

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BT.1735-1
(08/2012)

**Méthodes d'évaluation objective de la
qualité de réception des signaux de
radiodiffusion télévisuelle numérique de
Terre du Système B spécifié dans la
Recommandation UIT-R BT.1306**

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.1735-1

Méthodes d'évaluation objective de la qualité de réception des signaux de radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre du Système B spécifié dans la Recommandation UIT-R BT.1306

(Question UIT-R 100/6)

(2005-2012)

Domaine d'application

La présente Recommandation a pour objet de présenter des méthodes d'évaluation de la qualité de la réception des services de radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre, notamment celle du Système B, compte tenu des Recommandations UIT-R pertinentes. Deux méthodes sont exposées, l'une pour le réseau multifréquence (MFN) et l'autre pour le réseau monofréquence (SFN).

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les paramètres à mesurer pour évaluer la couverture sont spécifiés au § 2.6 de la Recommandation UIT-R SM.1682, Méthodes de mesure des signaux de radiodiffusion numérique;
- b) que des paramètres de planification tels que la valeur minimale du champ, le rapport de protection et la relation entre la valeur minimale du champ et la tension à l'entrée du récepteur sont définis dans la Recommandation UIT-R BT.1368 et sont largement utilisés par les administrations;
- c) que des méthodes de prévision des champs et des hauteurs d'obstacles pour l'évaluation des champs sont indiquées dans la Recommandation UIT-R P.1546 et sont largement utilisées par les administrations;
- d) que l'UIT-R a élaboré la Recommandation UIT-R BT.500 en tant que méthode d'évaluation subjective de la qualité des images télévisuelles;
- e) qu'avec l'introduction des services de télévision numérique il a été observé que l'évaluation subjective des images de télévision numérique est en fait moins pertinente, s'agissant de la qualité, parce que la qualité des technologies numériques n'admet pas les tolérances permises par les technologies analogiques;
- f) qu'avec l'évaluation des systèmes de télévision numérique il faut impérativement que le système soit au-dessus du seuil;
- g) que l'analyse subjective de la qualité des images ne peut pas être utilisée comme une mesure du niveau de brouillage ou du rapport de protection requis par les systèmes numériques;
- h) qu'une planification satisfaisante des systèmes numériques nécessite une définition du fonctionnement, qui prévoie une marge suffisante au-dessus du seuil correspondant au signal quasi sans erreur (QEF), compte tenu de la variabilité en fonction du temps et de l'emplacement;
- j) que le taux d'erreurs binaires (BER) après le décodage de Viterbi (vBER) est employé pour déterminer le seuil correspondant à la condition de fonctionnement QEF;
- k) que la méthode du seuil subjectif de dégradation est employée pour déterminer le seuil en dessous duquel les erreurs sont visibles;
- l) que des méthodes utilisables sur le terrain sont nécessaires pour aider les administrations et les Membres du Secteur à évaluer la qualité de réception des signaux de radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre (DTTB),

recommande

- 1 d'utiliser, conformément au § 3 de l'Annexe 1 de la présente Recommandation, le modèle permettant de décrire la qualité objective de réception des signaux numériques à partir des mesures des taux d'erreurs binaires (BER) et de l'intensité du champ;
- 2 d'utiliser pour le réseau MFN l'échelle de qualité figurant dans les Tableaux 1 et 2 du § 3.1 de l'Annexe 1 de la présente Recommandation;
- 3 d'utiliser pour le réseau SFN l'échelle de qualité figurant dans le Tableau 3 du § 3.2 et dans le Tableau 2 du § 3.1 de l'Annexe 1 à la présente Recommandation;
- 4 d'utiliser les méthodes de mesure décrites aux § 5, 6 et 7 de l'Annexe 1 de la présente Recommandation.

Annexe 1

Méthode normalisée d'évaluation objective de la qualité de réception des signaux de radiodiffusion télévisuelle numérique du Système B

1 Évaluation objective de la qualité de la réception

Il faudrait vérifier la couverture d'une zone spécifique, déterminée au moyen d'une méthode de prévision, en faisant des mesures «sur le terrain» pour évaluer les résultats de la prévision. Une méthode de prévision peut permettre d'évaluer en termes de qualité la zone couverte en utilisant une «probabilité d'emplacement». De la même façon, le concept de «qualité perçue», relatif à l'utilisateur final, pourrait être évalué grâce à des méthodes de mesure. Le système de réception de la télévision numérique de Terre fonctionne avec un certain «seuil» et la qualité perçue dépend de trois facteurs: l'accès au service, la disponibilité dans le temps et la disponibilité des emplacements.

L'évaluation du niveau et de la qualité des signaux sont deux processus distincts employés au cours de l'application de cette méthode.

L'évaluation de la qualité ne nécessite pas la connaissance de l'environnement de réception¹. On suppose que la procédure d'évaluation de la qualité est fondée sur le niveau de signal minimal appliqué dans un environnement spécifique, dans le cadre d'un régime de planification de la DTTB d'une administration où le calcul du niveau de signal minimal prend en compte les environnements de réception pertinents. On suppose aussi que le régime de planification tient compte de la disponibilité des emplacements.

¹ Cette notion s'applique principalement aux conditions de réception fixes et aux conditions de réception stationnaires. Il faut être prudent dans le cas de la propagation troposphérique où les contributions détectables sont proches ou en dehors des intervalles de garde.

Pour des conditions de réception fixes et des conditions de réception variables dans le temps, il convient d'appliquer une méthode statistique. Plusieurs échantillons d'intensité de champ et de taux BER doivent être considérés sur un intervalle de temps significatif et les valeurs de Q doivent être calculées pour chaque échantillon. Une valeur de Q dépassée pendant un pourcentage de temps défini (par exemple, 90%) pour les échantillons est la couverture en matière de valeur de la qualité.

Si l'intensité du champ, prévue par le régime de planification, n'est pas atteinte dans un environnement de réception particulier, le service, automatiquement, ne répond pas à la prescription en matière d'évaluation de la qualité.

2 Paramètres à évaluer

Comme indiqué au § 2.6 de la version en vigueur de la Recommandation UIT-R SM.1682, les paramètres à évaluer sont le champ et le taux d'erreurs binaires (BER) après différentes étapes de décodage (on suggère ici de déterminer le taux BER avant et après le décodage de Viterbi (cBER et vBER). Le taux BER déterminé après le décodage de Viterbi (vBER) sert à déterminer le seuil correspondant à la condition de fonctionnement quasi sans erreur (QEF). Un paramètre supplémentaire devrait également être enregistré au cours des mesures: il s'agit du taux d'erreur de modulation (MER) sur le site d'émission. Le taux MER correspond à une forme synthétique d'analyse de la constellation. Si le taux MER sur le site d'émission est inférieur à une certaine valeur (par exemple 36 dB²), les mesures devraient être interrompues en raison d'une éventuelle défaillance de la transmission.

3 Echelle objective de qualité applicable au Système B

Il est bien connu que le champ mesuré sur les sites de réception varie en fonction de l'emplacement considéré et de la hauteur de l'antenne de réception. Cette variabilité, pour une valeur donnée de puissance surfacique, dépend de l'association amplitude-phase des signaux pour plusieurs trajets de propagation atteignant l'antenne de réception. Elle est plus accentuée pour les signaux à ondes entretenues que pour les signaux à large bande. Les trajets avec réflexion peuvent contribuer de façon positive ou négative. Les contributions négatives sont liées au brouillage intersymboles observé lorsque le temps de propagation d'un ou de plusieurs trajets est supérieur à l'intervalle de garde. Les contributions positives éventuelles sont générées lorsque le temps de propagation est inférieur à l'intervalle de garde. La présence de plusieurs trajets de propagation dans l'intervalle de garde peut se traduire par des contributions positives ou négatives en fonction de la mise en œuvre d'un décodage Viterbi à décision pondérée, d'une fenêtre de recherche fixe ou glissante et de la phase des trajets. La relation non linéaire intrinsèque entre le décodage Viterbi, les niveaux de protection et la dispersion spatio-temporelle se traduit par une faible corrélation entre le champ et le taux BER, comme démontré par l'analyse de milliers de données d'enquête sur le terrain, présentée dans le Rapport UIT-R BT.2252.

Le système d'évaluation de la qualité dans le cas d'un signal analogique était fondé sur la valeur du champ et sur une échelle d'évaluation subjective de la qualité (Q) à cinq notes. Q5 correspond à «excellent» et Q1 à «très mauvais». Le seuil d'acceptation est fixé à Q3. Dans un environnement numérique, la situation est très différente et il importe de noter la différence entre les méthodes d'évaluation de la qualité vidéo de la compression et l'évaluation de la qualité de la couverture de radiodiffusion. Lorsqu'il s'agit d'évaluer des méthodes de compression (MPEG par exemple), l'échelle d'évaluation à cinq notes est conservée. Si l'objectif est d'évaluer la qualité de la réception de radiodiffusion, il semble plus difficile de garder une méthode fondée sur une échelle à cinq notes à cause de la transition rapide entre une situation permettant d'assurer la fourniture de service et une situation ne le permettant pas. On peut cependant continuer à utiliser une échelle à cinq notes si on attribue à chaque note la notion de distance par rapport au point de transition. Pour une analyse plus approfondie de la zone de transition, on peut employer une échelle à trois notes.

² La valeur minimale admissible du taux MER est contenue dans la spécification d'achat des émetteurs.

L'évaluation de cette distance est très importante car le dispositif de mesure est habituellement placé devant le système de réception de l'utilisateur final, généralement composé d'une antenne, d'un système de distribution et d'un boîtier décodeur. L'interprétation de l'évaluation objective de la qualité de la réception numérique *ne doit pas être confondue* avec celle de la qualité analogique.

Cela amène à définir, dans la présente Recommandation, les notes de qualité de réception suivantes en termes de marge par rapport au niveau de défaillance du signal reçu.

Note Q1 – Le niveau du signal est inférieur à la cible planifiée minimale.

Note Q2 – Le niveau du signal est inférieur à la cible planifiée minimale, ou la marge par rapport au niveau de défaillance est trop faible (la réception est peut-être possible mais il est très probable que le signal soit défaillant).

Note Q3 – Le niveau du signal et la marge par rapport au niveau de défaillance sont à une certaine distance au-dessus des cibles planifiées minimales.

Note Q4 – Le niveau du signal et la marge par rapport au niveau de défaillance sont supérieurs aux cibles planifiées.

Note Q5 – Aucun défaut mesurable ne peut raisonnablement être détecté.

3.1 Réseau multifréquence

Dans le cas d'une réception fixe dans le réseau multifréquence (MFN), le Tableau 1 sera employé.

TABLEAU 1³

Echelle d'évaluation de la qualité des signaux dans un réseau MFN DTTB

Taux BER Intensité du champ	vBER > SFP	QEF < vBER ≤ SFP	vBER ≤ QEF et cBER ≤ 10	vBER ≤ QEF et cBER compris entre 10 et 100	vBER ≤ QEF et cBER > 100
$E < E_{xx}$ ⁴	Q1	Q2	Q2	Q2	Q2
$E \geq E_{xx}$	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5

Pour les administrations ou les Membres du Secteur qui préfèrent employer un système simplifié d'échelle de qualité des signaux, les notes Q5, Q4 et Q3 pourraient être fusionnées en une seule note, comme indiqué dans le Tableau 2.

TABLEAU 2

Echelle simplifiée d'évaluation de la qualité des signaux dans un réseau MFN DTTB

Taux BER Intensité du champ	vBER > SFP	QEF < vBER ≤ SFP	vBER ≤ QEF
$E < E_{xx}$	Q1	Q2	Q2
$E \geq E_{xx}$	Q1	Q2	Q3

³ Pour les acronymes, les valeurs fixées et l'interprétation de l'échelle dans les tableaux, voir le § 4.

⁴ E_{xx} peut aussi représenter les valeurs planifiées choisies par les Administrations (par exemple: E_{95}).

3.2 Considérations relatives à la réponse impulsionnelle du canal pour le réseau monofréquence

Grâce à l'expérience acquise en employant régulièrement la Recommandation UIT-R BT.1735 pour l'évaluation de la couverture en matière de qualité dans le réseau monofréquence (SFN) à grande échelle, il a été découvert qu'en présence de combinaisons particulières de signaux dans le réseau SFN, l'intensité du champ et les paramètres BER, tels qu'ils sont employés dans le cas du réseau multifréquence (MFN), ne peuvent pas rendre compte des conditions limites avec une marge minimale par rapport à la possibilité de perte du service. De telles situations sont critiques, non seulement par rapport aux fluctuations du signal reçu dans le réseau SFN dans l'intervalle de garde, mais aussi s'agissant d'éventuels signaux qui pourraient être en dehors de cet intervalle.

Dans ce dernier cas, la stratégie en matière de position des fenêtres pourrait changer en fonction de la variation de l'intensité du champ et, en conséquence, certaines contributions du réseau SFN pourraient pendant certains pourcentages de temps être dans la fenêtre de réception ou l'intervalle de garde, ou être en dehors de ceux-ci. Il se pourrait aussi que l'intensité du champ des contributions du réseau SFN en dehors de l'intervalle de garde augmente pendant certains pourcentages de temps et s'approche du niveau de protection, diminuant la probabilité d'une réception stable. Un autre cas pourrait se produire lorsqu'une ou plusieurs contributions du réseau SFN sont très proches des bords de l'intervalle de garde et que, suivant le point de mesure, elles pourraient être dans l'intervalle de garde lui-même ou en dehors de celui-ci, conduisant à une variabilité de la réception en fonction de l'emplacement. Il est important de noter que la distance entre ces points pourrait parfois être très petite.

Il faut aussi examiner la diminution du niveau de la marge de bruit du signal reçu due à l'augmentation du bruit généré par les signaux dans le réseau SFN lorsqu'ils sont reçus avec un rapport très faible entre les niveaux (< 7 dB) et que leurs temps de propagation sont proches de la valeur maximale admise, ou très proches de celui du signal principal, ou synchrones avec les positions de répétition des pilotes.

Sur la base des considérations qui précèdent, un nouveau modèle d'évaluation de la qualité de réception est proposé pour le réseau SFN à grande échelle. Il tient compte des éléments suivants: le fonctionnement quasi sans erreur QEF, le seuil subjectif de dégradation (SFP), la relation entre les taux cBER et vBER dans le canal gaussien et l'absence de possibilité de correction de Viterbi.

Pour une réception fixe dans le réseau SFN, si le taux vBER est $< 5 \times 10^{-11}$, le Tableau 1 devrait être employé. Sinon, le Tableau 3 devrait être employé.

TABLEAU 3

Echelle d'évaluation de la qualité des signaux dans un réseau SFN DTTB

Taux BER Intensité du champ	vBER > SFP	QEF < vBER ≤ SFP	vBER ≤ QEF et vBER > courbe Q ₄	vBER ≤ courbe Q ₄ et vBER > courbe Q ₅	vBER ≤ courbe Q ₅
$E < E_{xx}$	Q1	Q2	Q2	Q2	Q2
$E \geq E_{xx}$	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5

Pour les Administrations ou les Membres du Secteur qui préfèrent employer un système simplifié d'échelle de qualité des signaux, les notes Q5, Q4 et Q3 pourraient être fusionnées en une seule note, comme indiqué dans le Tableau 2.

4 Acronymes, valeurs fixées et interprétation de l'échelle des tableaux

Acronymes

cBER:	Taux d'erreurs binaires (BER, <i>bit error rate</i>) du canal ou taux BER avant le codage de Viterbi
vBER:	Taux BER après le codage de Viterbi
rapport cBER =	$cBER_{min}/cBER$
QEF:	Fonctionnement quasi sans erreur (<i>quasi error free</i>)
SFP:	Seuil subjectif de dégradation (<i>subjective failure point</i>)
E ⁵ _{xx} :	Intensité minimale du champ médian pour une probabilité d'emplacement de xx%. A ne pas confondre avec l'intensité équivalente minimale du champ à l'emplacement de réception au-dessus duquel une protection contre le brouillage doit être assurée (voir la Recommandation UIT-R BT.1368 pour le calcul de l'intensité minimale du champ).

La Conférence régionale des radiocommunications (CRR-06) ou l'Accord régional (GE06) et la Recommandation UIT-R BT.1368 ont adopté une valeur de (xx) de 95%. La valeur E_{xx} dépend de la configuration adoptée.

Le taux cBER est un paramètre qui permet de donner une indication sur la qualité de fonctionnement du canal en fonction du taux $cBER$ mesuré, par rapport au taux $cBER_{min}$. La valeur $cBER_{min}$ est atteinte lorsque le taux vBER est égal à celui du fonctionnement QEF et elle dépend du taux de codage adopté.

Les valeurs $cBER_{min}$ pour les configurations les plus employées sont énumérées dans le Tableau 4. Il convient de noter que ces valeurs ne changent ni avec la fréquence ni avec le schéma de modulation.

TABLEAU 4
Valeurs de $cBER_{min}$ pour différents taux de codage

Taux de codage	$cBER_{min}$
2/3	4×10^{-2}
3/4	2×10^{-2}

Valeurs fixées

$$SFP = 6,4 \times 10^{-3}$$

$$QEF = 2 \times 10^{-4}$$

$$\text{la courbe Q4} = a \cdot e^{-b \cdot cBER}$$

$$\text{la courbe Q5} = c \cdot e^{-d \cdot cBER}$$

⁵ E_{xx} peut aussi représenter la valeur planifiée choisie par les Administrations.

et les constantes a , b , c , d établies lors des essais en laboratoire et sur le terrain:

$$a = 10^{-5}$$

$$b = 6 \times 10^3$$

$$c = 5 \times 10^{-7}$$

$$d = 4 \times 10^4$$

4.1 Interprétation de l'échelle figurant dans le Tableau 1

L'échelle de qualité correspond à la distance par rapport au point de transition. Le point de transition va du point de fonctionnement QEF jusqu'au point appelé point d'«effet falaise» (SFP). Chaque valeur de Q est une fonction du champ E et du taux BER.

La valeur de $Q2$ sur la première ligne du Tableau 1 signifie que l'intensité du champ est inférieure à la valeur minimale attribuée dans la procédure de planification. Dans un tel cas, aucune protection contre les brouillages ne peut être garantie. Son interprétation est donnée dans la Fig. 1A.

La valeur de $Q2$ sur la deuxième du Tableau 1 signifie que le seuil de fonctionnement QEF est atteint et que l'«effet falaise» pourrait apparaître. Son interprétation est donnée dans la Fig. 1B.

Dans le cas de la Fig. 1A, il est possible d'évoluer vers $Q3$ en accroissant la puissance émise ou en modifiant le diagramme d'antenne. Dans le cas de la Fig. 1B, il est possible d'évoluer vers $Q3$ en réduisant le brouillage ou le niveau de brouillage dû à la propagation par trajets multiples.

Le problème ici est lié au fait qu'en surveillant la réception DTTB on observe qu'en un point particulier de réception l'évanouissement temporel des signaux désirés (ou le renforcement des signaux de brouillage) conduit à des transitions entre signaux instantanés reçus «satisfaisants» et «non satisfaisants». Aussi, il est considéré que la Note 2 correspond à une région de transition au cours de laquelle la qualité de réception n'est «pas fiable», mais qui peut ou non donner à tout moment une image susceptible d'être regardée.

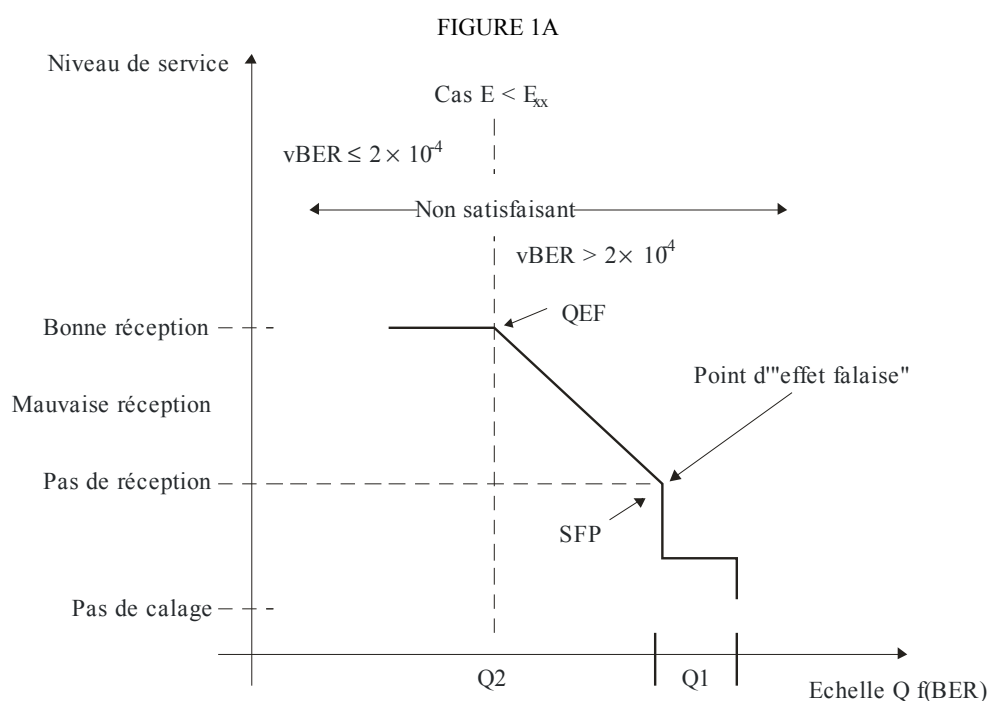
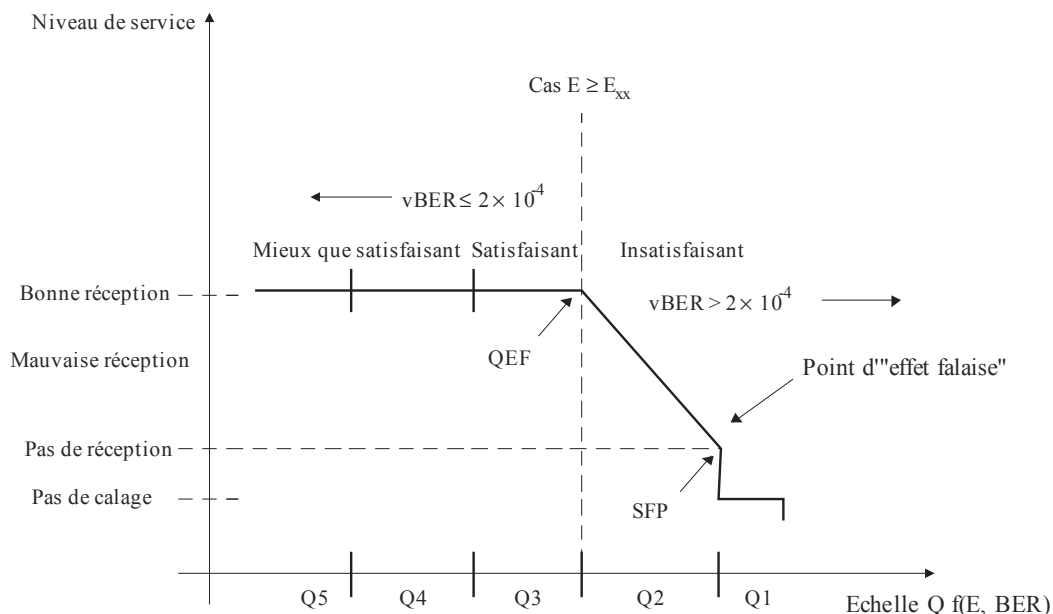


FIGURE 1B



BT.1735-01b

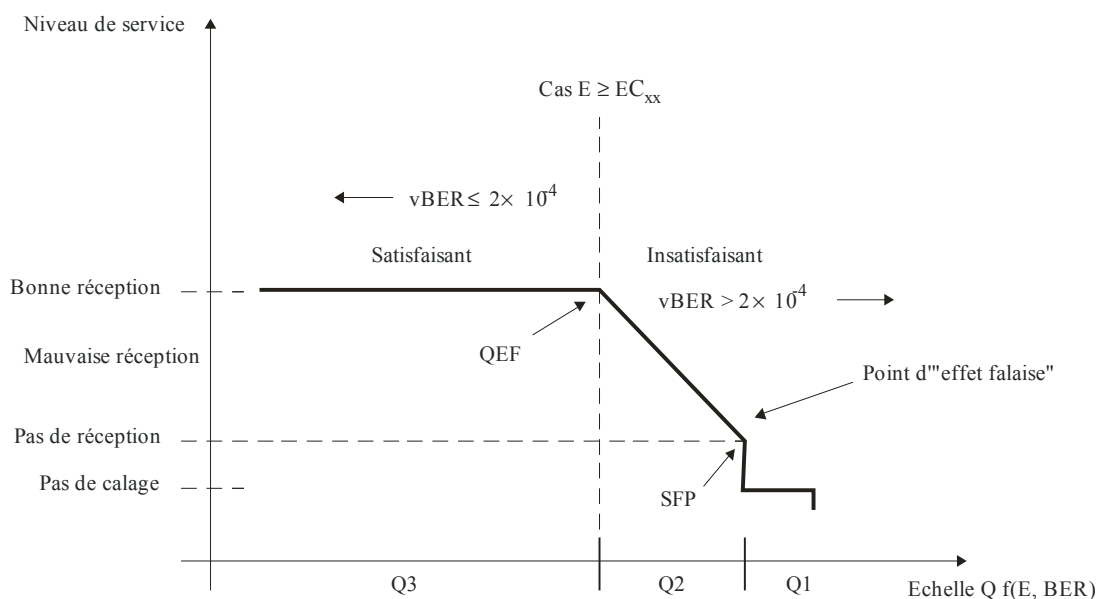
4.2 Interprétation de l'échelle figurant dans le Tableau 2

La valeur de Q2 sur la première ligne du Tableau 2 signifie que l'intensité du champ est inférieure à la valeur minimale attribuée dans la procédure de planification. Dans un tel cas, aucune protection contre les brouillages ne peut être garantie. Son interprétation est donnée dans la Fig. 1A ci-dessus.

La valeur de Q2 sur la deuxième du Tableau 1 signifie que le seuil de fonctionnement QEF est atteint et que l'«effet falaise» pourrait apparaître. Son interprétation est donnée dans la Fig. 1C.

Dans le cas de la Fig. 1A, il est possible d'évoluer vers Q3 en accroissant la puissance émise ou en modifiant le diagramme d'antenne. Dans le cas de la Fig. 1C, il est possible d'évoluer vers Q3 en réduisant le brouillage ou le niveau de brouillage dû à la propagation par trajets multiples.

FIGURE 1C



BT.1735-01c

4.3 Interprétation de l'échelle figurant dans le Tableau 3

Il est possible de représenter les cinq notes du Tableau 3 dans un diagramme représentant le taux $vBER$ en fonction du taux $cBER$.

On y a indiqué six courbes de référence: QEF, SFP, canal gaussien, $cBER = vBER$, Q4 et Q5.

Les courbes QEF et SFP sont fondées sur le taux $vBER$ et le seuil des erreurs visibles.

Les courbes Q4 et Q5 sont des fonctions exponentielles où $vBER$ dépend de $cBER$:

$$\text{courbe Q4: } vBER = 10^{-5} e^{-6 \cdot 10^3 \cdot cBER}$$

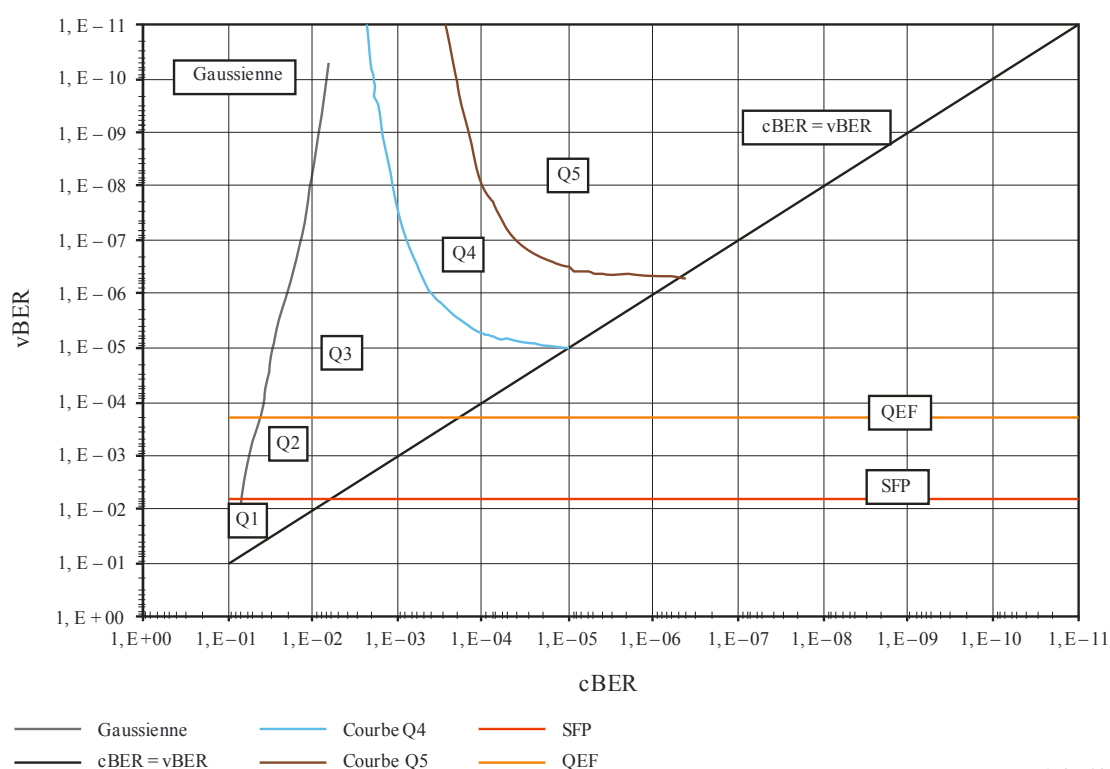
$$\text{courbe Q5: } vBER = 5 \cdot 10^{-7} e^{-4 \cdot 10^4 \cdot cBER}$$

La zone Q1 est située en dessous de la ligne SFP, la zone Q2 est située entre les lignes SFP et QEF, la zone Q3 est située au-dessus de la ligne QEF et en dessous de la courbe Q4, la zone Q4 est située entre les courbes Q4 et Q5 et la zone Q5 est située au-dessus de la courbe Q5.

FIGURE 2

Gaussienne, QEF, SFP, $cBER = vBER$, courbes Q4 et Q5

64 QAM et taux de codage = 2/3



BT.1735-02

5 Mesures à hauteur constante

Pour ce type de mesures, l'antenne de réception est placée sur un mât et est élevée à une hauteur de 10 m environ au-dessus du sol, pour se trouver au-dessus des obstacles locaux. Les résultats des mesures peuvent être reproduits à tout moment en adoptant simplement un système de réception fixe, que l'on trouve généralement dans les stations de surveillance. Les mesures à hauteur fixe ne peuvent être utiles que pour une évaluation formelle, généralement réalisée à 10 m au-dessus du sol (c'est la hauteur utilisée dans la méthode de prévision de la propagation adoptée à des fins de planification).

En situation réelle, l'intensité du champ mesuré dépend de la combinaison de phase des signaux reçus provenant de plusieurs trajets de propagation. Le résultat final dépend donc à la fois de l'emplacement de l'antenne de réception et de la variation verticale de l'intensité du champ. Si on utilise une antenne de réception demi-onde, trois situations particulières peuvent être identifiées:

- la différence entre les valeurs maximales de la variation verticale de l'intensité du champ est inférieure à une demi-longueur d'onde: l'intensité du champ mesuré est équivalente à celle du signal à trajet direct;
- la différence entre les valeurs maximales de la variation verticale du champ est supérieure à une demi-longueur d'onde: l'intensité du champ mesuré peut être supérieure ou inférieure à celle du champ du signal à trajet direct;
- la première valeur maximale du champ apparaît à une hauteur supérieure à 10 m: l'intensité du champ mesuré augmente avec la hauteur.

La mesure à hauteur constante peut être utilisée pour caractériser la zone de service, uniquement si le résultat correspond à la classe d'évaluation Q4 ou Q5, à savoir lorsque l'intensité du champ est supérieure à E_{min} et en l'absence de perturbations dans le canal de transmission. Il est alors possible d'associer la valeur mesurée à une «zone de validité». L'étendue de cette zone doit être déterminée en fonction de l'environnement, de la distance par rapport à l'émetteur, de la variation verticale de l'intensité du champ et de la hauteur du premier maximum de l'intensité du champ. D'après l'expérience acquise en matière d'évaluation des signaux analogiques dans le réseau MFN, le rayon de la zone de validité peut atteindre 10 km au maximum.

Les résultats objectifs en matière de qualité de réception Q5 et Q4 indiquent qu'une «couverture plus que satisfaisante» a été réalisée par le service en cours d'évaluation.

Si les résultats objectifs en matière de qualité réception sont inférieurs à Q4, il est nécessaire d'évaluer la variation verticale de l'intensité du champ, puis éventuellement sa variation horizontale.

Dans ces cas ou lorsque la méthode simplifiée est employée, l'étendue de la zone de validité doit être réduite.

Dans le réseau SFN, l'étendue de la zone de validité dépend de l'évaluation de la réponse impulsionnelle du canal (CIR). Pour les réseaux SFN ayant des contributions à l'intérieur de la moitié de l'intervalle de garde et une qualité objective de réception Q5 ou Q4, une valeur maximale de 10 km peut aussi être utilisée.

Pour les réseaux SFN ayant des contributions proches des bords de l'intervalle de garde ou à côté, ou une qualité objective de réception inférieure à Q4, un rayon plus petit devrait être utilisé.

6 Variation verticale de l'intensité du champ

L'intensité du champ et le taux BER varient constamment pendant le processus de positionnement de l'antenne jusqu'à 10 m au-dessus du sol. Ces valeurs dépendent des différentes combinaisons de trajets de propagation ainsi que des obstacles lorsque la hauteur est peu élevée. Si la qualité objective évaluée est inférieure à Q4 pour une hauteur d'antenne d'environ 10 m, il faut vérifier si la note objective de qualité Q3 a été dépassée pendant le processus de positionnement. Une position d'antenne permettant la réception devrait être déterminée. La note objective de qualité évaluée en pareil cas est considérée comme significative et la variation verticale (VV) enregistrée est incorporée dans les résultats de mesure. On a constaté que le rayon de la zone de validité peut atteindre 2 km au plus.

Une note objective de qualité Q3 correspond au niveau de couverture adopté dans le système planifié.

7 Variation verticale de l'intensité du champ

Si, après application de la méthode de variation verticale de l'intensité du champ, la note d'évaluation objective de la qualité reste toujours inférieure à Q3, il faut vérifier si ce résultat est la conséquence d'un mauvais choix du point de mesure ou s'il est lié à la zone étudiée.

Il faut alors choisir d'autres points de mesure à proximité du premier. Si ces nouveaux points donnent encore des notes inférieures à Q3, il convient d'indiquer comme résultat le plus significatif le meilleur résultat obtenu et sa gamme de validité relative. L'étendue de la gamme de validité devrait être proportionnelle à la distance entre les points de mesure.
