

## RECOMMANDATION UIT-R BT.1790

**Spécifications applicables au contrôle en service des chaînes de radiodiffusion**

(Questions UIT-R 44/6, UIT-R 48/6 et UIT-R 109/6)

(2007)

**Domaine de compétence**

La présente Recommandation décrit les besoins des radiodiffuseurs en ce qui concerne le contrôle en service des chaînes de radiodiffusion numérique. Deux types de contrôle sont considérés, à savoir le contrôle de condition et le contrôle de qualité, et, pour chacune de ces deux catégories, les besoins spécifiques sont énoncés.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) que les divers maillons d'une chaîne de radiodiffusion sont les réseaux de contribution, les réseaux de distribution, la production et la post-production, enfin les émissions par satellite ou par voie de Terre à destination des utilisateurs finals;
- b) que l'ensemble de la chaîne de prestation se compose d'un grand nombre de dispositifs de traitement successifs, par exemple convertisseurs, codeurs, commutateurs, multiplexeurs, modulateurs, récepteurs, etc.;
- c) que les services numériques audiovisuels et audio évoluent rapidement avec la progression des technologies de compression et de communication des signaux numériques;
- d) que les technologies de codage et de compression numérique sont à l'origine de la forte croissance des services audiovisuels multicanaux de haute qualité;
- e) qu'après leur traitement et leur codage numérique, les signaux audiovisuels présentent des caractéristiques différentes de celles des signaux analogiques classiques;
- f) que suite à leur numérisation, les systèmes de radiodiffusion sont plus évolués et plus complexes;
- g) qu'il est devenu difficile de gérer la qualité au moyen de méthodes conventionnelles de contrôle ou d'évaluation subjective, et qu'il est désormais nécessaire d'élaborer de nouvelles méthodes de contrôle;
- h) qu'actuellement le contrôle en service est assuré essentiellement par des opérateurs humains, mais qu'en raison de l'augmentation du nombre des fonctions et de la complexité des systèmes de radiodiffusion numérique, il est de plus en plus nécessaire de recourir à un contrôle automatisé;
- j) qu'une approche unifiée du contrôle en service de chaque maillon d'une chaîne de radiodiffusion faciliterait l'élaboration de systèmes de contrôle des chaînes de radiodiffusion fiables, efficaces et efficients;
- k) que les radiodiffuseurs cherchent à fournir aux fabricants d'équipements des orientations sur les besoins de contrôle en service des chaînes de radiodiffusion,

*recommande*

1 de tenir compte, dans l'élaboration de systèmes de contrôle des chaînes de radiodiffusion, des besoins de radiodiffusion en ce qui concerne le contrôle en service qui sont décrits dans l'Annexe 1.

## Annexe 1

### 1 Introduction

Les techniques numériques de codage avec compression sont à l'origine de la forte croissance des services audiovisuels multicanaux de haute qualité. A l'issue du codage numérique, les signaux audiovisuels présentent des caractéristiques différentes de celles des signaux analogiques classiques: la qualité perçue dépend du contenu et des caractéristiques du signal initial, et l'on observe souvent, des dégradations locales consécutives au codage avec compression et aux erreurs de transmission. Par ailleurs, la numérisation se traduit par des systèmes plus évolués mais plus complexes, et de nouveaux services, par exemple la radiodiffusion de données, apparaissent.

En conséquence, il est difficile aujourd'hui de gérer la qualité des systèmes de radiodiffusion numérique en recourant aux méthodes classiques de contrôle des systèmes analogiques ou d'évaluation subjective, et une nouvelle méthode de contrôle est requise. La présente Recommandation décrit les besoins des usagers en ce qui concerne le contrôle en service des chaînes de radiodiffusion numérique sur la base des techniques de contrôle et d'évaluation de la qualité qui sont annoncées pour les stations de radiodiffusion et les exploitants de systèmes de télécommunication.

### 2 Références

#### 2.1 Références informatives

Recommandation UIT-R BS.1387 (2001) Méthode de mesure objective de la qualité du son perçu

Recommandation UIT-R BT.1204 (1995) Méthodes de mesure pour des équipements vidéo numériques entrée/sortie analogiques

Recommandation UIT-R BT.1683 (2004) Techniques de mesure objective de la qualité vidéo perceptuelle pour la télédiffusion numérique à définition normale en présence d'une image de référence complète

Recommandation UIT-R BT.1720 (2005) Méthodes de classement et de mesure de la qualité de service pour les services de radiodiffusion vidéo numérique fournis sur les réseaux du Protocole Internet à large bande

Recommandation UIT-T J.143 (2000) Besoins de l'utilisateur concernant des mesures objectives de la qualité vidéo perçue pour la télévision numérique par câble

Recommandation UIT-T J.148 (2003) Prescriptions pour un modèle objectif de qualité multimédia perçue

### 3 Types de contrôle

Le contrôle en service consiste à vérifier la situation de l'objet considéré, pour savoir si elle correspond à la condition requise, ou si l'objet est conforme à la norme ou à la spécification. Dans la présente Recommandation, le contrôle en service s'entend spécifiquement d'un contrôle objectif réalisé par un équipement et non par un opérateur humain. On distingue deux catégories de

contrôle, le contrôle de condition des niveaux du signal physique et le contrôle de la qualité perçue du contenu audiovisuel.

Les signaux qui font l'objet du contrôle peuvent être classés en trois catégories:

- Bande de base (SDI, interface numérique série, vidéo analogique, audio, etc.).
- Flux binaire codé (MPEG-2 TS, etc.).
- Modulation (signaux radiofréquence, RF, etc.).

### 3.1 Contrôle de condition (essai de conformité du signal physique aux normes et spécifications)

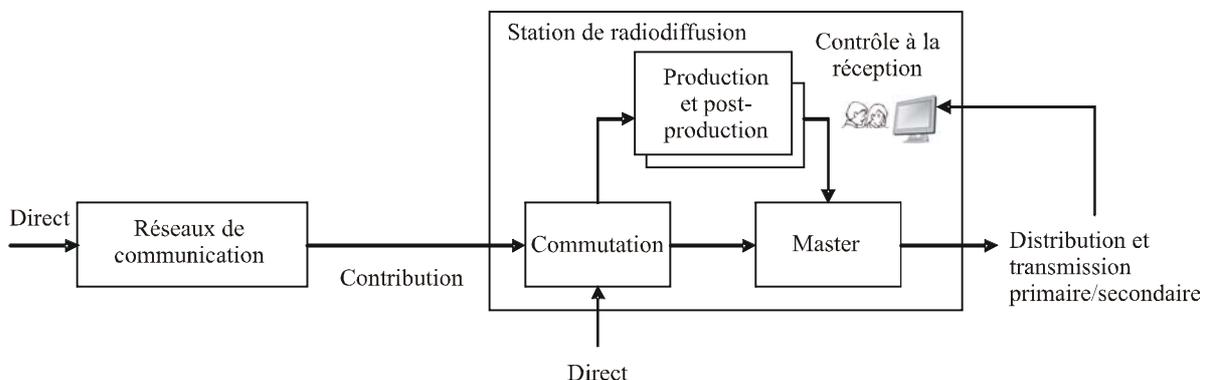
Le contrôle de condition consiste à vérifier si le signal est conforme à certaines normes ou spécifications; il faut donc évaluer le signal en service par référence à une quantité physique, le test portant notamment sur la condition de l'équipement et des lignes de transmission. Les équipements et réseaux nécessaires aux chaînes de radiodiffusion numérique sont également contrôlés; il s'agit de vérifier qu'ils fonctionnent de façon appropriée. Les applications du contrôle de condition sont la contribution (par exemple, transmissions des réseaux de communication), les relais en direct et les reportages d'actualités, la production et la post-production et les masters au niveau de la station de radiodiffusion, enfin la distribution et la transmission primaire et secondaire (voir la Fig. 1).

### 3.2 Contrôle de qualité (évaluation de la qualité perçue du contenu du service)

Le contrôle de qualité consiste à vérifier si la qualité perçue du contenu – vidéo, audio, données, caractères – est conforme à un certain niveau qualitatif qui dépend de l'application voulue par les prestataires. La présente Recommandation porte sur le contrôle de contenu dans des conditions de service, par évaluation objective plutôt que par évaluation subjective. Les éléments contrôlés sont les éléments dont un opérateur peut évaluer la qualité, subjectivement ou objectivement. Les applications du contrôle de qualité sont les mêmes que celles du contrôle de condition, auxquelles s'ajoute la réception de radiodiffusion (voir la Fig. 1). Il importe d'y inclure le contrôle du signal reçu, car le phénomène de gigue et les erreurs de redondance cycle (CRC, *cyclic redundancy check*) s'ajoutent à chaque stade et il en résulte parfois une dégradation de la qualité finale, même lorsque la norme est respectée à chaque étape de la chaîne de radiodiffusion.

FIGURE 1

Diagramme de flux d'une chaîne de radiodiffusion



## 4 Considérations relatives au contrôle en service

### 4.1 Considérations relatives au contrôle de condition

- La dégradation du signal a différentes causes: erreurs de transmission, déverrouillage de l'horloge, signal source inadéquat, mauvais fonctionnement des liaisons et des équipements de transmission. Il est difficile de cerner la cause du problème simplement en contrôlant des signaux vidéo et audio.
- Des erreurs peuvent se produire dans un signal vidéo ou audio même lorsque le signal est conforme aux normes et même si l'équipement fonctionne normalement. Les causes des erreurs numériques sont généralement plus difficiles à cerner que celles des erreurs analogiques. Par exemple, même lorsque tous les équipements fonctionnent conformément à leurs spécifications, des erreurs de gigue d'horloge et de contrôle CRC peuvent s'accumuler à chaque stade.
- Des signaux noirs ou des silences peuvent entraîner de fausses alarmes au niveau des équipements de contrôle automatisés même lorsque ce type de signal est intentionnel.

### 4.2 Considérations relatives au contrôle de qualité

- Dans les systèmes audiovisuels numériques, des traitements très complexes sont appliqués: traitement adaptatif en contenu, commutation entre différents modes de fonctionnement, modification du débit binaire. En outre, la condition de service du décodeur change fréquemment. En conséquence, les causes de dégradation sont très complexes.
- La qualité des signaux vidéo et audio codés numériquement dépend des caractéristiques et du contenu du signal source, et tend à se dégrader localement. En outre, les dégradations inhérentes au codage numérique (par blocs notamment) diffèrent fortement de ce que l'on observe dans le domaine analogique. C'est dire que les critères de qualité applicables aux signaux analogiques classiques ne conviennent pas nécessairement pour juger de la qualité de signaux audiovisuels codés numériquement.
- En radiodiffusion numérique, divers niveaux de qualité de service peuvent être proposés sur le même canal, selon le débit binaire et le contenu. Les critères de qualité peuvent différer d'un service à l'autre.
- La gestion de la qualité n'est pas facile au niveau des convertisseurs de format (par exemple, sur-conversions, sous-conversions, convertisseurs de débit de trame, convertisseurs d'allongement), puisque les formats d'entrée et de sortie diffèrent.
- Il peut y avoir des problèmes de synchronisation du traitement vidéo et du traitement audio.
- La qualité de réception peut dépendre de récepteurs, en raison des différences qualitatives de comportement, notamment dans le cas des erreurs de transmission.

## 5 Besoins de l'utilisateur concernant le contrôle en service

### 5.1 Besoins communs de contrôle de condition et de contrôle de qualité

En radiodiffusion numérique, la largeur de bande est très efficacement utilisée par le codage avec compression des contenus audiovisuels, qui diffère du codage analogique. La radiodiffusion numérique permet de disposer d'un plus grand nombre de canaux et d'offrir davantage de services diversifiés. En revanche, le système de radiodiffusion est devenu si complexe que le nombre limité d'opérateurs ne peut plus suffire à contrôler les équipements.

Les spécifications communes de contrôle de condition et de contrôle de qualité, essentielles pour réduire les contraintes opérationnelles et obtenir des services de radiodiffusion numériques évolués et souples, se présentent comme suit:

- Capacité de contrôle en service.
- Capacité d'application aux formats vidéo utilisés (télévision à définition normale (SDTU), télévision à haute définition (TVHD)).
- Possibilité d'application aux nombres de canaux audio en service.
- Possibilité d'application aux débits binaires de codage utilisés, que le débit binaire soit variable (VBR, *variable bit rate*) ou constant (CBR, *constant bit rate*).
- Possibilité d'application aux débits binaires de transmission utilisés.
- Possibilité d'application aux paramètres et outils de codage (par exemple, profil/niveau, structure de l'image, domaine des vecteurs de mouvement) utilisés.
- Possibilité d'application aux différents traitements du signal (codage avec compression, transcodage, conversion d'allongements).
- Possibilité d'application aux différentes sources de dégradation (par exemple, ratio de compression et débit d'erreur de transmission).
- Possibilité d'application aux différents contenus de programme.
- Possibilité d'application aux configurations de système utilisées.
- Possibilité de repérage des causes de mauvais fonctionnement, de panne et de dégradation.
- Disponibilité d'informations précises pour la commutation sur un système de réserve en fonction du résultat du contrôle.

## 5.2 Spécifications concernant le contrôle de condition

Dans les chaînes de radiodiffusion numérique, même lorsque le signal contrôlé est conforme à sa spécification, et même si chaque équipement individuel fonctionne normalement, des erreurs peuvent se produire plus loin dans la chaîne. Il est hautement souhaitable de s'adapter aux systèmes de radiodiffusion numérique complexes et d'aider les opérateurs en leur offrant des systèmes précis de détection d'erreur et de mauvais fonctionnement des équipements.

En ce qui concerne le contrôle de condition, les besoins de l'utilisateur se présentent comme suit:

- Capacité à juger si le signal, et notamment ses caractéristiques radiofréquence et sa syntaxe, est conforme à sa spécification.
- Capacité de détecter toute erreur dans le signal.
- Capacité de contrôler la condition de fonctionnement de l'équipement, notamment en ce qui concerne les mauvais fonctionnements.
- Capacité de détecter les erreurs et les mauvais fonctionnements de façon précise et rapidement (de préférence en temps réel).
- Capacité de contrôler chaque composant et chaque équipement de la chaîne de radiodiffusion.
- Capacité de vérifier les données auxiliaires (par exemple, contenus de radiodiffusion de données, légendes fermées et EPG).
- Possibilité d'application aux débits binaires (par exemple, flux de transport MPEG) et aux signaux radiofréquences, outre la vidéo en bande de base et les signaux audio.
- Capacité de détecter des erreurs ne pouvant pas être détectées par des opérateurs humains (par exemple, erreurs occasionnelles sur les bits).

- Capacité à balayer automatiquement les données auxiliaires (par exemple, contenus de radiodiffusion de données et légendes fermées) pour vérifier qu'elles se présentent comme prévu.

### 5.3 Spécifications concernant le contrôle de qualité

Pour la gestion de la qualité de radiodiffusion numérique, les méthodes conventionnelles d'évaluation subjective et les méthodes reposant sur la mesure de la forme d'onde ne suffisent pas. Une nouvelle méthode d'évaluation reposant sur un contrôle systématique de la qualité est requise.

Etant donné que la radiodiffusion numérique fait intervenir principalement une forme de signal qui se présente comme un flux binaire de type MPEG-TS, par exemple, et non pas des signaux conventionnels en bande de base, le nombre de points de contrôle pouvant être subjectivement évalués par l'opérateur humain est réduit. Se pose en outre la question du décalage temporel entre le signal vidéo et le signal audio, que l'on peut observer avec certains traitements, notamment les opérations de codage et décodage analogique/numérique et numérique/analogique.

En ce qui concerne le contrôle de la qualité, les besoins de l'utilisateur se présentent comme suit:

- Capacité d'évaluer quantitativement la qualité perçue.
- Capacité de procéder systématiquement à une évaluation de qualité objective avec une précision proche de l'évaluation de qualité subjective par l'opérateur humain.
- Capacité de procéder à des évaluations de qualité perçue en n'utilisant que des flux binaires (par exemple, flux de transport).
- Capacité à procéder à des évaluations de qualité perçue sur la seule base des signaux concernés (méthodes sans référence).
- Capacité d'évaluer une qualité audiovisuelle globale (par exemple, décalage temporel audio/vidéo).
- Capacité de détecter le point d'occurrence de la dégradation de la qualité.
- Capacité de procéder à une évaluation de la qualité perçue sur les seuls signaux en bande de base.
- Reproductibilité (le résultat de l'évaluation ne doit pas être affecté par les signaux successifs).
- Capacité d'évaluer la qualité très rapidement ou instantanément.

### 5.4 Spécifications concernant l'équipement de contrôle

Les équipements de contrôle de condition et de qualité doivent être extrêmement fonctionnels et compacts, car les systèmes de radiodiffusion numérique sont de plus en plus évolués et complexes.

Le champ d'application du contrôle de condition et du contrôle de qualité est extrêmement large, comme le § 4 le fait apparaître, et les spécifications des équipements de contrôle dépendent de la configuration considérée. Les spécifications communes se présentent comme suit:

- La méthode de contrôle ne doit pas avoir d'influence sur le signal contrôlé.
- Mesure simultanée de signaux ou canaux en service multiples.
- Facilité de maintenance.
- Silence de fonctionnement.
- Capacité d'enregistrer les résultats de l'évaluation pour une utilisation ultérieure.
- Compatibilité d'un fabricant à l'autre, notamment du format d'enregistrement (ce qui signifie qu'il faut prévoir un format normalisé).

- Capacité d'accroître de façon modulaire le nombre des signaux et des éléments contrôlés en fonction des besoins.
  - Facilité de sélection des éléments affichés parmi le grand nombre d'éléments à contrôler.
  - Affichage convivial de la condition et des erreurs.
  - Possibilité d'utilisation en temps réel et continue.
-