

RAPPORT UIT-R BT.2020

**TECHNIQUES D'ÉVALUATION OBJECTIVE DE LA QUALITÉ
DANS UN ENVIRONNEMENT NUMÉRIQUE**

(1999)

Résumé

On trouvera ci-après un Rapport sur l'état d'avancement des techniques d'évaluation objective de la qualité audio et vidéo.

Le Groupe de Travail mixte (GTM) 10-11Q des radiocommunications a été chargé par le Groupe de travail (GT) 11E, le GT 10C et le Groupe d'action (GA) 10-4 des radiocommunications de définir des Recommandations relatives à l'évaluation de la qualité. Le présent rapport traite plus particulièrement de la Question UIT-R 64/11, intitulée «Paramètres de qualité objective des images et méthodes de mesure et de contrôle associées pour les images de télévision numérique». Cette Question témoigne de l'intérêt que portent actuellement les radiodiffuseurs aux techniques d'évaluation objective de la qualité et de contrôle des programmes audio et vidéo. Des systèmes numériques de radiodiffusion et de télévision sont aujourd'hui en service dans plusieurs pays, d'où la nécessité d'élaborer des Recommandations.

Des progrès considérables ont été accomplis avec la mise au point définitive de la Recommandation UIT-R BS.1387 «Méthode de mesure objective de la qualité du son perçu», qui traite de l'évaluation objective de la qualité audio-numérique, mais il reste beaucoup à faire en ce qui concerne les Recommandations relatives à l'évaluation objective de la qualité vidéo.

Le Rapport s'efforcera de commencer à régler les problèmes en suspens. Ce Rapport est structuré comme suit:

- § 1: Evolution des techniques de mesure: passage des techniques analogiques aux techniques numériques avec compression.
- § 2: Examen des Recommandations.
- § 3: Bilan des travaux en cours et faits nouveaux.

- Etat actuel des techniques.

Le Rapport fait le point des techniques d'évaluation de la qualité dans un environnement numérique et recense les principales méthodes numériques existantes. Pour définir les différentes méthodes, il a utilisé chaque fois que possible des définitions communes à d'autres Groupes de travail et Commissions d'études (CE).

- § 4: Méthode proposée par le GTM 10-11Q pour la définition de Recommandations futures.
 - Etude des besoins dans certains domaines d'application.
 - Coordination avec d'autres CE et GT, y compris les CE 9 et 12 de normalisation des télécommunications.

Le GTM 10-11Q envisage d'inviter d'autres CE et GT à lui soumettre des contributions afin de pouvoir se faire une meilleure idée de l'évolution des méthodes de mesures numériques et d'éviter que des solutions apparemment identiques, mais pourtant différentes, ne soient proposées. Pour ce faire, le GTM estime que la meilleure façon de procéder consiste à recenser les applications et les besoins.

- § 5: Conclusions préliminaires sur les objectifs et les priorités à fixer pour l'élaboration de Recommandations futures.

Le Rapport sera tenu à jour en vue de tenir compte des nouveaux besoins et de suivre l'évolution de l'évaluation objective de la qualité numérique.

1 Evolution des techniques de mesure: passage des techniques analogiques aux techniques numériques avec compression

Dans le présent point, nous passerons brièvement en revue l'évolution des techniques de mesure et le passage de l'analyse indirecte des signaux à l'analyse directe du contenu.

Les fonctions logistiques bien connues (par exemple les lignes d'essai VBI (intervalle de suppression de trame, *vertical blanking interval*)) qui ont permis de concevoir et de contrôler les systèmes de télévision analogique ne sont plus valables:

- La structure des signaux de transmission de programmes a évolué. Elle repose aujourd'hui sur l'utilisation de flux de transport numériques, pour lesquels on a mis au point des analyseurs de protocole.

- Pour que la diffusion numérique soit efficace, il faut procéder à une compression à l'aide de techniques de codage non linéaires complexes. Le recours à ces techniques non linéaires ne permet pas d'effectuer des analyses classiques des signaux d'essai.
- De plus, la qualité est aujourd'hui fortement dépendante du contenu, et donc variable dans le temps, ce qui ne fait qu'ajouter à la complexité des mesures.

De ce fait, il n'existe qu'une faible corrélation entre les mesures objectives classiques (par exemple celles du rapport signal sur bruit (PSNR, *power signal-to-noise ratio*)) et la qualité audio et vidéo correspondante.

Une solution possible consiste à associer l'analyse du flux numérique et celle du contenu de l'image. La première analyse est relativement facile à effectuer, car le comportement et les caractéristiques du système sont parfaitement définis dans les spécifications. En conséquence, on a élaboré de nouveaux modèles d'évaluation objective de l'image. L'évaluation objective de la qualité numérique repose sur la recherche des caractéristiques et le traitement du modèle perceptuel ou sur une combinaison de ces deux procédés (c'est-à-dire que l'on tient compte à la fois des procédés de codage et des caractéristiques de la perception humaine).

On trouvera ci-après une liste préliminaire des applications de mesure examinées dans le Rapport.

- Elaboration, évaluation et installation de codecs et de multiplexeurs statistiques.
- Surveillance du réseau en service et hors service.
- Evaluation de la qualité du matériel de production avec compression.
- Surveillance du matériel d'entrée générique.
- Surveillance continue en temps réel.

En conséquence, on envisage de recommander certains modèles qui serviront de base à la mise au point d'équipements de mesure de l'évaluation et de la surveillance de la qualité. Il est aujourd'hui admis que différents modèles peuvent être adoptés pour différents domaines d'application.

2 Examen des Recommandations

2.1 Recommandations actuelles

Audio: Recommandation UIT-R BS.1387 – Méthode de mesure objective de la qualité du son perçu.

Vidéo: ANSI [1996].

2.2 Recommandations en projet

Vidéo: (NOTE 1 – Le Groupe d'experts sur la qualité vidéo (VQEG, *Video Quality Experts Group*) analyse actuellement certaines des méthodes de mesure existantes de la qualité objective de l'image. Le VQEG est une organisation informelle à laquelle participent la CE 11 et le GTM 10-11Q de radiocommunications ainsi que les CE 9 et 12 de normalisation des radiocommunications.)

GTM 10-11Q de radiocommunications – Evaluation objective de la qualité vidéo, en collaboration avec le Groupe d'experts sur la qualité vidéo (VQEG).

Avant-projet de nouvelle Recommandation UIT-T J.OVQ de la CE 9 de normalisation des radiocommunications – Méthodes de mesure objective de la qualité vidéo perceptuelle de la télévision numérique par câble.

CE 12 de normalisation des radiocommunications – projet de nouvelle Recommandation UIT-T P.OVQ – Evaluation objective de la qualité vidéo (référence complète), en collaboration avec le Groupe d'experts sur la qualité vidéo (VQEG). Cette recommandation traite de l'évaluation de la qualité vidéo à des débits binaires d'au moins 768 kbit/s.

CE 12 de normalisation des radiocommunications – projet de nouvelle Recommandation UIT-T P.RSQ – Evaluation objective de la qualité vidéo de systèmes bilatéraux à large bande réduite à la source. Des mesures de ce type sont nécessaires lorsque les données vidéo source et comprimées ne se trouvent au même endroit.

CE 12 de normalisation des radiocommunications – projet de nouvelle Recommandation UIT-T P.LBQ – Evaluation objective de la qualité vidéo à de faibles débits binaires (~16 kbit/s à 1,5 Mbit/s); applications de visioconférence et multimédia à de faibles débits binaires.

CE 12 de normalisation des radiocommunications – projet de nouvelle Recommandation UIT-T P.TRQ – Evaluation objective de la qualité vidéo en cas de défauts de transmission sur les réseaux de transmission par paquets, les réseaux mobiles et les autres réseaux.

3 Bilan des travaux en cours et faits nouveaux

3.1 Principales méthodes numériques existantes

3.1.1 Systèmes bilatéraux

Un système générique bilatéral est conçu pour fonctionner avec deux entrées: le matériel de référence d'une part, et le matériel testé d'autre part. En général, ces systèmes ne doivent pas nécessairement fonctionner en temps réel et peuvent être utilisés uniquement avec une bibliothèque limitée. Leur objectif consiste essentiellement à évaluer (ou à classer) la qualité de fonctionnement des codecs numériques, mais ils peuvent aussi servir à évaluer la qualité d'une chaîne de transmission numérique complète avec codage, transmission et décodage. En général, l'indication de la qualité de ces types de systèmes est très précise.

3.1.2 Systèmes bilatéraux avec référence réduite

Ces systèmes sont conçus pour assurer la surveillance de la qualité de fonctionnement d'un réseau de transmission numérique. Ils ont ceci de particulier qu'ils peuvent évaluer la qualité en temps réel et en service sans avoir à utiliser un signal de référence spécialisé. L'information relative à la qualité est recueillie à l'entrée du réseau et est transmise à tout point nodal avec le signal. Au point nodal où la qualité doit être évaluée, on recalcule l'information relative à la qualité localement et on la compare à l'information reçue afin d'effectuer le contrôle de qualité. Il arrive que les indicateurs de qualité fournis par ces systèmes ne soient pas aussi précis que dans le cas des systèmes bilatéraux (avec référence complète). Ces systèmes donnent une indication de la disponibilité du service garantie par la transparence du processus de transmission.

3.1.3 Systèmes unilatéraux

Cette famille de systèmes repose sur l'analyse du matériel existant «tel quel». L'origine de la dégradation n'est pas connue et il est difficile d'aller au-delà de certaines limites. Pour l'essentiel, les systèmes bilatéraux recherchent certaines dégradations a priori pouvant être causées par un codeur numérique générique ou par certaines discontinuités sur une liaison de transmission numérique. Pour ces raisons, la qualité des indicateurs de ces systèmes est limitée et on ne peut pas les utiliser actuellement pour toutes les dégradations possibles. On peut aussi se servir de ces systèmes pour obtenir une indication de la disponibilité du service.

3.2 Etat actuel de la technique

3.2.1 Systèmes disponibles actuellement ou qui le seront prochainement

On trouvera dans le Tableau 1 une vue d'ensemble des systèmes disponibles actuellement. Tous ces systèmes sont classés par famille (D = bilatéral; S = unilatéral; RRD = bilatéral avec référence réduite).

3.2.2 Evolution actuelle

Nous savons que les laboratoires et sociétés énumérés ci-dessus, entre autres, étudient actuellement d'autres systèmes d'évaluation objective de la qualité vidéo et/ou audio.

Tektronix a fait une démonstration d'une technique de mesure unilatérale fondée sur la détection de plusieurs artefacts qui peuvent être observés dans les systèmes de transmission numérique avec compression.

Dans le cadre du projet QUOVADIS d'ACTS, on a montré comment surveiller la qualité de service (QOS) à l'aide de paramètres de qualité objective de systèmes audio et vidéo. Des essais en grandeur réelle faits à l'aide de nouveaux instruments ont donné des résultats encourageants, qui ont amené la Communauté européenne à promouvoir un autre projet concernant la qualité de service (MOSQUITO).

ECI Telecom (Israël) a mis au point un programme informatique qui fonctionne comme un analyseur de contenu vidéo sur la base d'un système bilatéral.

Enfin, l'IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) poursuit des études en vue d'obtenir un ensemble de scènes d'essai subissant des dégradations contrôlées, avec les notes de qualité subjective et objective correspondantes. On espère que ces études constitueront un ensemble de matériels de référence de bonne qualité pour tester les systèmes de demain.

TABLEAU 1

Société ou laboratoire	Partenaire	Pays	Produit commercial	Système audio	Système vidéo	Type de système	En temps réel	En service	Essai VQEG ⁽¹⁾
CCETT		France	X		X	S			
CCETT		France	X	X		D/S			
CRC		Canada	X	X		D			
CRC ⁽²⁾		Canada	X	X		D			
FHG ⁽²⁾	Opticom	Allemagne	X	X		D	X		
KDD		Japon	X		X	D			X
KPN ⁽²⁾	Opticom	Pays-Bas Allemagne	X		X	D			
Mitsubishi	NHK	Japon	X		X	D			X
Opticom		Allemagne	X	X		D			
Rohde & Schwarz	IFN	Allemagne	X		X	S			X
Snell & Wilcox		Royaume-Uni	X		X	S			
TDF		France	X	X	X	RRD			
Tektronix	Sarnoff	Etats-Unis d'Amérique	X		X	D			X
CQqD		Brésil			X	D			X
EPFL		Suisse			X	D			X
KPN	Télécom suisse	Pays-Bas Suisse			X	D			X
NASA		Etats-Unis d'Amérique			X	D			X
NTIA		Etats-Unis d'Amérique			X	RRD			X
Tapestries	EC ACTS	Consortium européen			X	D			X

(1) Voir la Note 1 du § 2.

(2) Ces produits ont été fabriqués et vendus avant la mise au point définitive de la norme PEAQ (Recommandation UIT-R BS.1387 – Méthode de mesure objective de la qualité de son perçu). Certains d'entre eux sont encore disponibles sur le marché.

4 GTM 10-11Q – Méthode proposée pour la définition des Recommandations futures

4.1 Etude des besoins dans certains domaines d'application

Il est important de définir les applications et la qualité de service correspondante. Les applications de radiodiffusion classiques sont certes bien définies, mais on sait que les radiodiffuseurs diversifient actuellement leurs activités en mettant au point de nouvelles applications multimédia qui sont fournies à l'utilisateur final par l'intermédiaire de n'importe quel réseau de transmission disponible.

4.1.1 Questionnaire

Le GTM 10-11Q a élaboré et distribué un questionnaire afin de connaître les besoins des radiodiffuseurs dans le domaine des techniques d'évaluation objective de la qualité.

Lorsqu'on analysera les données recueillies à l'aide de ce questionnaire, il faudra tenir compte de la nature (ou du rôle) de la société ayant répondu au questionnaire. Les données recueillies seront donc examinées séparément en fonction des catégories suivantes:

- Radiodiffuseurs.
- Fournisseurs de réseau.
- Organes de réglementation.

Le questionnaire a été approuvé pendant la réunion actuelle et sera diffusé au plus grand nombre d'entités possible travaillant dans le domaine de la télévision. Des réponses préliminaires ont déjà été reçues, mais on espère en recevoir davantage.

4.2 Coordination avec d'autres CE et GT, notamment les CE 9 et 12 de normalisation des télécommunications

Le GTM 10-11Q envisage de demander à d'autres CE et GT de lui soumettre des contributions, afin de pouvoir se faire une meilleure idée de l'évolution des méthodes de mesure numériques et d'éviter que des solutions apparemment identiques, mais pourtant différentes ne soient proposées. Pour ce faire, on estime que la meilleure façon de procéder consiste à recenser les applications et les besoins.

5 Conclusions préliminaires

Compte tenu du passage de plus en plus rapide de l'analogique numérique avec compression, le GTM 10-11Q reconnaît qu'il est nécessaire d'établir des normes sur les mesures de la qualité objectives.

La nécessité d'agir rapidement ne doit cependant pas nuire à une évaluation correcte des méthodes objectives. Vu l'importance de la question, le GTM 10-11Q mobilise actuellement des ressources importantes en vue de la préparation du processus de décision qui suivra la diffusion des résultats du VQEG.

Compte tenu des renseignements figurant dans le Rapport et de l'évolution des procédures d'évaluation, le *GTM 10-11Q envisage de recommander un ou plusieurs modèles, méthodes et procédures*, selon qu'il conviendra, pour tenir compte de certains domaines d'application et des besoins des utilisateurs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANSI [1996] Norme ANSI T1.801.03, Transport numérique de signaux vidéo unidirectionnels – Paramètres pour l'évaluation objective de la qualité. *American National Standards Institute*. Etats Unis d'Amérique.
