

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BS.1548-3
(08/2012)

**Spécifications utilisateur en matière de
systèmes de codage audio pour la
radiodiffusion numérique**

Série BS
Service de radiodiffusion sonore



Union
internationale des
télécommunications

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 BS.1548-3*

Spécifications utilisateur en matière de systèmes de codage audio pour la radiodiffusion numérique

(Question UIT-R 19-1/6)

(2001-2002-2006-2012)

Domaine d'application

La présente Recommandation indique les spécifications relatives à l'utilisation de systèmes de codage audio à la source en radiodiffusion sonore, y compris en télévision. Elle englobe les applications de contribution et de distribution ainsi que l'émission.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que le système de son stéréophonique multicanal avec ou sans image associée fait l'objet de la Recommandation UIT-R BS.775;
- b) que le codage audio pour la radiodiffusion numérique fait l'objet de la Recommandation UIT-R BS.1196;
- c) que les systèmes de codage préconisés dans la Recommandation UIT-R BS.1196 offrent des modes de codage monophonique, stéréophonique à deux canaux et multicanaux;
- d) que la qualité sonore de base et la qualité de l'image sonore stéréophonique que doivent présenter les systèmes sonores de télédiffusion et de radiodiffusion sonore doivent être les plus hautes possibles, et généralement indiscernables par rapport à celles de la source;
- e) que la qualité sonore requise pour certaines applications d'émission doit être équivalente ou meilleure qu'une bonne réception de services de radiodiffusion analogique MF ou MA;
- f) que la Recommandation UIT-R BS.1283 est un guide des Recommandations UIT-R ayant trait à l'évaluation subjective de la qualité du son;
- g) qu'il faudrait dûment tenir compte de l'interopérabilité et de l'exploitation des réseaux assurant des liaisons radiophoniques, par exemple de contribution ou de distribution;
- h) qu'il faudrait dûment tenir compte de l'interopérabilité avec les équipements audio multicanaux grand public existants, tels que les décodeurs d'ambiophonie matricielle et les décodeurs multicanaux discrets;
- j) que, lors de la mise en application d'un système sonore multicanal dans un service de radiodiffusion existant, il faut tenir compte de la compatibilité avec les récepteurs existants pour pouvoir continuer d'assurer le service;
- k) que, plus généralement, étant donné les nombreuses applications auxquelles se prêtent ces systèmes, il faudrait en déterminer clairement toutes les exigences techniques, qualitatives et opérationnelles;

* La Commission d'études 6 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à la présente Recommandation en novembre 2009 et en octobre 2010, conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 1.

- l) que la qualité de fonctionnement des systèmes de codage audio est largement tributaire de la configuration suivant laquelle est exploité le système (débit binaire, utilisation d'un prématriçage, utilisation d'un codage composite, etc.);
- m) que plusieurs services de radiodiffusion font déjà usage, ou ont déjà spécifié l'utilisation, des systèmes préconisés dans la Recommandation UIT-R BS.1196;
- n) qu'en conséquence les radiodiffuseurs ont besoin de disposer des informations nécessaires à l'établissement de tous les paramètres de codage disponibles pour les systèmes préconisés;
- o) que la mise en service de systèmes présentant des caractéristiques de qualité de fonctionnement analogues, mais incompatibles, n'est pas du tout souhaitable;
- p) que les radiodiffuseurs qui n'ont pas encore démarré de services doivent être à même de choisir le système le mieux adapté à leur application et présentant le meilleur rapport coût/efficacité,

recommande

- 1 que les systèmes de codage audio destinés à la télédiffusion et à la radiodiffusion sonore numériques pour les applications de contribution et de distribution soient conformes aux spécifications énoncées dans l'Annexe 1;
- 2 que les systèmes de codage audio destinés à la télédiffusion et à la radiodiffusion sonore numériques pour des applications d'émission soient conformes aux spécifications énoncées dans l'Annexe 2;
- 3 que les catégories de qualité audio énumérées dans l'Annexe 3 régissent la qualité audio et les applications indiquées aux points 1 et 2 du *recommande*.

NOTE 1 – On trouvera dans l'Appendice 1 à l'Annexe 1 des informations relatives aux systèmes qui se sont révélés être conformes aux prescriptions de qualité et autres pour les applications de contribution et de distribution.

NOTE 2 – On trouvera dans l'Appendice 1 à l'Annexe 2 des informations relatives aux systèmes qui se sont révélés être conformes aux prescriptions de qualité et autres pour les applications d'émission.

Annexe 1

Spécifications pour la contribution et la distribution

Les systèmes de codage audio destinés à la télédiffusion et à la radiodiffusion sonore numériques pour les applications de contribution et de distribution doivent être conformes aux spécifications énoncées ci-dessous.

1 Spécifications de service

1.1 Configurations des canaux

Pour les services audio, il faut pouvoir disposer, selon les besoins des applications visées dans la Recommandation UIT-R BS.775 – Système de son stéréophonique multicanal avec ou sans image associée, des configurations de canaux suivantes:

Nombre de canaux	Configuration des canaux	Assignment des canaux
1 canal	1/0	Monophonique
2 canaux	2/0	Gauche, droit
3 canaux	3/0	Gauche, droit, centre
	2/1	Gauche, droit/ambiophonique
4 canaux	3/1	Gauche, droit, centre/ambiophonique
	2/2	Gauche, droit/ambiophonique gauche, ambiophonique droit
5 canaux	3/2	Gauche, droit, centre/ambiophonique, gauche, ambiophonique droit

ainsi qu'éventuellement d'un canal d'effets basses fréquences (CEBF).

Pour la contribution, il pourrait être en outre nécessaire d'acheminer des programmes produits dans d'autres formats que ceux visés ci-dessus, par exemple 3/4, de sorte que le système de codage devrait permettre de prévoir des canaux supplémentaires de haute qualité.

1.2 Attribution souple des canaux

Un train de bits devrait fournir des données d'identification pour la signalisation et la commande des configurations des signaux sonores. Il doit être possible dans le système de transmission de passer dynamiquement de l'une à l'autre des configurations de canaux mentionnées au § 1.1.

1.3 Données auxiliaires

Le système de codage audio devrait permettre de transmettre des données auxiliaires, lesquelles peuvent véhiculer différents types d'information, tels que commande de la dynamique, réglage du volume sonore et données d'utilisateur, ainsi que toutes métadonnées nécessaires au codeur à l'émission qui codera le signal audio final destiné aux auditeurs.

2 Spécifications de qualité de fonctionnement

2.1 Qualité audio

2.1.1 Qualité audio de base

La qualité du son reproduit au terme d'une cascade de contribution/distribution de référence (cinq codecs de contribution et trois codecs de distribution fonctionnant en cascade) ne devrait pas pouvoir être subjectivement distinguée de celle de la source pour la plupart des types de programmes audio. Pour ce faire, il faut obtenir, en utilisant la méthode en double aveugle à triple stimulus et référence dissimulée, exposée dans la Recommandation UIT-R BS.1116 – Méthodes d'évaluation subjective des dégradations faibles dans les systèmes audio y compris les systèmes sonores multivoies, des notes moyennes généralement supérieures à 4,5 sur l'échelle de dégradation à 5 notes, pour des auditeurs occupant la position d'écoute de référence. La note la plus basse ne devrait pas être inférieure à 4 (Recommandation UIT-R BS.775).

NOTE 1 – L'intervalle de confiance (barre d'erreur) associé à la note moyenne unique correspondant à un codec et un élément détermine la marge au-dessus et au-dessous de la note moyenne en question à l'intérieur de laquelle peut se situer la note réelle, avec un taux de certitude donné, habituellement de 95%. La note réelle peut ici atteindre la limite inférieure de l'intervalle de confiance correspondant à la note indiquée. Pour

procéder à une évaluation significative de la qualité de fonctionnement attendue des codecs en cascade, l'intervalle de confiance associé aux notes moyennes indiquées pour chacun des codecs doit être approximativement égal ou inférieur à la différence existant entre les notes qui sont comparées.

NOTE 2 – Les opérations de contribution et distribution en cascade ne devraient pas, lorsqu'elles sont associées en tandem au codec d'émission, entraîner de réduction importante de la qualité par rapport à la qualité audio de base du codec d'émission. La spécification précise devra faire l'objet d'un complément d'étude.

NOTE 3 – Les paramètres de qualité objective audio pour les applications de contribution/distribution pourront être ultérieurement intégrés, conformément à la Recommandation UIT-R BS.1387.

2.1.2 Résolution de quantification

La résolution exigée devrait être au moins de 18 bits pour la distribution et de 20 bits ou plus de préférence pour la contribution.

2.1.3 Fréquence d'échantillonnage

Conformément à la Recommandation UIT-R BS.646 (Codage à la source des signaux audionumériques dans les studios de radiodiffusion), la fréquence d'échantillonnage devrait être de 48 kHz.

2.1.4 Largeur de bande

Canaux audio principaux: 20-20 000 Hz.

CEBF: 15-120 Hz.

2.1.5 Accentuation

Le système de codage audio devrait être dépourvu d'accentuation.

2.1.6 Nombre de codecs tolérables en tandem

Le nombre de codecs pouvant être utilisés en tandem dépend de l'application selon le tableau ci-dessous:

Distribution	3 codecs en cascade
Contribution	5 codecs en cascade

Ces chiffres proviennent d'expériences précédentes réalisées pour évaluer des systèmes de radiodiffusion sonore à deux canaux (voir la Recommandation UIT-R BS.1196 – Codage audio pour la radiodiffusion numérique) et peuvent ne pas être représentatifs des conditions d'exploitation pratiques des systèmes de radiodiffusion et de télédiffusion. Ce point devra être précisé à l'aide d'informations supplémentaires.

2.1.7 Possibilité de postproduction

Le traitement après production à réaliser est fortement tributaire de l'application. Pour la distribution, on peut appliquer des fondus-enchaînés ainsi que la commande de la dynamique.

2.2 Retard dû au codage

Le retard dû au codage doit être identique pour tous les canaux d'un programme. Il doit être aussi court que possible, compte tenu de la qualité du codage (c'est-à-dire quantité de réduction du débit binaire) exigée. Dans le cas du son télévisuel, le retard dû au codage des signaux audio doit correspondre à celui de la vidéo. Il est souhaitable que le codeur audio produise des trames audio codées (unités d'accès) correspondant exactement à la durée de la trame vidéo correspondante.

2.3 Protection contre les erreurs

Il faut prévoir dans le train des bits audio un mécanisme permettant au décodeur de repérer des erreurs résiduelles dans les canaux et de les masquer.

2.4 Délai de récupération

Le délai de récupération devrait être aussi court que possible. Dans le cas où on utilise les unités d'accès audio (AAU, *audio access unit*), il devrait être de quelques AAU au maximum, et le son devrait être rétabli de préférence dès la réception de la première AAU ne comportant pas d'erreur.

3 Spécifications fonctionnelles et opérationnelles

3.1 Débit binaire et système de codage

Pour les liaisons de distribution et de contribution, la Recommandation UIT-R BS.1196 préconise d'utiliser le système de codage de Couche II de l'Organisation internationale de normalisation (ISO)/Commission électrotechnique internationale (CEI) IS 11172-3 avec un débit binaire d'au moins 180 kbit/s par canal ou plus. Pour plusieurs raisons, il est possible d'utiliser le système à un débit binaire différent ou d'employer d'autres systèmes.

Ces raisons sont, entre autres, les suivantes:

- il est possible d'insérer entre des générations de codage une marge supplémentaire pour permettre le traitement des signaux (cette possibilité n'a pas été testée ni vérifiée lors de l'élaboration de la Recommandation UIT-R BS.1196);
- pour obtenir un débit binaire inférieur dans la liaison de distribution et de contribution;
- pour obtenir une meilleure qualité;
- possibilité de synchronisation et de commutation avec des signaux vidéo associés.

3.2 Codage composite

Un élément de programme bicanal ou multicanal présente souvent une certaine corrélation statistique intercanal. Le codage composite peut être une bonne solution pour réduire la redondance intercanal ou pour éliminer les signaux qui n'ont aucun effet du point de vue de la discrimination entre les canaux et accroît donc l'efficacité du codage. Certains systèmes de codage utilisent des critères perceptuels pour éliminer une partie de ces signaux en réunissant plusieurs canaux dans des régions fréquentielles où l'oreille humaine peut difficilement repérer d'où vient le son. L'inconvénient de cette technique est qu'il n'est pas possible de bien repositionner ultérieurement les informations sonores en général dans les canaux d'origine. Pour les applications de contribution et pour de nombreuses applications de distribution, il convient de ne pas utiliser pareils systèmes de codage composite.

**Appendice 1
à l'Annexe 1
(Informatif)**

**Informations relatives aux systèmes qui se sont révélés être conformes
aux spécifications de qualité et autres pour les applications
de contribution et de distribution**

La colonne de gauche du Tableau 1 indique le type de spécifications correspondantes de l'Annexe 1 et la colonne de droite montre la capacité d'un codec donné à satisfaire ces spécifications. Les futures révisions de la présente Recommandation devraient contenir des informations relatives à d'autres codecs.

TABLEAU 1

Liste des spécifications contenues dans l'Annexe 1	Codec: Dolby E [réf. 1]
1.1 Configurations des canaux	Conforme [réf. 1, p. 6]
1.2 Attribution souple des canaux	Conforme [réf. 1, p. 15]
1.3 Données auxiliaires	Conforme [réf. 1, p. 14]
2.1.1 Qualité audio de base	Conforme [réf. 2]
2.1.2 Quantification	Conforme [réf. 1, p. 5]
2.1.3 Fréquence d'échantillonnage	Conforme [réf. 1, p. 5]
2.1.4 Largeur de bande	Conforme [réf. 1, p. 9]
2.1.5 Accentuation	Conforme [réf. 1]
2.1.6 Nbre de codecs tolérables en tandem	Conforme [réf. 2]
2.1.7 Postproduction	Non démontré
2.2 Retard dû au codage	Conforme ⁽¹⁾ [réf. 1, p. 7]
2.3 Protection contre les erreurs	Conforme [réf. 1, p. 15]
2.4 Délai de récupération	Conforme [réf. 1, p. 15]
3.1 Débit binaire et codage	Conforme ⁽²⁾ [réf. 1, p. 6]
3.2 Codage composite	Conforme [réf. 1]

⁽¹⁾ Afin de faciliter le fonctionnement de ces dispositifs avec le son TV, le délai de codage ou de décodage est identique à la fréquence de trame correspondante (1/24, 1/25, 1/30 s). Les unités d'accès correspondent aux trames vidéo.

⁽²⁾ Le débit binaire par canal est de 250 kbit/s afin d'obtenir les avantages correspondant aux premier, troisième et quatrième alinéas en retrait du § 3.1.

Références bibliographiques

- [1] FIELDER, L. D., LYMAN, S. B., VERNON, S. et TODD, C. C. [septembre 1999] Professional audio coder optimized for use with video. 107th AES Convention, New York, NY, Etats-Unis d'Amérique.
- [2] GRANT, D., DAVIDSON, G. et FIELDER, L. [21-24 septembre 2001] Subjective evaluation of an audio distribution coding system. 111th AES Convention, New York, NY, Etats-Unis d'Amérique.

Annexe 2

Spécifications pour l'émission

Les systèmes de codage audio destinés à la télédiffusion et à la radiodiffusion sonore numériques pour les applications d'émission devraient être conformes aux spécifications énoncées ci-dessous.

1 Spécifications de service

1.1 Configurations des canaux

Pour les services audio il faut disposer, selon les besoins, des applications visées dans la Recommandation UIT-R BS.775, des configurations de canaux suivantes:

Nombre de canaux	Configuration des canaux	Assignment des canaux
1 canal	1/0	Monophonique
2 canaux	2/0	Gauche, droit
3 canaux	3/0 2/1	Gauche, droit, centre Gauche, droit/ambiophonique
4 canaux	3/1 2/2	Gauche, droit, centre/ambiophonique Gauche, droit/ambiophonique gauche, ambiophonique droit
5 canaux	3/2	Gauche, droit, centre/ambiophonique gauche, ambiophonique droit

ainsi qu'éventuellement d'un canal CEBF.

1.2 Services audio

Parallèlement au service audio principal, il est possible que soient assurés en fonction des besoins d'applications particulières les autres services audio suivants:

- service multilingue comprenant un seul canal ou plusieurs canaux indépendants, le service multilingue peut être utilisé pour distribuer un programme avec un commentaire en plusieurs langues,

- services audio pour les malentendants et les personnes atteintes d'un handicap visuel, le service destiné aux personnes ayant un handicap visuel fournit généralement une description vocale du contenu de l'image, alors que le service pour les malentendants efface la musique et les effets spéciaux, ou bien en abaisse le niveau sonore, pour améliorer l'intelligibilité des dialogues,
- données auxiliaires pour véhiculer divers types d'information, tels que commande de la dynamique, réglage du volume sonore et données d'utilisateur (Recommandation UIT-R BS.775).

Il est possible de classer les divers services comme suit:

- *Service principal* (chaque canal, même le canal CEBF, y est assigné au même programme).
- *Service(s) étendu(s)*, qui peuvent être des:
 - *services indépendants* (pour des programmes additionnels, indépendants du service principal, tels que commentaires, ou d'autres services utilisant deux ou plusieurs canaux; la configuration des canaux peut être choisie parmi les possibilités indiquées au tableau sous le § 1.1);
 - *services de remplacement* (pour des programmes destinés à remplacer un ou plusieurs des canaux du service principal, par exemple multilingue ou pour les malentendants);
 - *services additionnels* (utilisant des canaux qui viennent s'ajouter à ceux du service principal, tels que le commentaire, ou des canaux additionnels pour des systèmes audio améliorés comme la télévision en trois dimensions).

Etant donné que tout système de transmission doit comporter une couche système capable de réaliser des opérations de multiplexage, il n'est pas nécessaire que tous les services audio mentionnés ci-dessus soient assurés par un seul train de bits.

1.3 Attribution souple des canaux

Un train de bits devrait fournir des données d'identification pour la signalisation et la commande des configurations des signaux sonores. Le système de transmission doit permettre de passer dynamiquement de l'une à l'autre des configurations de canaux mentionnées au § 1.1.

1.4 Données auxiliaires

Le système de codage audio devrait permettre de transmettre des données auxiliaires, lesquelles peuvent véhiculer différents types d'information, tels que commande de la dynamique, réglage du volume sonore et données d'utilisateur.

2 Spécifications de qualité de fonctionnement

2.1 Qualité audio

Deux catégories de qualité audio sont prises pour hypothèse pour les applications d'émission indiquées dans l'Annexe 3, correspondant à l'émission de haute qualité («qualité CD») et à l'émission de qualité intermédiaire.

La qualité audio se caractérise par plusieurs paramètres, en particulier les méthodes de codage audio, les fréquences d'échantillonnage et les débits binaires. Les débits binaires nécessaires pour satisfaire à la qualité audio requise sont dominés par les méthodes de codage audio et les fréquences d'échantillonnage.

2.1.1 Qualité audio de base

2.1.1.1 Emission de haute qualité

Le radiodiffuseur doit normalement trouver un compromis entre la qualité audio et le débit binaire appliqué aux signaux sonores. En principe, la qualité du son reproduit après décodage sera subjectivement identique à celle du signal d'origine pour la plupart des types de programme audio. Pour ce faire, il faut obtenir, en utilisant la méthode en double aveugle à triple stimulus et référence dissimulée, exposée dans la Recommandation UIT-R BS.1116, des notes moyennes généralement supérieures à 4 sur l'échelle de dégradation à 5 notes pour des auditeurs occupant la position d'écoute de référence. Dans la pratique, on utilise parfois pour des impératifs commerciaux des débits binaires inférieurs à celui qui est nécessaire pour obtenir ce niveau de qualité, que le système doit néanmoins permettre au radiodiffuseur d'atteindre.

NOTE 1 – Les paramètres de qualité objective audio pour les applications de contribution/distribution pourront être ultérieurement intégrés, conformément à la Recommandation UIT-R BS.1387.

2.1.1.2 Emission de qualité intermédiaire

Dans certaines applications pour l'émission, il peut être nécessaire d'assurer une qualité audio inférieure à la «qualité CD», mais équivalente ou meilleure qu'une bonne réception de services de radiodiffusion analogiques MF ou MA. Avec la méthode MUSHRA décrite dans la Recommandation UIT-R BS.1534, il peut être nécessaire d'utiliser la note moyenne correspondant à «excellent» ou «bon». On peut également utiliser des versions avec filtre passe-bas de signaux audio non traités utilisés comme points de référence lors des essais, étant donné qu'elles représentent la qualité audio des systèmes de radiodiffusion sonore analogique existants.

2.1.2 Qualité de l'image sonore stéréophonique

Dans le cas de configurations stéréophoniques bicanal ou multicanal, la qualité de l'image sonore des signaux sources devrait être préservée. Dans les configurations comprenant un canal central (3/0, 3/1, 3/2), la stabilité directionnelle de l'image sonore frontale devrait être maintenue à l'intérieur de limites raisonnables sur une plage d'écoute plus étendue que celle à laquelle donne lieu une stéréophonie bicanal classique. Dans les configurations faisant intervenir un effet d'ambiophonie (2/1, 2/2, 3/1, 3/2), la sensation de réalité spatiale (ambiance) devrait être nettement améliorée par rapport à celle que fournit une stéréophonie bicanal classique (Recommandation UIT-R BS.775).

2.1.3 Résolution de quantification

La résolution exigée devrait être au moins de 16 bits.

2.1.4 Fréquence d'échantillonnage

2.1.4.1 Emission de haute qualité

Conformément à la Recommandation UIT-R BS.646, la fréquence d'échantillonnage devrait être de 48 kHz.

2.1.4.2 Emission de qualité intermédiaire

L'utilisation de fréquences d'échantillonnage inférieures à 48 kHz devrait être autorisée lorsque la «qualité CD» n'est pas requise. Conformément à la Recommandation UIT-R BS.1196, la fréquence d'échantillonnage devrait être 32 kHz ou 48 kHz. Sachant également que pour les débits très faibles, on obtient une meilleure qualité audio perçue en utilisant une fréquence d'échantillonnage réduite et que les systèmes audio MPEG-2 permettent l'utilisation de fréquences d'échantillonnage plus basses, à savoir des demi-fréquences d'échantillonnage (16, 22,05 et 24 kHz) et des quarts de

fréquences d'échantillonnage (8, 11,025 et 12 kHz), il peut être opportun d'utiliser ces fréquences d'échantillonnage plus basses pour les émissions de qualité intermédiaire.

2.1.5 Largeur de bande

2.1.5.1 Emission de haute qualité

Canaux audio principaux: 20-20 000 Hz.

CEBF: 15-120 Hz.

2.1.5.2 Emission de qualité intermédiaire

La largeur de bande dépend de la fréquence d'échantillonnage.

2.1.6 Accentuation

Le système de codage audio ne devrait pas employer d'accentuation.

2.1.7 Possibilité de postproduction

Le traitement après production à réaliser est fortement tributaire de l'application. Dans le cas des liaisons d'émission, il peut se limiter à une égalisation et à un ajustement de la dynamique (par exemple, pour faire correspondre la dynamique du programme à celle de l'environnement d'écoute).

2.2 Retard dû au codage

Le retard dû au codage doit être identique pour tous les canaux d'un programme. Dans le cas du son télévisuel, le retard dû au codage des signaux audio doit correspondre à celui des signaux vidéo.

2.3 Protection contre les erreurs

Il faut prévoir dans le train des bits audio un mécanisme permettant au décodeur de repérer des erreurs résiduelles dans les canaux et de les masquer.

2.4 Délai de récupération

Le délai de récupération devrait être aussi court que possible. Dans le cas où on utilise des unités AAU, il devrait être de quelques unités AAU au maximum, mais dans l'idéal d'une seule AAU.

3 Spécifications fonctionnelles et opérationnelles des systèmes multicanaux

3.1 Compatibilité avec les systèmes monophoniques et stéréophoniques

3.1.1 Compatibilité aval (Recommandation UIT-R BS.775)

Le format du train de bits multicanal doit lui permettre d'être décodé par des classes de décodeurs de complexité variable. Il doit être possible dans le décodeur de prévoir un nombre de canaux inférieur à celui des canaux émis, suivant les possibilités de reproduction dont dispose l'utilisateur, sans entraîner d'autre dégradation que la perte de l'effet de localisation stéréophonique ou multicanal.

Deux méthodes permettent d'assurer une compatibilité aval avec une faible complexité des récepteurs. La première utilise le procédé matriciel: un récepteur bon marché ne doit alors être pourvu que des voies A et B à l'instar du système 2/0, c'est-à-dire un système n'utilisant pas de matrice à compatibilité amont. La deuxième s'applique au système d'émission discret 3/2: les signaux émis sont numériquement combinés à l'aide des équations qui permettent de fournir le

nombre de signaux voulus; dans le cas de signaux codés à la source de faible débit, il est possible de procéder à la combinaison aval des signaux 3/2 avant la partie de synthèse du processus du décodage (où se situe la plus grande partie de la complexité).

3.1.2 Compatibilité amont

La spécification en question correspond à la situation où une application monophonique/stéréophonique existante, doit être adaptée à un son multicanal, la desserte des récepteurs existants continuant d'être assurée. Dans le cas de systèmes employant déjà un son monophonique ou stéréophonique, un décodeur devrait, grâce à cette compatibilité amont qui permet un codage multicanal à faible débit, décoder des informations en stéréophonie de base, constituées par une combinaison aval appropriée des informations audio provenant de tous les canaux source. Pour satisfaire à cette spécification, on peut appliquer soit la méthode de la transmission simultanée, soit la méthode du matriçage.

Méthode de la transmission simultanée

Une solution est de continuer d'assurer le service monophonique et stéréophonique existant, et d'ajouter le nouveau service des canaux 3/2. Il s'agit de la méthode dite de transmission simultanée. L'avantage est que le service monophonique et stéréophonique existant pourra être interrompu le moment voulu et qu'il est possible d'optimiser de façon indépendante les combinaisons des programmes 2/0 et 3/2.

Méthode de matriçage

L'autre solution consiste à utiliser des matrices de compatibilité afin d'obtenir le nombre désiré de canaux audio par combinaison linéaire des signaux acheminés dans les canaux d'émission. Il est en effet possible de recourir aux équations matricielles pour assurer la compatibilité avec les récepteurs existants. Dans ce cas, les canaux d'émission gauche et droite existants sont utilisés pour transporter les signaux matriciels A et B compatibles. On utilise d'autres canaux d'émission pour transporter les signaux matriciels T, Q₁ et Q₂. L'avantage de cette méthode est peut-être qu'il faut, pour ajouter le nouveau service, une moindre capacité additionnelle de données.

3.1.3 Compatibilité aval

En ce qui concerne les applications où le nouveau système multicanal doit coexister avec le système monophonique/stéréophonique, il faut éventuellement que les décodeurs puissent décoder un train de bits audio monophonique et stéréophonique.

3.2 Débit binaire

La Recommandation UIT-R BS.1196 indique les débits binaires requis pour un signal stéréo destiné à des applications d'émission de haute qualité. Un débit deux fois et demie plus élevé (c'est-à-dire $5/2 \times 144$ kbit/s jusqu'à $5/2 \times 256$ kbit/s) peut donc être considéré comme une limite supérieure pour le service principal à cinq canaux dans le cas où la compatibilité amont (voir le § 3.1.2) n'est pas nécessaire. Etant donné le gain de codage additionnel que les techniques de codage composite permettraient d'obtenir, les nouveaux systèmes de codage multicanal devraient aboutir à une réduction évidente des débits binaires pour la qualité audio définie au § 2.1.

3.3 Complexité du décodeur

Le décodeur pour le programme audio devrait être d'une complexité raisonnable pour que son prix puisse être bas. Dans l'hypothèse où un nombre de canaux moindre, M , doit être reproduit à partir d'un programme audio contenant N canaux, la complexité du décodeur devrait être inférieure à celle du décodeur correspondant à l'ensemble de N canaux.

**Appendice 1
à l'Annexe 2
(Informatif)**

**Informations relatives aux systèmes qui se sont révélés être conformes
aux spécifications de qualité et autres, spécifications d'utilisateur
pour les applications de diffusion**

Les Tableaux 2 et 3 contiennent, dans la colonne de gauche, la liste des spécifications données dans l'Annexe 2 concernant l'émission de haute qualité et l'émission de qualité intermédiaire. Chacune des autres colonnes (il en existe quatre actuellement) indique la capacité de certains codecs à satisfaire ces spécifications. Les futures révisions de la présente Recommandation devraient contenir des informations relatives à d'autres codecs.

TABLEAU 2

Emission de haute qualité

Liste des spécifications contenues dans l'Annexe 2	Profil de faible complexité (du codec AAC)⁽³⁾	Codec AC-3/E-AC-3	Codec de Couche II MPEG-2
1.1 Configurations des canaux	Conforme	Conforme	Conforme
1.2 Services audio	Conforme	Conforme	Conforme
1.3 Attribution souple des canaux	Conforme	Conforme	Conforme
1.4 Données auxiliaires	Conforme	Conforme	Conforme
2.1.1 Qualité audio de base	Conforme à 144 kbit/s tous les 2 canaux [1]	Conforme à 192 kbit/s tous les 2 canaux [1]	Conforme à 256 kbit/s tous les 2 canaux [1]
2.1.2 Qualité de l'image stéréo	Conforme	Conforme	Conforme
2.1.3 Résolution de quantification	Conforme	Conforme	Conforme
2.1.4 Fréquence d'échantillonnage	Conforme	Conforme	Conforme
2.1.5 Largeur de bande	Conforme	Conforme	Conforme
2.1.6 Accentuation	Conforme	Conforme	Conforme
2.1.7 Postproduction	Non démontré	Non démontré	Non démontré
2.2 Retard dû au codage	Conforme ⁽¹⁾	Conforme ⁽¹⁾	Conforme ⁽¹⁾
2.3 Protection contre les erreurs	Conforme	Conforme	Conforme ⁽²⁾
2.4 Délai de récupération	Conforme	Conforme	Conforme
3.1.1 Compatibilité aval	Conforme	Conforme	Conforme
3.1.2 Compatibilité amont	Conforme par méthode de multidiffusion	Conforme par méthode de multidiffusion	Conforme par méthode de matriçage

TABLEAU 2 (*fin*)

Liste des spécifications contenues dans l'Annexe 2	Profil de faible complexité (du codec AAC) ⁽³⁾	Codec AC-3/E-AC-3	Codec de Couche II MPEG-2
3.1.3 Compatibilité aval	Conforme par décodeurs doubles	Conforme par décodeurs doubles	Conforme
3.2 Débit binaire	Conforme	Conforme	Conforme
3.3 Complexité du décodeur	Conforme	Conforme	Conforme

- (1) Le délai de codage intrinsèque est suffisamment faible pour que les applications puissent directement être compatibles avec les délais vidéo et audio.
- (2) Une certaine protection contre les erreurs est assurée dans le flux élémentaire de Couche II et une protection supplémentaire est en général assurée par l'application.
- (3) La version AAC LC est incluse dans les versions HE AAC étendu, HE AAC v2 et HE AAC. Toutes ces versions AAC sont donc également conformes à la liste des spécifications contenues dans l'Annexe 2.

TABLEAU 3

Emission de qualité intermédiaire

Liste des spécifications contenues dans l'Annexe 2	Codec HE-AAC	Codec HE-AAC avec ambiophonie MPEG	Codec HE-AAC v2	Codec HE-AAC étendu
1.1 Configurations des canaux	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
1.2 Services audio	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
1.3 Attribution souple des canaux	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
1.4 Données auxiliaires	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
2.1.1 Qualité audio de base	Conforme (excellent) à 48 kbit/s tous les 2 canaux [2], [4]; Conforme (bonne) à 32 kbit/s tous les 2 canaux [2], [4]; Conforme (bonne) à 24 kbit/s à chaque canal [3]	Conforme (bonne) à 64 kbit/s tous les 5 canaux [7]	Conforme (bonne) à 24 kbit/s tous les 2 canaux [2]	Conforme (bonne) à 16 kbit/s tous les 2 canaux [5]; Conforme (bonne) à 12 kbit/s à chaque canal [5]
2.1.2 Qualité de l'image stéréo	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
2.1.3 Résolution de quantification	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
2.1.4 Fréquence d'échantillonnage	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme

TABLEAU 3 (*fin*)

Liste des spécifications contenues dans l'Annexe 2	Codec HE-AAC	Codec HE-AAC avec ambiophonie MPEG	Codec HE-AAC v2	Codec HE-AAC étendu
2.1.5 Largeur de bande	N/A	N/A	N/A	N/A
2.1.6 Accentuation	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
2.1.7 Postproduction	Non démontré	Non démontré	Non démontré	Non démontré
2.2 Retard dû au codage	Conforme ⁽¹⁾	Conforme ⁽¹⁾	Conforme ⁽¹⁾	Conforme ⁽¹⁾
2.3 Protection contre les erreurs	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
2.4 Délai de récupération	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
3.1.1 Compatibilité aval	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
3.1.2 Compatibilité amont	Conforme par méthode de multidiffusion	Conforme (de par la conception)	Conforme par méthode de multidiffusion	Conforme par méthode de multidiffusion
3.1.3 Compatibilité aval	Conforme par décodeurs doubles	Conforme	Conforme par décodeurs doubles	Conforme par décodeurs doubles
3.2 Débit binaire	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme
3.3 Complexité du décodeur	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme

⁽¹⁾ Le délai de codage intrinsèque est suffisamment faible pour que les applications puissent directement être compatibles avec les délais vidéo et audio.

NOTE – Les qualificatifs «excellent» et «bon» sont définis dans la Recommandation UIT-R BS.1534.

NA: Sans objet.

Références bibliographiques

- [1] GRANT D., DAVIDSON, G. et FIELDER, L. [21-24 septembre 2001] Subjective evaluation of an audio distribution coding system, 111th AES Convention, New York, NY, Etats-Unis d'Amérique.
- [2] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 N6009 [octobre 2003] Report on the Verification Tests of MPEG-4 High Efficiency AAC.
- [3] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 N7137 [avril 2005] Listening test report on MPEG-4 High Efficiency AAC v2.
- [4] KOMORI, T, SUGIMOTO, T. and KUROZUMI, K. [2005] AAC + SBR Audio coding quality used for the mobile digital terrestrial broadcasting. Proc. Spring meeting of the Acoustical Society of Japan.
- [5] ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 N12232 [juillet 2011] USAC Verification Test Report.
- [6] HERRE J., et al. [mai 2007] MPEG Surround – The ISO/MPEG Standard for Efficient and Compatible Multi-Channel Audio Coding, 122nd AES Convention, Vienne, Autriche.
- [7] Rödén J., et al. [octobre 2007] A study of the MPEG Surround quality versus bit-rate curve, 123rd AES convention, New York, NY, Etats-Unis d'Amérique.

Annexe 3

Catégories de qualité audio pour les applications de radiodiffusion

On prend pour hypothèse les trois catégories de qualité audio suivantes pour les applications de radiodiffusion:

Catégorie	Qualité audio	Application
(1)	Très haute qualité, avec une marge suffisante pour permettre une opération en cascade (concaténation) et un post-traitement	Contribution, distribution, production et postproduction
(2)	Qualité subjectivement imperceptible, suffisante pour permettre la plus haute qualité de radiodiffusion	Emission de haute qualité («qualité CD»)
(3)	Qualité équivalente ou meilleure qu'une bonne qualité de service MF ou équivalente ou meilleure qu'une bonne qualité de service MA	Emission de qualité intermédiaire