

## RECOMMANDATION UIT-R BT.1735

**Méthodes d'évaluation de la qualité objective de la couverture 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)

**Domaine de compétence**

La présente Recommandation a pour objet de présenter des méthodes d'évaluation qualitative de la couverture et de la zone de service de la radiodiffusion télévisuelle numérique du système B, compte tenu des Recommandations UIT-R pertinentes. Deux méthodes sont exposées.

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 des méthodes utilisables sur le terrain sont nécessaires pour aider les administrations et les Membres du Secteur à évaluer la qualité de la couverture assurée par la radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre (DTTB, *digital terrestrial television broadcasting*),

*considérant en outre*

- a) qu'il est nécessaire de disposer de méthodes simplifiées pour aider les installateurs d'équipements électroniques grand public à évaluer la qualité objective d'un signal numérique au niveau du récepteur de l'utilisateur final,

*recommande*

- 1 d'utiliser conformément au § 3 de l'Annexe 1 de la présente Recommandation le modèle permettant de décrire la qualité objective de la couverture à partir d'une échelle à cinq notes, précédemment définie dans la Recommandation UIT-R BT.500;
- 2 d'utiliser l'échelle de qualité figurant dans le Tableau 1 du § 3 de l'Annexe 1 de la présente Recommandation;
- 3 d'utiliser les méthodes de mesure décrites aux § 5, 6 et 7 de l'Annexe 1 de la présente Recommandation,

*recommande en outre*

- 1 d'utiliser la méthode simplifiée présentée dans l'Annexe 2 pour évaluer la qualité objective d'un signal numérique au niveau du récepteur de l'utilisateur final;
- 2 d'utiliser l'échelle de qualité simplifiée figurant dans le Tableau 3 du § 2 de l'Annexe 2.

## Annexe 1

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

#### 1 Evaluation de la qualité objective de la couverture

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 de couverture 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 télévision numérique de Terre fonctionne à partir d'un «seuil» et la qualité perçue dépend de trois facteurs: l'accès au service, la disponibilité temporelle et la disponibilité des emplacements.

#### 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'erreur binaire (TEB) après différentes étapes de décodage (on suggère ici de déterminer le taux TEB avant le décodage de Viterbi (CBER, *channel bit error ratio*). Le taux TEB correspondant déterminé après le décodage de Viterbi (VBER, *Viterbi bit error ratio*) sert à déterminer le seuil de condition de fonctionnement quasiment sans erreur (QEF, *quasi error free*). Un paramètre supplémentaire devrait également être enregistré au cours des activités de mesures: il s'agit du taux d'erreur de modulation (MER, *modulation error ratio*) au niveau du site d'émission. Le taux MER correspond à une forme synthétique d'analyse de la constellation. Si le taux MER au niveau du site d'émission est inférieur à une certaine valeur (par exemple 32 dB<sup>1</sup>), les activités de mesure devraient être interrompues en raison d'une éventuelle défaillance de transmission.

#### 3 Echelle de qualité objective applicable au système B

Il est bien connu que le champ mesuré au niveau des 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 des signaux à ondes entretenues que pour des signaux à large bande. Les trajets avec réflexion peuvent se traduire par des contributions positives ou négatives. Les contributions négatives sont liées au brouillage intersymboles observé lorsque le temps de propagation d'un ou plusieurs trajets est supérieur à l'intervalle de garde. Les contributions positives éventuelles sont générées lorsque le temps de

---

<sup>1</sup> La valeur minimale admissible du taux MER est encore à l'étude et devrait pouvoir être augmentée.

propagation est inférieur à l'intervalle de garde. La présence de signaux issus 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 douce, d'une fenêtre de recherche fixe ou glissante et de la phase des trajets. La non-linéarité intrinsèque associée au décodage Viterbi à décision douce, aux niveaux de protection et à la dispersion spatio-temporelle se traduit par une faible corrélation entre le champ et le TEB. L'existence d'une loi de corrélation reste à étudier.

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 de compression et l'évaluation de la qualité de couverture de radiodiffusion. Lorsqu'il s'agit d'évaluer une méthode de compression (MPEG par exemple), l'échelle d'évaluation à cinq notes est conservée. Si l'objectif est d'évaluer la qualité de couverture de radiodiffusion, il semble plus difficile de garder une méthode avec l'échelle à cinq notes en raison de la transition rapide entre une condition permettant d'assurer la fourniture de service ou une condition ne le permettant pas. On peut cependant continuer à utiliser une échelle à cinq notes si on attribue à chaque note la signification de la distance par rapport au point de transition. 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 de la qualité objective de la couverture numérique *ne doit pas être confondue* avec celle de la qualité analogique.

Dans le cas d'une réception fixe, on utilisera l'échelle à cinq notes du Tableau 1.

TABLEAU 1

**Echelle d'évaluation de la qualité de la couverture DTTB**

TEB \ Champ	$VBER > 2 \times 10^{-4}$	$VBER \leq 2 \times 10^{-4}$ et taux CBER $\leq 10$	$VBER \leq 2 \times 10^{-4}$ et taux CBER compris entre 10 et 100	$VBER \leq 2 \times 10^{-4}$ et taux CBER > 100
$E < E_{70}$	Q1	Q2	Q2	Q2
$E_{70} \leq E < E_{95}$	Q2	Q3	Q3	Q4
$\geq E_{95}$	Q2	Q3	Q4	Q5

$$\text{Taux CBER} = CBER_{min}/CBER$$

où:

$E_{70}$  et  $E_{95}$ <sup>2</sup> représentent les valeurs minimales médianes nécessaires pour des disponibilités d'emplacement respectivement égales à 70% et 95% (Chapitre 5 du Manuel sur la radiodiffusion télévisuelle numérique par voie hertzienne de Terre (édition 2002) et Recommandation UIT-R BT.1368). Les valeurs  $E_{70}$  et  $E_{95}$  dépendent de la configuration adoptée.

<sup>2</sup>  $E_{70}$  et  $E_{95}$  peuvent également représenter les valeurs de planification choisies par les administrations.

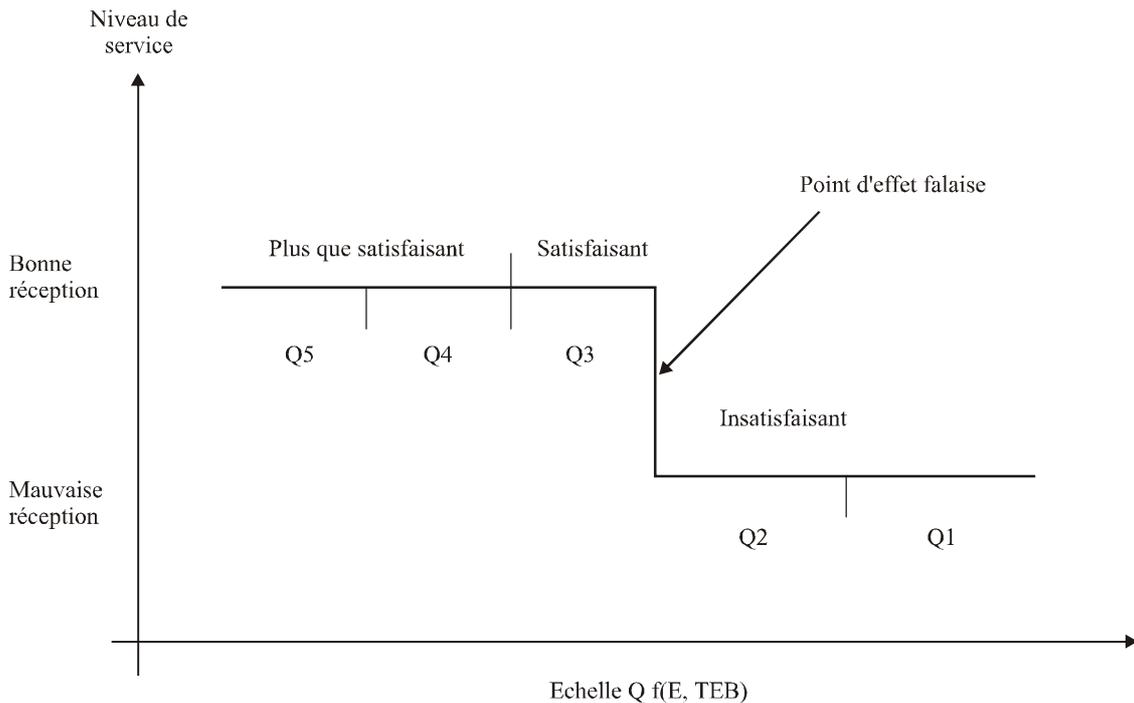
$CBER_{min}$  est la valeur du taux CBER lorsque le taux VBER est égal à  $2 \times 10^{-4}$  (condition QEF) et dépend du débit de codage adopté. Les valeurs du taux  $CBER_{min}$  pour les configurations les plus utilisées sont énumérées ci-dessous dans le Tableau 2. On notera que ces valeurs ne varient pas en fonction de la fréquence ou du schéma de modulation. Un complément d'étude est nécessaire pour déterminer les valeurs correspondant à d'autres débits de codage.

TABLEAU 2  
Valeurs de  $CBER_{min}$  pour différents débits de codage

Débit de codage	$CBER_{min}$
2/3	$4 \times 10^{-2}$
3/4	$2 \times 10^{-2}$

#### 4 Interprétation de l'échelle figurant dans le Tableau 1

FIGURE 1



1735-01

L'échelle de qualité correspond à la distance par rapport au point de transition, également appelé point d'«effet falaise». Chaque valeur de Q est une fonction du champ E et du taux TEB. La lecture de Q2 sur une rangée du Tableau 1 signifie que la valeur 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. La lecture de Q2 sur une colonne du Tableau 1 correspond à l'apparition de l'«effet falaise». Dans le premier cas, il est possible d'évoluer vers Q3 en accroissant la puissance émise ou en modifiant le diagramme d'antenne. Dans le second cas, on peut évoluer vers Q3 en réduisant le brouillage ou le niveau de brouillage dû à la propagation par trajets multiples.

## 5 Mesures à hauteur constante

Pour ce type de mesures, l'antenne de réception est placée sur un mât et 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 aux 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, le champ mesuré dépend de la combinaison de phase des signaux reçus suivant 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 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 du champ est inférieure à une demi-longueur d'onde: le champ mesuré est équivalent à celui 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: la valeur 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: la valeur du champ mesuré s'accroît avec la hauteur.

La mesure à hauteur constante peut être utilisée pour caractériser la zone de service uniquement si elle correspond à la classe d'évaluation Q4 ou Q5, ce qui signifie une valeur de champ supérieure à  $E_{min}$  et l'absence de perturbation 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 du champ et de la hauteur du premier maxima de champ. D'après l'expérience acquise en matière d'évaluation des signaux analogiques, le rayon de la zone de validité peut atteindre 10 km au maximum.

Si la qualité objective obtenue est inférieure à Q4, il est nécessaire d'évaluer la variation verticale du champ, puis sa variation horizontale.

Une note de qualité objective égale à Q4 ou Q5 indique qu'une couverture «plus que satisfaisante» a été obtenue par le service évalué.

## 6 Variation verticale du champ

Le champ et le TEB 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 de qualité objective Q3 a été dépassée pendant le processus de positionnement. Une position d'antenne permettant la réception devrait être identifiée. La note de qualité objective évaluée en pareil cas est considérée comme significative et la variation verticale (VV) enregistrée est incluse dans les résultats de mesure. On a constaté que le rayon de la zone de validité peut atteindre 2 km au plus.

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

## 7 Variation verticale du champ

Si, après application de la méthode de variation verticale du champ, la note d'évaluation de la qualité objective 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.

## Annexe 2

### Méthode simplifiée d'évaluation de la qualité objective d'un signal numérique au niveau du récepteur de l'utilisateur dans le cas du Système B

#### 1 Rappel

L'Annexe 1 porte sur une méthode d'évaluation de la qualité objective via l'utilisation d'une échelle de notation pour les services de télévision numérique. Cette méthode repose sur la mesure sur le terrain (en service) du champ à une hauteur donnée et du TEB (taux CBER avant décodage Viterbi et taux VBER après décodage Viterbi). Elle peut nécessiter des véhicules équipés et des instruments de mesure coûteux.

Au début du déploiement d'un service numérique, il sera sans doute nécessaire d'évaluer la qualité du signal en utilisant une grande variété d'instruments de mesure peu coûteux, en particulier ceux qu'utilisent probablement les installateurs d'équipements d'électronique grand public. Pour ce faire, on propose d'appliquer une méthode simplifiée d'évaluation de la qualité numérique comparable à la méthode établie utilisée en télévision analogique (mesure du niveau du signal et évaluation subjective de la qualité du signal).

Les travaux de mesure ont montré qu'associer la mesure de la puissance du signal de canal non affaiblie à celle de la marge  $C/N$  par rapport au point de défaillance donne une évaluation de la qualité du signal comparable en termes de fiabilité à celle obtenue en utilisant une méthode plus sophistiquée. Cela signifie que si un niveau de signal et une valeur de marge  $C/N$  appropriés ont été obtenus, on pourrait supposer qu'un téléspectateur serait en mesure de recevoir des signaux numériques. La comparaison avec des marges mesurées de  $C/N$  et de TEB ont donné à penser qu'une valeur de marge similaire a été obtenue pour chaque paramètre quel que soit l'emplacement de test considéré: on a donc estimé que la méthode plus simple de «marge de niveau» était suffisante à cet effet.

#### 2 Echelle simplifiée de qualité du signal numérique

Les données relevées au cours de l'étude ont permis d'élaborer et de proposer une échelle de qualité du signal fondée sur la mesure du niveau de signal et de la marge de niveau. Cette échelle se présente comme celle de l'Annexe 1 et est décrite ci-après.

Cette échelle de qualité du signal numérique nécessite la mesure du signal reçu et la marge du niveau de signal par rapport au point de défaillance («dégagement»). Trois gammes de niveau de signal et trois gammes de marge sont associées pour former une échelle de qualité à 5 notes (les notes 1 et 2 correspondent à une qualité inacceptable, la note 3 à une qualité acceptable et les notes 4 et 5 à une bonne qualité).

L'échelle de mesure de la qualité du signal est la suivante:

TABLEAU 3  
Echelle de qualité du signal

Tension à l'entrée du récepteur (dBμV)	Marge $M$ par rapport au niveau de défaillance (dB)		
	$M \leq 5$	$5 < M < 10$	$10 \leq M$
$V \leq V_{min}$	1	2	3
$V_{min} < V < V_{min} + 6$ dB	2	3	4
$V_{min} + 6$ dB $\leq V$	3	4	5

NOTE 1 –  $V_{min}$  est supérieure au niveau utilisable minimal du signal (point de défaillance) d'une valeur déterminée dans la procédure de planification de l'administration concernée (par exemple 5 dB).

NOTE 2 – En l'absence d'autres dégradations, il y a correspondance entre les catégories de niveau de signal et les catégories de marge (par exemple, dans un environnement uniquement bruité, l'association  $V \leq V_{min}$ ,  $5$  dB  $< M < 10$  dB donne la même note de qualité que l'association  $V_{min} < V < V_{min} + 6$  dB,  $M \leq 5$  dB).

NOTE 3 – Les pas de 6 dB sont un peu arbitraires mais correspondent à des valeurs arrondies tirées de l'observation des différences entre les valeurs minimales utilisables du champ E50/50, E50/70, E50/95, etc.

NOTE 4 – Les informations initiales montrent que le niveau de signal correspondant au point de défaillance est compris entre 20 dBμV et 30 dBμV au niveau des terminaux de réception.

NOTE 5 – On considère qu'une note égale (ou supérieure) à 3 indique qu'une réception acceptable est possible.

NOTE 6 – On détermine la «marge» en insérant un affaiblissement alors que l'on observe l'apparition d'éventuelles dégradations sur l'image reçue.

NOTE 7 – L'association d'un accroissement du niveau du signal et d'une augmentation de la marge assurera une protection contre la variabilité d'emplacement ainsi qu'une certaine protection contre la variabilité temporelle (évanouissement).

Pour utiliser cette méthode simplifiée, il faut disposer d'un dispositif de mesure du signal numérique, d'un récepteur de télévision numérique et d'un affaiblisseur, c'est-à-dire d'un système de test qui semblera familier à un installateur expérimenté de systèmes analogiques du point de vue du coût et de la complexité des équipements, du mode d'utilisation et des résultats obtenus. La méthode d'évaluation consiste à déterminer le niveau du signal numérique puis à observer le signal reçu tout en affaiblissant le signal utile entrant jusqu'à l'apparition de dégradations sur l'image. Le niveau de l'affaiblissement inséré constitue alors la valeur de marge à utiliser pour évaluer la qualité du signal.

S'il est vrai que le point de défaillance réel en tout emplacement de réception dépendra de l'association du niveau de signal et de l'ampleur d'autres dégradations (telles que la propagation par trajets multiples et le bruit impulsionnel), on suppose qu'il continuera cependant d'exister une relation directe entre les différentes mesures de la qualité du signal, si bien que toutes les mesures

de la marge seront équivalentes du point de vue de la détermination de la qualité ou de la réception du signal numérique.

*Avertissement:* Cette méthode simplifiée (comme toute méthode utilisant l'affaiblissement du signal pour déterminer la marge par rapport au point de défaillance) peut donner des résultats trompeurs si la relation entre le niveau de signal utile et le signal brouilleur n'est pas constante. On peut s'attendre à rencontrer une telle situation, par exemple, lorsque la couverture est «à brouillage limité» et que les longueurs de trajet de propagation sont telles que les signaux utiles ou brouilleurs subissent un évanouissement important. En pareil cas, l'utilisation de la méthode simplifiée ne serait pas judicieuse.

### 3 Remarques

L'échelle simplifiée d'évaluation de la qualité comprend des valeurs similaires pour le niveau de signal utile et pour les catégories de marge, ce qui permet de penser que la méthode de l'Annexe 1 est fiable.

Depuis la formulation de cette méthode simplifiée, sont apparus sur le marché de nouveaux récepteurs de mesure du champ dont les capacités semblent mieux répondre aux exigences de la méthode de l'Annexe 1. Ces nouveaux récepteurs sont du type que devraient utiliser les installateurs d'équipements grand public et devraient permettre de mesurer le TEB. Si c'est le cas, la méthode simplifiée ne sera pas nécessaire et il sera plus simple d'utiliser la méthode décrite dans l'Annexe 1 pour étudier la couverture et faciliter l'installation correcte des systèmes de réception grand public du Système B.

Il serait utile à présent de rassembler des informations sur les capacités de fonctionnement des récepteurs de test de nouvelle génération afin de démontrer que la méthode de l'Annexe 1 est applicable et utile.

---