour une charge de trafic de la station de base de 50% (dB)			Rapport de protection pour une charge de trafic de la station de base de 100% (dB)		
		Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28	Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28	Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28
Cocanal (BGCA) (0)	0	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Cocanal (LTE) (0)	0	11	10	10	18	18	18	19	19	19
1	10	-43	-44	-40	-41	-42	-39	-40	-41	-36
2	18	-58	-55	-43	-57	-51	-39	-56	-47	-38
3	26	-55	-55	-38	-42	-47	-36	-41	-45	-35
4	34	-50	-64	-43	-45	-55	-32	-45	-45	-33
5	42	-53	-71	-58	-50	-65	-55	-49	-67	-54
6	50	-56	-72	-72	-53	-69	-60	-52	-67	-58
7	58	-58	-73	-74	-55	-70	-61	-54	-68	-68
8	66	-60	-72	-68	-55	-67	-64	-54	-66	-62
9	74	-58	-63	-52	-50	-56	-46	-50	-55	-44

TABLEAU 15

Seuils de saturation mesurés (dBm) pour un signal DVB-T2 signal (défini dans le Tableau 1) brouillé par un signal de station de base LTE dans des canaux adjacents dans le cas de syntoniseurs à boîtier métallique

Décalage du canal N (canaux de 8 MHz)	Décalage de la fréquence centrale (MHz)	Seuil de saturation pour une charge de trafic de la station de base de 0% (dB)			Seuil de saturation pour une charge de trafic de la station de base de 50% (dB)			Seuil de saturation pour une charge de trafic de la station de base de 100% (dB)		
		Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28	Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28	Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28
1	10	-12	-11	-10	-15	-13	-12	-16	-15	-15
2	18	0	-1	-2	-5	-2	-5	-4	-3	-5
3	26	-2	-1	2	-3	-2	1	-4	-3	0
4	34	1	-3	3	-5	-14	-8	-3	-2	-8
5	42	4	2	2	-2	-2	2	2	-2	-2
6	50	5	3	2	0	0	1	5	-1	0
7	58	5	4	5	1	1	2	5	0	0
8	66	5	4	2	1	0	-3	4	0	-4
9	74	5	4	3	5	0	-3	4	-2	-3

Valeurs du rapport de protection et du seuil de saturation pour un équipement d'utilisateur LTE

Le Tableau 16 donne les résultats de mesure non corrigés du rapport de protection pour un équipement d'utilisateur dans le cas de trois syntoniseurs à boîtier métallique. Le Tableau 17 donne les valeurs du rapport de protection corrigées, pour les mêmes syntoniseurs, dans le cas des valeurs du rapport ACLR de l'équipement d'utilisateur prises pour hypothèse indiquées dans le Tableau 7.

Les valeurs de PR_0 dans le même canal utilisées dans le calcul de la correction correspondaient à celles du bruit blanc gaussien additif (BBGA) indiqués dans le Tableau 8. Le Tableau 18 donne le seuil de saturation pour les trois syntoniseurs à boîtier métallique en question.

En raison du petit nombre de syntoniseurs à boîtier métallique sur les récepteurs T2, ces valeurs sont données à titre indicatif seulement et doivent être utilisées avec prudence.

TABLEAU 16

Rapports de protection non corrigés (dB) pour un signal DVB-T2 signal (défini dans le Tableau 1) brouillé par un signal d'équipement d'utilisateur LTE dans de canaux adjacents dans le cas de syntoniseurs à boîtier métallique

Décalage du canal N (canaux de 8 MHz)/ (Décalage de la fréquence centrale)	Nombre de récepteurs testés	Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 1 Mbit/s Générateur de signaux ACLR = 100 dB pour tous les décalages			Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 10 Mbit/s Générateur de signaux ACLR = 100 dB pour tous les décalages			Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 20 Mbit/s Générateur de signaux ACLR = 67,8 dB (N+1) 80,4 dB (N+2) 100 dB (N+3 to N+9)		
		PR (dB)			PR (dB)			PR (dB)		
		Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28	Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28	Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28
Cocanal (BGCA) (0)	11	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Cocanal (LTE) (0)	11	11	10	10	18	18	18	19	19	19
1/(10)	11	-40	-44	-28	-42	-43	-41	-42	-43	-40
2 (18)	11	-57	-55	-31	-58	-51	-35	-58	-51	-39
3 (26)	11	-48	-59	-39	-44	-52	-38	-42	-51	-38
4 (34)	11	-49	-60	-41	-45	-54	-33	-45	-51	-33
5 (42)	11	-53	-72	-52	-50	-70	-65	-50	-68	-66
6 (50)	11	-56	-74	-64	-53	-71	-65	-53	-70	-66
7 (58)	11	-55	-75	-63	-54	-71	-65	-55	-70	-70
8 (66)	11	-60	-72	-68	-56	-68	-65	-56	-67	-65
9 (74)	11	-62	-67	-56	-52	-57	-47	-50	-55	-45

TABLEAU 17

**Rapports de protection corrigés (dB) pour un signal DVB-T2 (défini dans le Tableau 1)
brouillé par un signal d'équipement d'utilisateur LTE dans des canaux adjacents
dans le cas de syntoniseurs à boîtier métallique**

Décalage du canal N (canaux de 8 MHz)/ (Décalage de la fréquence centrale)	Nombre de récepteurs testés	Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 1 Mbit/s Générateur de signaux ACLR = 100 dB pour tous les décalages			Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 10 Mbit/s Générateur de signaux ACLR = 100 dB pour tous les décalages			Charge de trafic de l'équipement d'utilisateur de 20 Mbit/s Générateur de signaux ACLR = 67,8 dB (N+1) 80,4 dB (N+2) 100 dB (N+3 to N+9)		
		PR (dB)			PR (dB)			PR (dB)		
		Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28	Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28	Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28
Cocanal (BGCA) (0)	11	19	19	19	19	19	19	19	19	19
Cocanal (LTE) (0)	11	11	10	10	18	18	18	19	19	19
1/(10)	11	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6	-6
2 (18)	11	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13
3 (26)	11	-48	-59	-39	-44	-52	-38	-42	-51	-38
4 (34)	11	-49	-60	-41	-45	-54	-33	-45	-51	-33
5 (42)	11	-53	-67	-52	-50	-67	-64	-50	-66	-64
6 (50)	11	-56	-68	-63	-53	-67	-64	-53	-67	-64
7 (58)	11	-55	-68	-62	-54	-67	-64	-55	-67	-66
8 (66)	11	-60	-67	-65	-56	-66	-64	-56	-65	-64
9 (74)	11	-61	-65	-56	-52	-57	-47	-50	-55	-45

TABLEAU 18

**Seuils de saturation mesurés (dBm) pour un signal DVB-T2 (défini dans le Tableau 1)
brouillé par un signal d'équipement d'utilisateur LTE dans des canaux adjacents
dans le cas de syntoniseurs à boîtier métallique**

Décalage du canal N (canaux de 8 MHz)	Décalage de la fréquence centrale (MHz)	Seuil de saturation pour une charge de trafic de la station de base de 1 Mbit/s (dB)			Seuil de saturation pour une charge de trafic de la station de base de 10 Mbit/s (dB)			Seuil de saturation pour une charge de trafic de la station de base de 20 Mbit/s (dB)		
		Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28	Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28	Récep. 5	Récep. 6	Récep. 28
1	10	-6	-4	NR	-9	-7	-13	-14	-7	-10
2	18	2	2	NR	-2	-2	-3	-2	-2	-6
3	26	1	0	5	-4	-1	1	-3	-2	1
4	34	2	-9	0	-3	-15	-8	-2	-18	-8
5	42	6	3	5	1	0	-4	2	0	-3
6	50	8	5	3	4	1	0	4	0	0
7	58	8	5	4	4	1	1	4	1	0
8	66	8	4	1	-4	0	-2	4	0	-3
9	74	8	5	2	4	0	-3	4	0	-3

Appendice 3 de l'Annexe 1

Effets des brouillages transitoires sur les rapports de protection

1 Rappel

On a effectué des mesures préliminaires des rapports de protection dans le cas d'un signal DVB-T2 brouillé par un brouilleur LTE. Aux fins de ces essais, on a simulé les effets du brouilleur lorsqu'il commence à émettre au voisinage du récepteur DVB-T2, en utilisant un signal d'essai «avec fenêtre». Le signal d'essai brouilleur est mémorisé et reproduit à la sortie d'un générateur, qui peut être configuré de façon à ne reproduire dans un premier temps aucun signal, et à restituer ensuite le signal d'essai requis.

Cet essai convient surtout dans le cas de brouillages provenant d'un équipement d'utilisateur, car en général, la station de base sera probablement activée une fois, puis restera en service pratiquement en permanence, de sorte que l'on pourra ignorer dans les faits les éventuels effets transitoires dus à l'activation d'une station de base. A l'inverse, l'équipement d'utilisateur émettra en général une courte salve de signal lorsqu'il communiquera avec la station de base, puis restera désactivé pendant un certain temps. En conséquence, les récepteurs de télévision dont l'équipement d'utilisateur fonctionne à proximité et sur des canaux RF rapprochés subiront probablement des brouillages dus à l'activation et à la désactivation répétitives de l'équipement d'utilisateur. En conséquence, les effets transitoires des brouillages dus à des signaux provenant d'un équipement d'utilisateur constituent un sujet d'étude important.

A plus long terme, des dispositifs LTE seront sans doute déployés dans des applications de machine à machine (M2M) dans les environnements domestiques comportant une densité importante de terminaux d'équipement d'utilisateur devant être activés périodiquement. En conséquence, on considère qu'il est important de bien comprendre les effets de ces brouillages transitoires.

Il convient de noter que lors de la présentation de cette contribution, relativement peu de résultats avaient été obtenus. Cependant, étant donné qu'une dégradation importante de la qualité de fonctionnement avait été observée, il a été jugé important de soumettre ces résultats préliminaires. On espère soumettre d'autres résultats soit à une réunion ultérieure du GT 6A, soit directement en temps voulu au Groupe d'action mixte.

2 Mesures

2.1 Sources du signal

Le signal utile est un signal DVB-T2 sur la fréquence 706 MHz, fourni par un générateur de signaux TNT. Les paramètres DVB utilisés sont ceux que l'on rencontre le plus fréquemment au Royaume-Uni (option 6 d'après la spécification DVB-T2 [2]). Les paramètres sont indiqués dans le Tableau 19.

TABLEAU 19

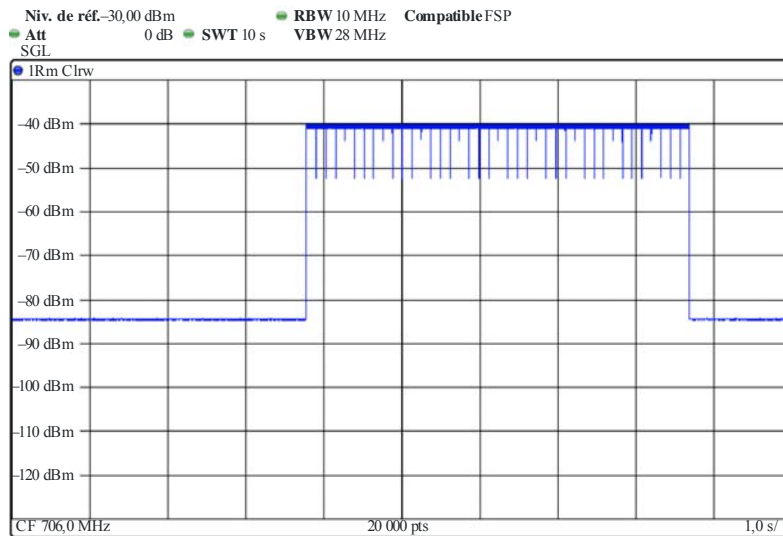
Norme	DVB-T2
Nombre de porteuses MROF	27 841 (32KE)
Modulation	MAQ-256
Codage interne R_c	2/3
Intervalle de garde (Δ/T_u)	1/128
Schéma de pilotes	PP7
Longueur de trame (symbole de données)	59
Blocs FEC par trame d'entrelacement	202
Débit de données du flux de transport	40,2146452

Le signal brouilleur LTE est une version «avec fenêtre» du signal utilisé dans des tests précédents [1]. Les signaux sous-jacents représentent des sorties types d'équipements d'utilisateur à deux niveaux de trafic, saisies au moyen de prototypes d'équipements LTE. Pour obtenir les deux niveaux de trafic, on a connecté une paire de station de base et d'équipement d'utilisateur pour former une liaison de bout en bout et on a utilisé un outil de trafic IP pour charger la liaison. Les signaux reçus représentent des débits de transfert de données de 20 Mbit/s et 1 Mbit/s.

Pour faire en sorte que les mesures ne soient pas faussées par des signaux hors bande reçus lors du processus d'enregistrement, les signaux d'essai ont été soumis à un filtre passe-bande dans le logiciel avant la lecture. On a utilisé une largeur de bande du canal de 10 MHz, afin de garantir que les mesures du rapport de protection soient fonction uniquement de la sélectivité du récepteur et du rapport de fuite en puissance dans le canal adjacent (ALCR) du générateur de signaux arbitraires.

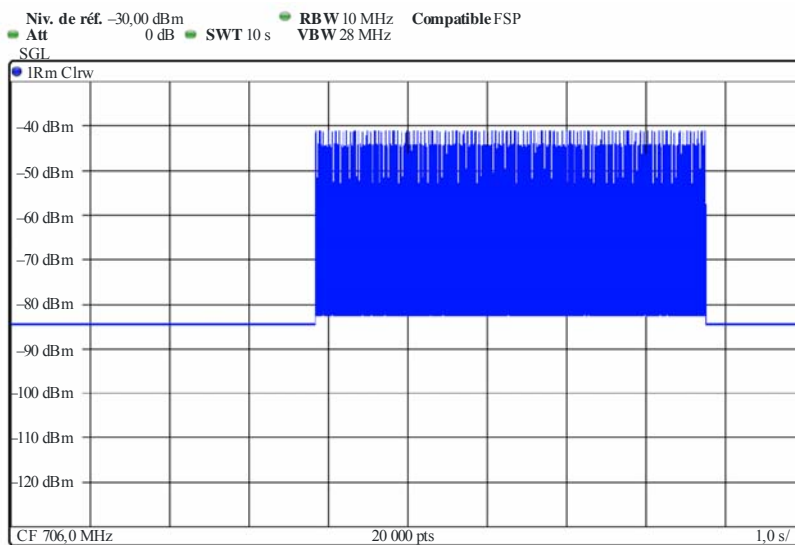
La source du signal utilisée pour fournir le signal LTE était un générateur de signaux arbitraires. Pour obtenir la nature transitoire du signal, on a reproduit chacun des signaux sous-jacents en séquence, avec un signal comprenant des échantillons nuls. Le bouclage de chacun des signaux plusieurs fois à tour de rôle permet de construire une plus longue séquence avec un schéma défini marche/arrêt. Le signal final «avec fenêtre» comprend environ 4 secondes de silence, suivies d'environ 5 secondes de signal à 1 Mbit/s ou à 20 Mbit/s. Les tracés dans le domaine temporel des signaux sont donnés dans les Fig. 1 et 2.

FIGURE 1
Signal LTE à 20 Mbit/s «avec fenêtre»



BT.2033-01

FIGURE 2
Signal LTE à 1 Mbit/s «avec fenêtre»



BT.2033-02

2.2 Décalages de fréquence

On a pris en compte les décalages de la fréquence centrale entre les signaux DVB-T2 et LTE de +11 et +18 MHz (c'est-à-dire des signaux brouilleurs de 717 et 724 MHz). Dans l'hypothèse d'un signal LTE ayant une largeur de bande de 10 MHz, ces décalages représenteraient les brouillages causés par un équipement d'utilisateur LTE à un canal de télévision adjacent séparé par une bande de garde de 2 MHz ou 9 MHz de la bande en liaison montante LTE.

2.3 Procédure utilisée pour les mesures

On a obtenu le rapport de protection en appliquant un filtrage en peigne des signaux utiles et des signaux brouilleurs et en les présentant dans le récepteur TNT faisant l'objet de l'essai. On a augmenté le signal utile jusqu'à ce que le décodage du signal soit satisfaisant. On trouvera des renseignements détaillés sur la procédure utilisée pour les mesures dans la publication [1].

2.4 Récepteurs testés

Au cours de la première phase des travaux, trois récepteurs ont été sélectionnés aux fins des essais.

TABLEAU 20

Récepteur	Type	Type de syntoniseur
R1	STB/PVR	A silicium
R2	STB	A boîtier métallique
R3	STB	A boîtier métallique

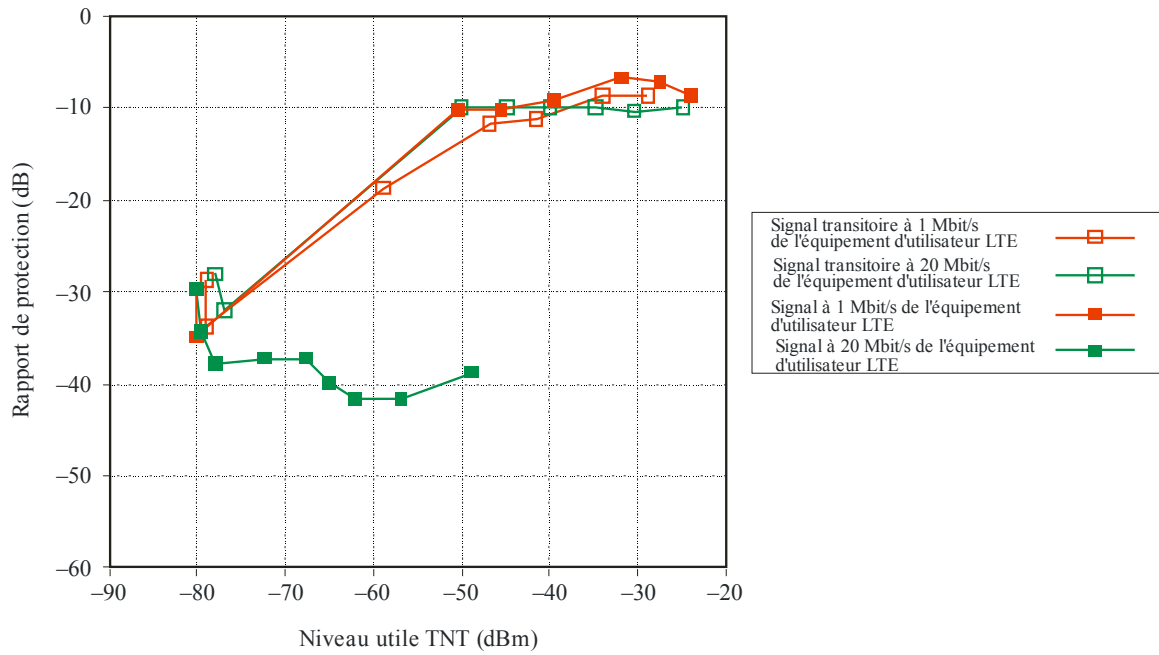
3 Résultats

Les données présentées représentent les rapports de protection mesurés au moyen des équipements d'essai, qui comprenaient un générateur de signaux arbitraires présentant un bon rapport de fuite en puissance dans le canal adjacent (ALCR), meilleur que 50 dB dans le premier canal adjacent. Aucune correction n'a été apportée pour tenir compte de la probabilité que la qualité de fonctionnement de l'équipement LTE dans le canal adjacent soit moins bonne que celle de l'équipement d'essai utilisé.

Des résultats précédents [1] ont corrigé les rapports de protection en fonction de la qualité de fonctionnement hors bande spécifiée de l'équipement LTE et ont fait apparaître que celle-ci pouvait être plus significative que la sélectivité du récepteur

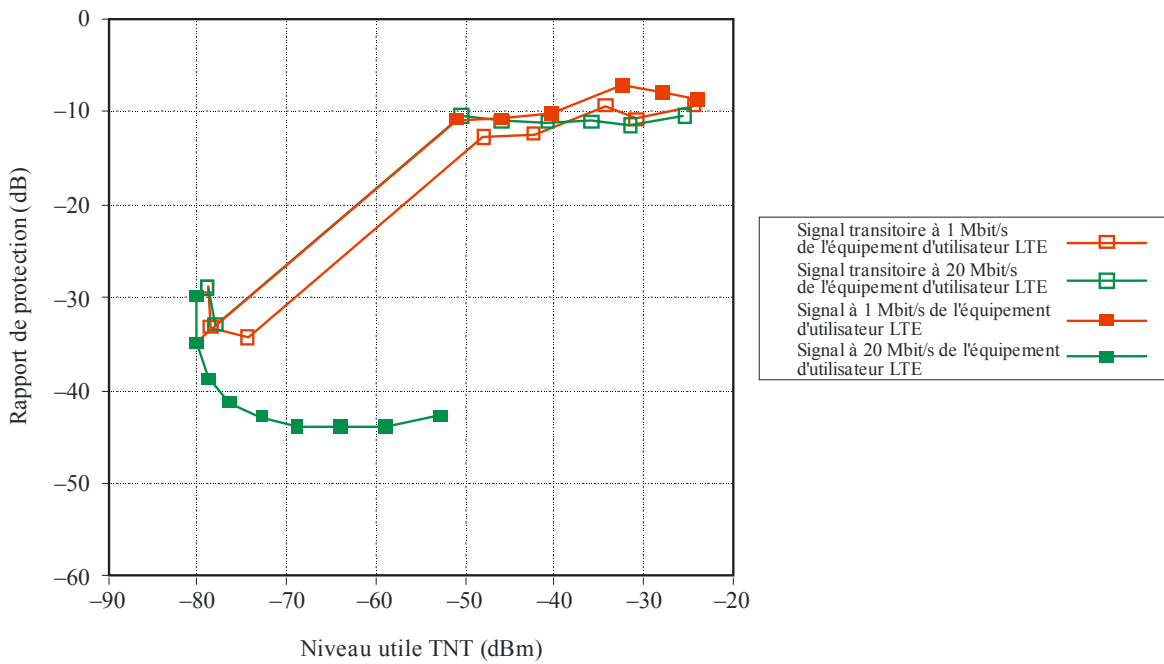
Les Fig. 3 à 8 illustrent la qualité de fonctionnement des récepteurs actuellement à l'essai en présence des brouillages transitoires provenant des signaux à 20 Mbit/s et 1 Mbit/s de l'équipement d'utilisateur LTE. A toutes fins utiles, la qualité de fonctionnement des récepteurs en présence des signaux non transitoires est également représentée sur la figure.

FIGURE 3
Récepteur R1 Décalage de 11 MHz



BT.2033-03

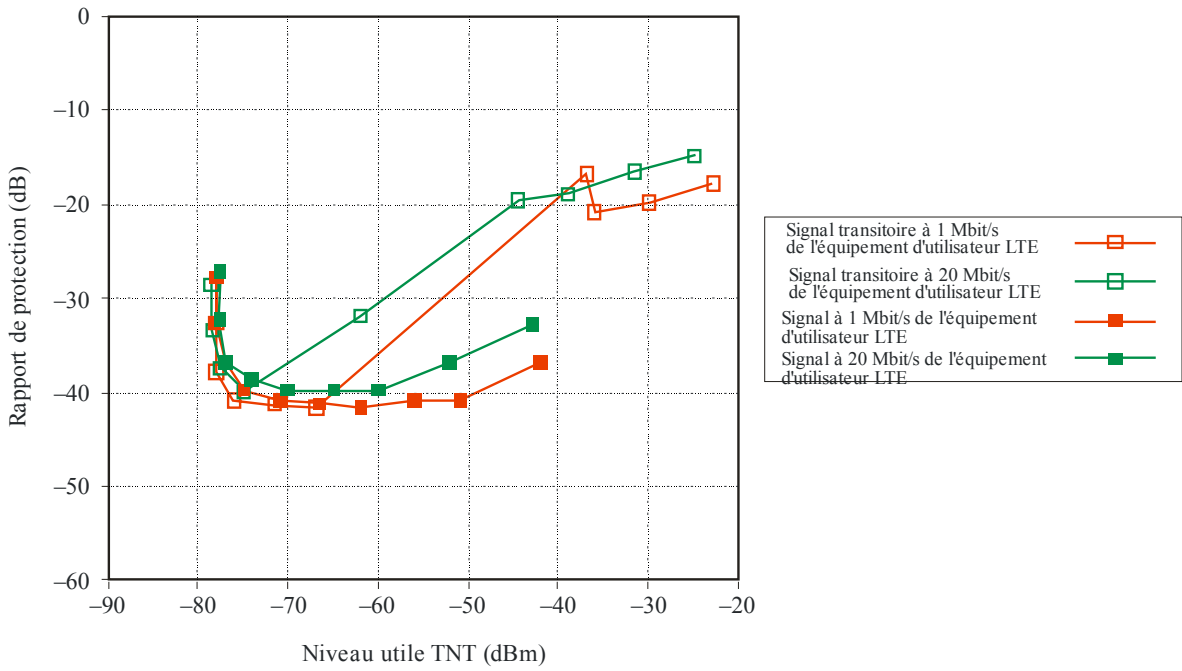
FIGURE 4
Récepteur R1 Décalage de 18 MHz



BT.2033-04

FIGURE 5

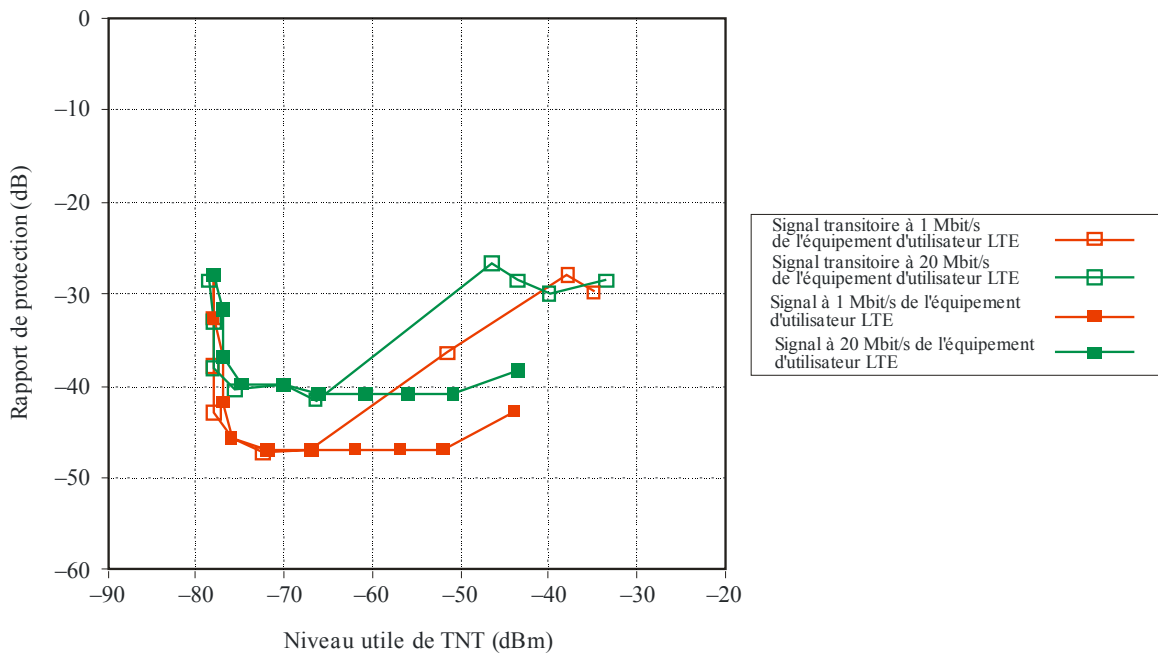
Récepteur R2 Décalage de 11 MHz



BT.2033-05

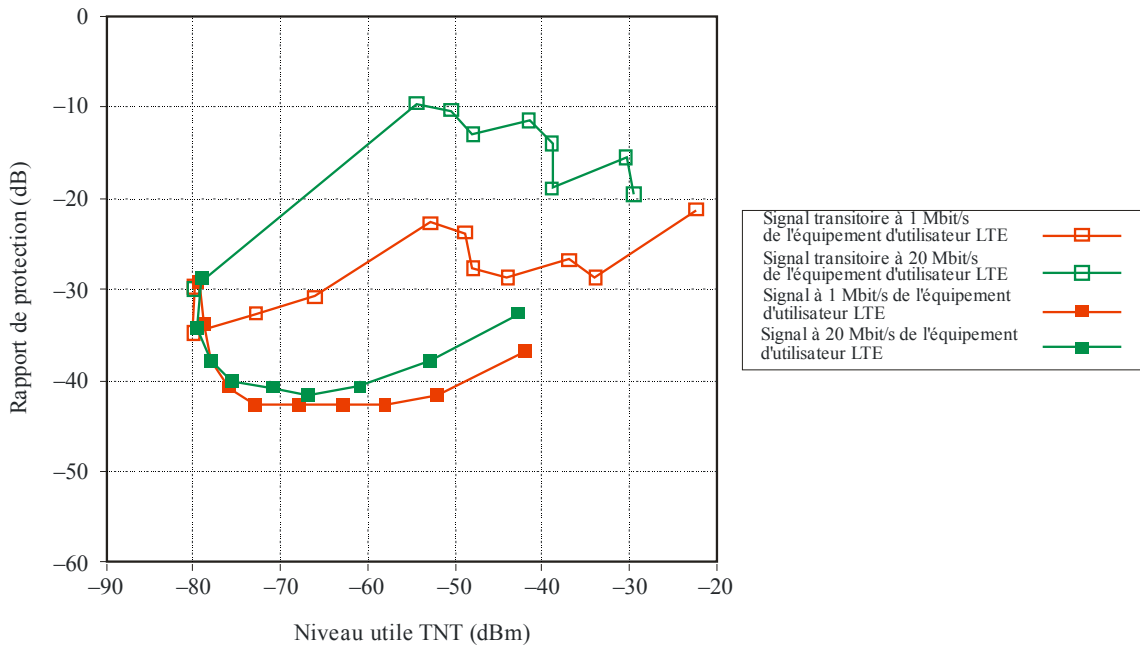
FIGURE 6

Récepteur R2 Décalage de 18 MHz



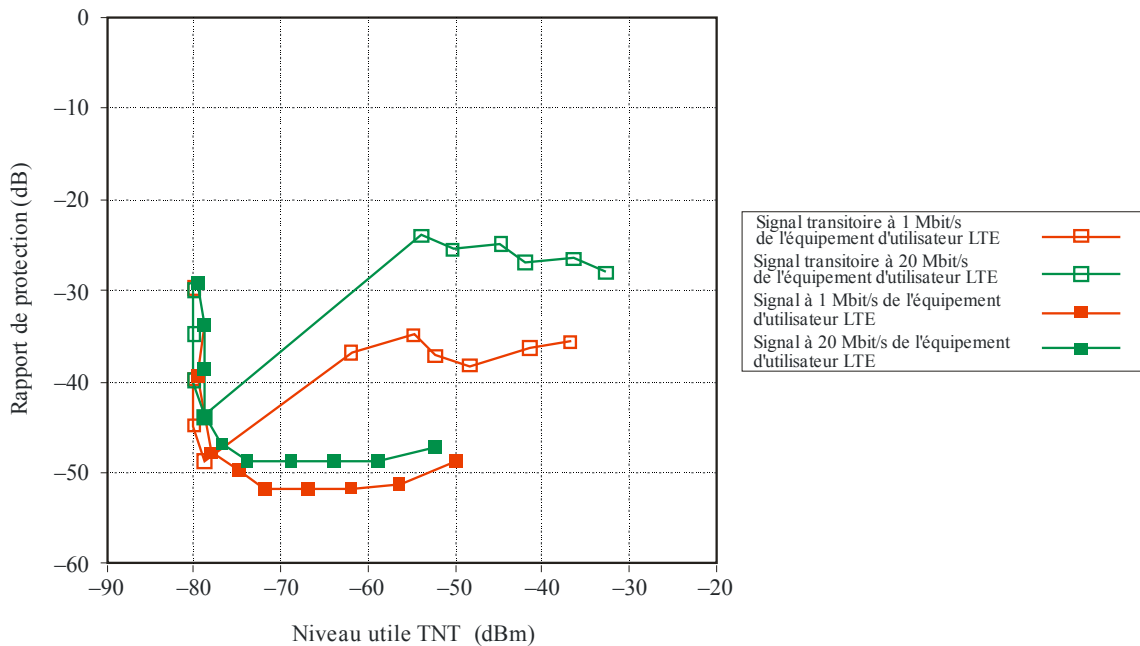
BT.2033-06

FIGURE 7
Récepteur R3 Décalage de 11 MHz



BT.2033-07

FIGURE 8
Récepteur R3 Décalage de 18 MHz



BT.2033-08

4 Conclusions

Il apparaît que le récepteur R1 présente une qualité de fonctionnement médiocre avec la version non transitoire du signal correspondant à un faible trafic. Lorsqu'on utilise la version transitoire de l'un ou l'autre signal, on obtient une qualité de fonctionnement analogue au cas des signaux non transitoires correspondant à un faible trafic. Aucune amélioration n'est observée lorsqu'on augmente le décalage de fréquence.

La qualité de fonctionnement des récepteurs R2 et R3 est satisfaisante avec les signaux conventionnels (même avec la version correspondant à un faible trafic), mais se dégrade lorsqu'on utilise les versions transitoires. Le rapport de protection présente une amélioration de l'ordre de 10 à 12 dB lorsqu'on porte le décalage de 11 MHz à 18 MHz.

Dans tous les cas, la version transitoire du signal de l'équipement d'utilisateur à 20 Mbit/s nécessite une plus grande protection que la version à 1 Mbit/s.

Les résultats des rapports de protection exposés dans la présente Recommandation sont fondés sur des mesures effectuées avec un générateur de signaux présentant une bonne qualité de fonctionnement dans le canal adjacent, et devront en conséquence être corrigés pour tenir compte des valeurs des émissions hors bande pour le matériel LTE.

Bien que l'on n'ait étudié jusqu'à présent qu'un petit nombre de récepteurs, l'une des conclusions importantes qui se dégage est que certaines unités que l'on considérait auparavant comme moins vulnérables à un faible coefficient d'utilisation du trafic sont affectées par la nature transitoire du signal commuté. Etant donné que ce signal transitoire devrait constituer l'une des caractéristiques des déploiements futurs des équipements d'utilisateur LTE, il est jugé important de présenter dès maintenant ces résultats provisoires fondés sur des mesures limitées, et de recommander que des mesures complémentaires soient effectuées.

Références

- [1] Document 6A/41 – *Measured DVB-T protection ratios and overload thresholds in the presence of LTE signals* Source: British Broadcasting Corporation (Royaume-Uni).
- [2] ETSI EN 302 755 – *Frame structure channel coding and modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system (DVB-T2)*.

Appendice 4 de l'Annexe 1

Technologies et caractéristiques des syntoniseurs de télévision

Les rapports de protection et les seuils de saturation peuvent varier sensiblement selon que l'on a affaire à des syntoniseurs au silicium¹ ou des syntoniseurs à boîtier métallique². Les premiers sont de plus en plus utilisés dans les récepteurs de télévision, y compris dans des produits de qualité comme les équipements de télévision iDTV et les magnétoscopes PVR.

Etant donné que les syntoniseurs au silicium et les syntoniseurs à boîtier métallique ont des caractéristiques de qualité de fonctionnement différentes, il est conseillé aux responsables de la planification des réseaux de tenir compte des volumes d'utilisation relatifs de chaque type de syntoniseur et des différences de caractéristiques lors de la planification des réseaux. Contrairement aux syntoniseurs à boîtier métallique, les syntoniseurs au silicium ne subissent pas de dégradation pour ce qui est du rapport de protection ou du seuil de saturation lorsque la fréquence image du signal brouilleur correspond à la fréquence FI de 36 MHz ou 2 x FI, soit 72 MHz; toutefois, dans certains cas, les rapports de protection sont plus élevés pour d'autres décalages de fréquence équipements brouilleurs.

Selon toute vraisemblance, ces deux types de syntoniseurs vont coexister dans des proportions qui vont varier avec le temps. La présente Recommandation donne séparément les résultats pour chaque type de syntoniseur. (Pour un complément d'information se reporter au rapport UIT-R BT.2215 – intitulé «Mesures des rapports de protection et des seuils de saturation pour les récepteurs de télévision» dans lequel les différences techniques sont expliquées.)

Dans le cas de bandes de gardes plus importantes où il se peut que le canal d'image du syntoniseur à boîtier métallique ne coïncide pas avec N+9, on peut estimer la qualité de fonctionnement du rapport de protection et du seuil de saturation en utilisant les valeurs de N+9 pour le décalage de fréquence, en présence du canal d'image, et les valeurs de N+8 pour les décalage de fréquence voisins qui sont proches du décalage de fréquence du canal d'image, mais ne sont pas les mêmes que ce décalage.

¹ Les syntoniseurs «au silicium» sont des syntoniseurs qui utilisent des circuits intégrés; tous les circuits d'accord sont intégrés dans une petite puce électronique qui sera directement fixée dans les circuits principaux. Les circuits d'accord peuvent être isolés ou inclus dans les circuits au silicium. La puce au silicium peut être protégée contre les brouillages électromagnétiques extérieurs par une couverture métallique. Lorsque les circuits sont intégrés dans la puce, il y a un compromis au niveau de la qualité de fonctionnement par rapport aux configurations classiques (composants discrets). Les unités mesurées représentent une combinaison de jeunes générations et de générations plus récentes sur le marché. Cette technologie est en cours de développement.

² Les syntoniseurs à boîtier métallique sont des récepteurs de type superhétérodyne classiques logés dans une cage métallique contenant des circuits discrets. En règle générale, il s'agit de circuits fixes et accordables faits à partir de bobines et de transistors discrets, habituellement avec un contrôle de fréquence à l'aide d'une diode à capacité variable. La cage métallique devrait permettre de réduire au minimum les brouillages radioélectriques RF, d'éliminer la diaphonie et les rayonnements parasites.

Annexe 2 (Informative)

Résultats additionnels des essais

1 Résultats d'essais additionnels fournis par le Royaume-Uni

Le Royaume-Uni a effectué une série de mesures de la qualité de fonctionnement de récepteurs de télévision en présence de signaux émis par une station de base LTE, dans le cadre d'un essai en vraie grandeur ainsi que pour une analyse et une évaluation de modélisation ultérieures.

Le rapport sur les mesures comparatives du rapport de protection pour des stations de base LTE brouillant des récepteurs DVB-T et T2 est joint dans un fichier Word inséré ci-dessous.

Les essais ont porté sur les modes de réception fixe avec antenne de toit utilisés au Royaume-Uni. Dans le cas de la radiodiffusion DVB-T, on emploie le mode 8k pour une modulation MAQ-64 2/3 en MPEG-2, tandis que pour la radiodiffusion DVB-T2, on emploie le mode 32k pour une modulation MAQ-256 2/3 en mode MPEG-4. Les transmissions sont effectuées dans les canaux d'une largeur de bande de 8 MHz de la grille de canaux européenne normalisée. On a choisi les deux modes de modulation de la transmission pour obtenir pratiquement la même couverture de transmission, ce qui a été démontré dans la pratique lors du passage au numérique en cours au Royaume-Uni.

Les signaux de la station de base LTE ont été enregistrés depuis une unité réelle, en charge totale et en mode repos, et ont pu être reproduits via un générateur de signaux et un amplificateur avec filtrage. Le gabarit de transmission du signal LTE de 10 MHz a été défini conformément à la décision de la Commission européenne 2010/267/EU concernant la bande des 800 MHz.

Les unités testées comprenaient des téléviseurs, des boîtiers décodeurs et des enregistreurs vidéo personnels avec double syntoniseur.



Microsoft Office
Word 97 - 2003 D

2 Autres résultats d'essai présentés par la Fédération de Russie

La contribution ci-jointe présente les résultats d'une évaluation comparative préliminaire des caractéristiques de systèmes DVB-T et DVB-T2 sur la base de mesures effectuées par la Fédération de Russie.



extract from
6A-592.docx

Annexe 3 (Normative)

Autres facteurs de la planification

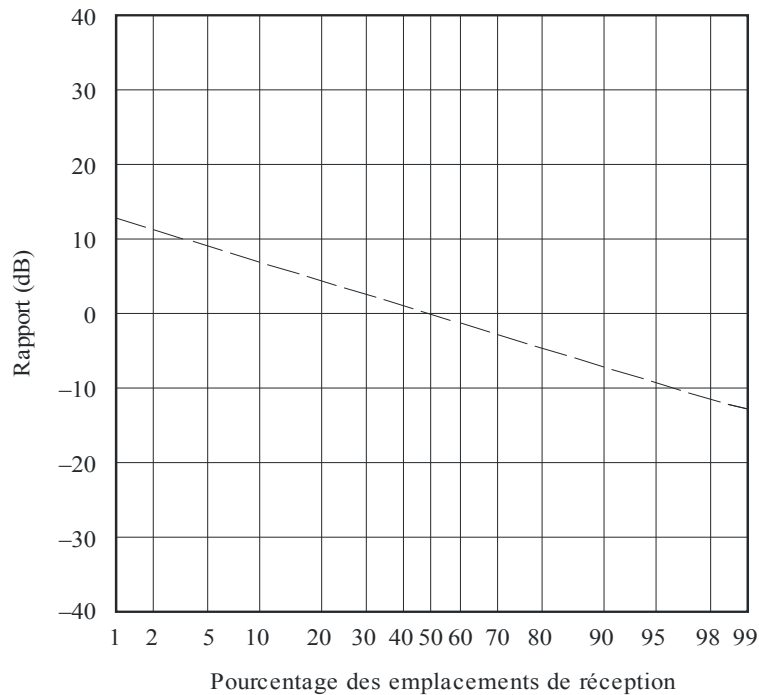
1 Distribution du champ en fonction de l'emplacement

Les distributions du champ en fonction de l'emplacement pour des signaux de télévision numérique ne seront vraisemblablement pas les mêmes que celles applicables aux signaux de télévision analogique. Les Tableaux 1, 2 et 3 de la Recommandation UIT-R P.1546 indiquent respectivement l'écart type correspondant à la télévision analogique et numérique pour 100 MHz, 600 MHz et 2 000 MHz.

Les résultats des études de propagation pour les systèmes numériques sont indiqués sur la Fig. 9 pour les bandes d'ondes métriques et décimétriques. La figure correspond à un écart type de 5,5 dB. Ils peuvent être utilisés pour établir des courbes de prévision de la propagation pour des pourcentages d'emplacement autres que 50%. Voir la Recommandation UIT-R P.1546 pour les pourcentages d'emplacement autres que 50% dans le cas des systèmes analogiques et numériques, pour une largeur de bande des systèmes numériques supérieure à 1,5 MHz.

FIGURE 9

Rapport (dB) entre le champ pour un pourcentage donné des emplacements de réception et le champ pour 50% des emplacements de réception



Fréquence: 30-250 MHz (Bandes I, II et III)
et 470-890 MHz (Bandes IV et V)

2 Réception à l'aide de l'équipement de réception portable à l'intérieur de bâtiments et de véhicules

2.1 Affaiblissement dû à la hauteur: L_h

Pour les trajets au-dessus du sol, les courbes figurant dans la Recommandation UIT-R P.1546 donnent les valeurs du champ pour une hauteur d'antenne réceptrice au-dessus du sol égale à la *hauteur représentative* des obstacles au sol situés autour de l'antenne réceptrice. Sous réserve d'une hauteur minimale de 10 m, les hauteurs de référence peuvent être par exemple: 20 m pour les zones urbaines, 30 m pour une zone urbaine dense et 10 m pour une zone suburbaine. (Pour les trajets maritimes, la valeur théorique est de 10 m.)

Si la hauteur de l'antenne réceptrice est différente de la hauteur représentative, une correction sera apportée au champ extrait des courbes figurant dans la Recommandation UIT-R P.1546, conformément à une procédure spécifiée dans celle-ci.

2.2 Affaiblissement dû à la pénétration dans un bâtiment: L_b

L'affaiblissement dû à la pénétration dans un bâtiment dépend grandement du matériau de construction, de l'angle d'incidence, de la fréquence et de la situation du local dans lequel est reçu le signal (local éloigné ou proche d'un mur extérieur). L'affaiblissement dû à la pénétration dans un bâtiment se définit comme suit: différence (dB) entre le champ moyen relevé à l'intérieur d'un bâtiment à une hauteur donnée au-dessus du niveau du sol et le champ moyen relevé en dehors du même bâtiment à la même hauteur au-dessus du niveau du sol.

Aucune formule générale n'est disponible pour calculer l'affaiblissement d'entrée dans les bâtiments. Toutefois, on trouvera dans la Recommandation UIT-R P.679 des données statistiques utiles obtenues à partir de mesures de l'affaiblissement dans plusieurs types de bâtiments, à des fréquences comprises entre environ 500 MHz et 5 GHz. L'affaiblissement de propagation se produisant lors de l'entrée dans un bâtiment, en raison des murs et des sols, est traité dans la Recommandation UIT-R P.1238.

Une large fourchette de valeurs de l'affaiblissement dû à la pénétration dans un bâtiment a été mesurée. Le Tableau 21 indique trois possibilités relatives différentes de réception à l'intérieur avec les valeurs d'écart moyen et type correspondants des affaiblissements dus à la pénétration dans un bâtiment, pour le même champ à l'extérieur, sur la base de mesures effectuées en ondes décimétriques.

TABLEAU 21

Variations de l'affaiblissement dû à la pénétration dans un bâtiment, ondes décimétriques, Bandes IV/V

Classement des possibilités relatives de réception à l'intérieur	Affaiblissement moyen dû à la pénétration dans un bâtiment (dB)	Ecart type (dB)
Forte	7	5
Moyenne	11	6
Faible	15	7

Exemples de bâtiments avec possibilités relatives différentes de réception à l'intérieur:

Forte:

- Bâtiment résidentiel suburbain sans fenêtres en verre métallisé
- Pièce avec fenêtre donnant sur le mur extérieur, dans un appartement en milieu urbain

Moyenne:

- Pièces extérieures en milieu urbain avec fenêtres en verre métallisé
- Pièces intérieures dans un appartement en milieu urbain

Faible:

- Pièces intérieures dans des immeubles de bureau.

Si les mesures locales permettent d'obtenir des valeurs plus précises, on peut les utiliser pour la planification d'un service spécifique.

2.3 Affaiblissement dû à la pénétration dans un véhicule: L_v

En mode réception avec un dispositif portatif à l'intérieur d'un véhicule, il convient de tenir compte de l'affaiblissement dû au véhicule. Valeur d'affaiblissement typique dû à la pénétration dans un véhicule pour les ondes décimétriques, Bandes IV/V, compte tenu de l'expérience acquise dans le domaine des radiocommunications cellulaires: 6 dB.

3 Discrimination de l'antenne de réception

On trouvera des renseignements sur la directivité et la discrimination de polarisation des antennes de réception grand public dans la Recommandation UIT-R BT.419.

4 Antennes pour récepteurs portables et mobiles

4.1 Antennes pour la réception portable

On a mesuré un écart entre les gains pour différents types d'antenne. Valeurs typiques des gains d'antenne:

TABLEAU 22

Gain d'antenne (dBd) pour la réception portable

Bande	Gain (dBd)
Ondes métriques, Bande III	-2
Ondes décimétriques, Bande IV	0
Ondes décimétriques, Bande V	0

Aucune discrimination de polarisation ne peut être envisagée.

4.2 Antennes pour la réception avec un dispositif portatif

Dans un petit terminal portatif, l'antenne doit faire partie intégrante de la construction du terminal et sera donc petite par rapport à la longueur d'onde. D'après les connaissances actuelles des problèmes de conception, le cas le plus défavorable pour le gain d'antenne se situe dans la partie la plus basse de la bande des ondes décimétriques. Le gain d'antenne pour les trois fréquences de la bande des ondes décimétriques est indiqué dans le Tableau 23. Par interpolation linéaire, on peut obtenir le gain d'antenne nominal entre ces fréquences.

TABLEAU 23

Gain d'antenne (dBd) pour la réception avec un dispositif portatif

Fréquence (MHz)	Gain (dBd)
474	-12
698	-9
858	-7

En règle générale, aucune discrimination de polarisation n'est à prévoir avec ce type d'antenne et le diagramme de rayonnement dans le plan horizontal est équidirectif.

4.3 Antennes pour la réception mobile

L'antenne type utilisée pour la réception dans un véhicule est un doublet quart d'onde, qui utilise le toit métallique comme plan au sol. Le gain d'antenne pour les angles d'onde incidente traditionnels dépend de la position de l'antenne sur le toit. Pour des systèmes d'antenne passifs, on obtient les valeurs indiquées dans le Tableau 24.

TABLEAU 24

Gain d'antenne (dBd) pour la réception mobile

Bande	Gain (dBd)
Ondes métriques, Bande III	-5
Ondes décimétriques, Bande IV	-2
Ondes décimétriques, Bande V	-1

En théorie, la discrimination d'antenne est comprise entre environ 4 et 10 dB selon la position de l'antenne sur le toit.

5 Bruit artificiel (MMN)

Aux fins de la planification, on utilise les valeurs du bruit artificiel indiquées dans les Tableaux 25 et 26.

TABLEAU 25

Marge pour le bruit artificiel utilisée dans les calculs pour les zones urbaines

Zone urbaine	Bande III	Bandes IV/V
Marge pour le bruit artificiel		
Valeur correspondante pour une antenne intégrée dans un récepteur portable de poche	0	0
Valeur correspondante pour une antenne extérieure* dans un récepteur portable de poche	1	0
Valeur correspondante pour une antenne de toit	2 dB	0 dB
Valeur correspondante pour une antenne adaptée à des récepteurs portables et mobiles	8 dB	1 dB

* Appareils télescopiques ou avec fil.

TABLEAU 26

Marge pour le bruit artificiel utilisée dans les calculs pour les zones rurales

Zone rurale	Bande III	Bandes IV/V
Marge pour le bruit artificiel		
Valeur correspondante pour une antenne intégrée dans un récepteur portable de poche	0	0
Valeur correspondante pour une antenne extérieure* dans un récepteur portable de poche	0	0
Valeur correspondante pour une antenne de toit	2 dB	0 dB
Valeur correspondante pour une antenne adaptée à des récepteurs portables et mobiles	5 dB	0 dB

Annexe 4 (Informative)

Méthodes d'évaluation du seuil de dégradation

1 Méthode du seuil subjectif de dégradation (SFP) pour les mesures des rapports de protection

Pour les récepteurs grand public, il est parfois impossible de mesurer le TEB et par conséquent, une nouvelle méthode appelée méthode du SFP a été proposée pour les mesures unifiées des rapports de protection. Pour déterminer les rapports de protection, on se fonde sur le critère de qualité qui consiste à déterminer la limite à partir de laquelle une image est dépourvue d'erreurs. Le rapport de protection RF pour le signal de DVB-T utilisé est une valeur du rapport signal utile/signal brouilleur à l'entrée du téléviseur, déterminé par la méthode du SFP, et arrondi à la valeur entière supérieure.

La méthode du SFP correspond à la qualité d'image dans laquelle l'image comporte au plus une seule erreur visible pendant une durée moyenne d'observation de 20 s sur 30 s. Le réglage des niveaux des signaux utiles et des signaux brouilleurs pour la méthode SFP se fait par petits ajustements habituellement par 0,1 dB. Pour un brouilleur de type «bruit», la différence de rapport signal utile/signal brouilleur entre l'état QEF (TEB de 1×10^{-11} après codage BCH) et la méthode SFP est de quelques décibels en raison de la caractéristique importante «en chute d'eau» du codage LDPC. Les valeurs du rapport de protection pour les signaux utiles de TV numérique sont toujours mesurées à l'entrée du téléviseur pour un niveau d'entrée de -60 dBm. Chaque fois que cela est possible, les rapports de protection pour les systèmes de télévision numérique sont calculés à partir de mesures, en utilisant une plage de niveaux du signal décrite dans la méthode recommandée (Rapport UIT-R BT.2215).

Il est proposé d'adopter la méthode du SFP pour l'évaluation de tous les systèmes de télévision.

Annexe 5 (Normative)

Brouillage troposphérique et brouillage continu

1 Brouillage troposphérique et brouillage continu

Lorsque les rapports de protection sont utilisés pour la planification, il est nécessaire de déterminer, dans des circonstances particulières, si le brouillage est d'origine troposphérique ou continu. On compare pour cela les champs de nuisance pour les deux conditions. Par définition, le champ de nuisance est le champ produit par l'émetteur brouilleur (avec sa puissance apparente rayonnée (p.a.r.)) augmenté du rapport de protection applicable.

Ainsi, le champ de nuisance pour un brouillage continu est donné par la formule:

$$E_C = E(50, 50) + P + A_C$$

et le champ de nuisance pour un brouillage d'origine troposphérique par la formule:

$$E_T = E(50, t) + P + A_T$$

dans lesquelles:

$E(50, t)$: champ (dB(μ V/m)) produit par l'émetteur brouilleur, normalisé à 1 kW, et dépassé pendant $t\%$ du temps

P : p.a.r. (dB(1 kW)) de l'émetteur brouilleur

A : rapport de protection (dB)

C et T : respectivement les brouillages continu et troposphérique.

Le rapport de protection pour un brouillage continu est utilisable lorsque le champ de nuisance résultant est plus intense que le champ dû à un brouillage d'origine troposphérique, c'est-à-dire lorsque $E_C > E_T$.

Cela signifie que A_C doit être utilisé dans tous les cas lorsque:

$$E(50, 50) + A_C > E(50, t) + A_T$$
