

RECOMMANDATION UIT-R BS.775-1^{*,**}**Système de son stéréophonique multicanal
avec ou sans image associée**

(1992-1994)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'un système à deux canaux sonores a notoirement de sérieuses limites et qu'une reproduction améliorée est nécessaire;
- b) que la reproduction sonore a des exigences différentes dans une salle de cinéma et dans une habitation, en ce qui concerne notamment les dimensions du local et de l'écran et la disposition des auditeurs mais qu'un même programme est susceptible d'être reproduit dans l'une comme dans l'autre;
- c) que les signaux de la TVHD diffusés, et ceux que délivrent les autres médias, doivent pouvoir donner une qualité sonore convenable quelle que soit la disposition des haut-parleurs dans les logements et être compatibles avec une écoute monophonique ou stéréophonique à deux canaux;
- d) que, en ce qui concerne le son multicanal, il vaut mieux tenir compte séparément des exigences de la production, de la transmission et de la reproduction à domicile, bien qu'elles s'influencent les unes les autres;
- e) que les études de la transmission et de la reproduction du son multicanal associé ou non à une image sont effectuées compte tenu des exigences fondamentales qu'expose l'Annexe 2;
- f) qu'il serait bénéfique pour l'auditeur qu'il n'y ait qu'un système universel de son multicanal pour la radiodiffusion tant sonore que visuelle;
- g) que des compromis sont nécessaires pour garantir un système aussi universel et pratique que possible;
- h) que, en fonction du programme considéré et en vue des échanges de programmes et de la réduction ou de l'augmentation par mixage du nombre de canaux, il sera utile de disposer pour la radiodiffusion et les enregistrements, d'une hiérarchie de systèmes sonores compatibles (voir l'Annexe 1);
- j) qu'il est souhaitable d'assurer des services auxiliaires, par exemple pour les personnes à la vue ou l'ouïe défectueuse;
- k) que les progrès du codage numérique du son permettent à présent d'acheminer efficacement plusieurs canaux son,

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission électrotechnique internationale (CEI) et de la SMPTE (Society of Motion Picture and Television Engineers).

** La Commission d'études 6 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2002 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 44.

recommande

1 l'un des systèmes universels de son stéréophonique multicanal avec ou sans image associée pris dans la hiérarchie de l'Annexe 1;

2 la disposition de référence suivante des haut-parleurs (voir la Fig. 1):

- trois haut-parleurs frontaux associés à deux haut-parleurs arrière ou latéraux (Note 1);
- les haut-parleurs frontaux, gauche et droite, sont placés à l'extrémité d'un arc vu sous un angle de 60° depuis le point d'écoute de référence (Notes 2 et 3).

Lorsque, faute d'espace disponible, on préfère aligner les haut-parleurs frontaux, il peut être nécessaire d'imposer un certain retard au signal qui attaque le haut-parleur central;

- il faut placer les haut-parleurs latéraux ou arrière dans des secteurs angulaires compris entre 100° et 120° par rapport à l'axe avant. La position exacte n'a pas d'importance. Les haut-parleurs latéraux ou arrière ne seront pas plus proches de l'auditeur que les haut-parleurs frontaux, ou alors il faudra introduire un retard compensateur (Note 4);
- en principe, il faudrait que les haut-parleurs frontaux soient à la hauteur des oreilles de l'auditeur. Cela suppose un écran acoustiquement transparent. Si ce n'est pas le cas, on placera le haut-parleur central juste au-dessus ou au-dessous de l'image. La hauteur des haut-parleurs latéraux ou arrière est moins critique;

3 l'utilisation de cinq signaux de référence d'enregistrement/transmission pour les canaux gauche (L), droite (R), centre (C) côté avant et les canaux ambiance gauche (LS) et ambiance droite (RS) côté latéral/arrière. Le système peut en outre comprendre un signal d'effets basses fréquences pour un canal d'extension basses fréquences (voir l'Annexe 7).

En présence d'une capacité de transmission limitée ou d'autres contraintes, on peut associer les trois signaux avant à un seul signal latéral ou arrière (ambiance mono, MS) ou à aucun. Dans le cas de l'ambiance mono, le signal MS est envoyé à la fois aux haut-parleurs LS et RS (voir la Fig. 1);

4 la compatibilité, si nécessaire, avec les récepteurs existants et les récepteurs de faible prix grâce à une des méthodes de l'Annexe 3;

5 la possibilité, si nécessaire, de réduire par mixage le nombre de canaux, soit en amont de la transmission soit dans le récepteur, au moyen des équations de mixage du Tableau 2;

6 l'augmentation du nombre de canaux si besoin est, soit en amont de la transmission soit dans le récepteur, au moyen des techniques de conversion que décrit l'Annexe 5;

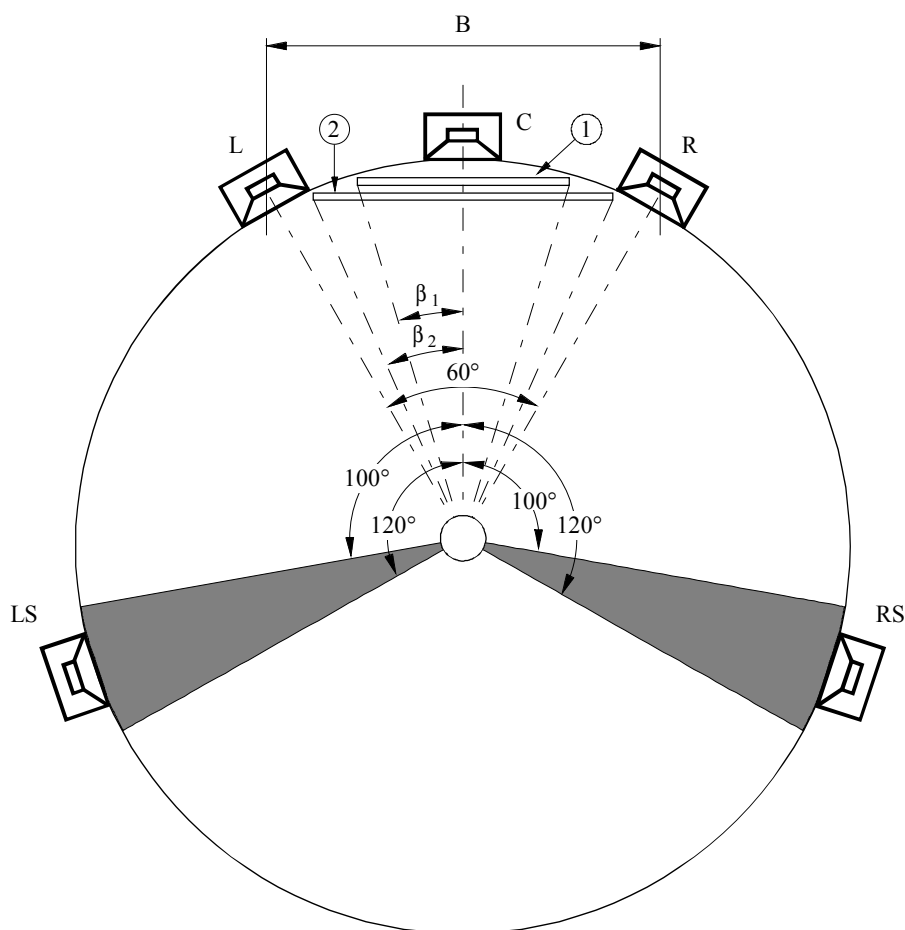
7 une qualité globale conforme aux exigences de l'Annexe 2;

8 les possibilités suivantes (voir aussi le § 9 ci-après) si nécessaire:

- services principaux en différentes langues au choix;
- un canal indépendant ou plusieurs pour acheminer des renseignements descriptifs pour les malvoyants;
- un canal indépendant ou plusieurs pour faciliter la compréhension par les malentendants;

9 des données supplémentaires transmises avec le son pour faciliter l'utilisation de la capacité réservée aux données et allouée aux signaux sonores (voir l'Annexe 6).

FIGURE 1
Disposition de référence des haut-parleurs avec haut-parleurs L/C/R et LS/RS



TVHD écran 1 – distance de référence = $3 H (2\beta_1=33^\circ)$

Ecran 2 = $2 H (2\beta_2=48^\circ)$

H: hauteur de l'écran

B: largeur de base des haut-parleurs

Haut-parleur	Ouverture horizontale à partir du centre (degrés)	Hauteur (m)	Inclinaison (degrés)
C	0	1,2	0
L, R	30	1,2	0
LS, RS	100 ... 120	$\geq 1,2$	0 ... 15 vers le bas

D01

NOTE 1 – On peut, à la demande, fournir un nombre pair de haut-parleurs arrière ou latéraux supérieur à 2, ce qui agrandit la zone de meilleure écoute et améliore le sentiment d'immersion.

NOTE 2 – Dans les systèmes stéréophoniques à deux ou trois haut-parleurs frontaux, il faut un grand espacement angulaire entre les haut-parleurs, gauche et droite, pour avoir la meilleure reproduction sonore possible (voir la Fig. 1). On sait bien que les images de télévision associées à un son stéréophonique d'une telle ampleur angulaire ne peuvent, dans l'état actuel de la technique, être reproduites sous des angles aussi grands mais qu'à la distance de référence, elles apparaissent sous un angle horizontal qui souvent ne dépasse pas 33° tandis que les images du cinéma peuvent

être présentées sous les angles qui correspondent au son (voir la Fig. 1). Afin d'améliorer la coïncidence entre les images visuelles et sonores, on emploie au cinéma et à la télévision des techniques de mixage différentes. On estime qu'avec de plus grands écrans de télévision les mixages du cinéma et de la télévision seront plus compatibles.

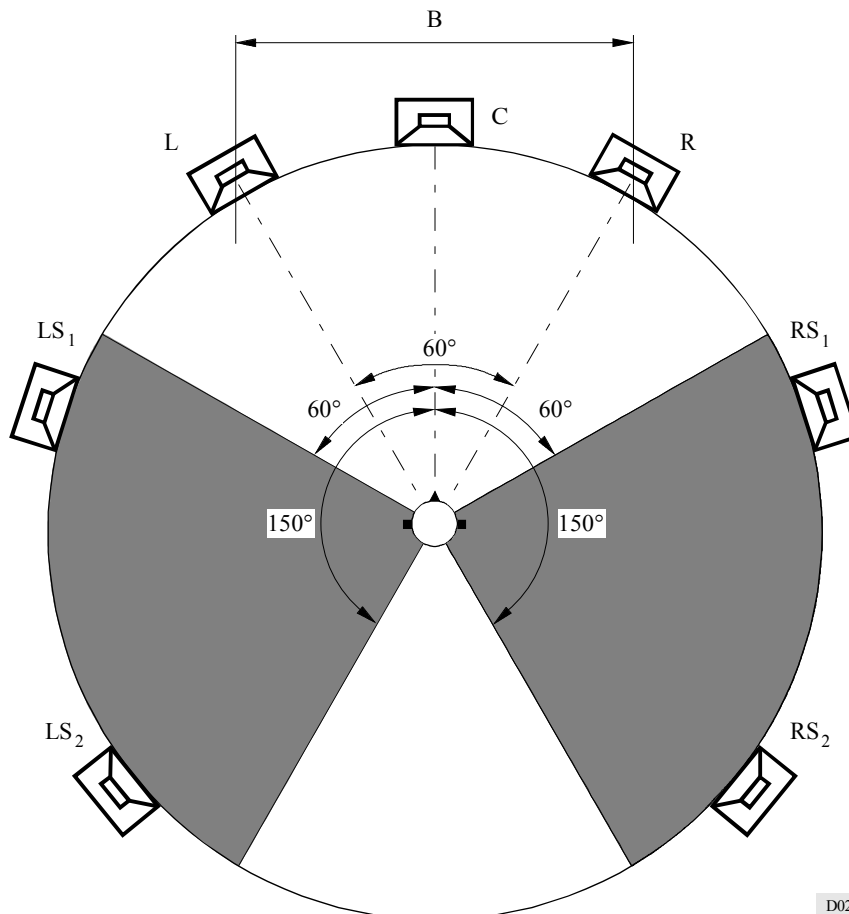
NOTE 3 – La dimension de la largeur de base B des haut-parleurs (voir la Fig. 1) est définie, pour les conditions d'essais d'écoute de référence, dans la Recommandation UIT-R BS.1116. «Méthodes d'évaluation subjective des dégradations faibles dans les systèmes audio y compris les systèmes sonores multivoies».

NOTE 4 – Si on dispose de plus de deux haut-parleurs arrière ou latéraux, il faudra alors qu'ils soient placés symétriquement et à intervalles égaux le long de l'arc qui s'étend de 60° à 150° par rapport à l'axe de référence avant (voir la Fig. 2).

NOTE 5 – Si on utilise plus de deux haut-parleurs latéraux/arrière, le signal LS sera envoyé à chacun des haut-parleurs latéraux/arrière de la partie gauche du local et le signal RS à chacun des haut-parleurs latéraux/arrière de la partie droite du local. Il sera alors nécessaire de diminuer le gain du signal de sorte que la puissance totale émise par les haut-parleurs LS (ou RS) soit la même que si le signal n'était reproduit que par un seul haut-parleur. Pour un local de reproduction de grandes dimensions, il peut se révéler nécessaire de retarder ou de décorrélérer les signaux appliqués à certains des haut-parleurs latéraux/arrière. Cette décorrélation doit être étudiée plus avant.


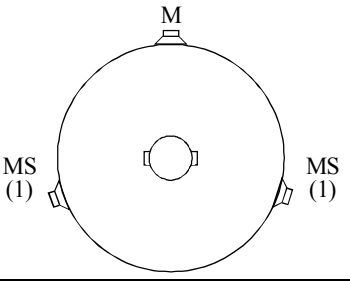
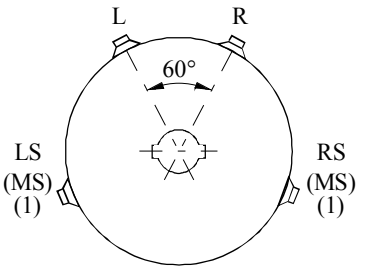
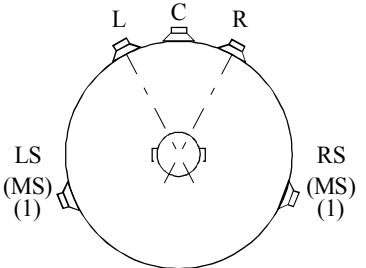
FIGURE 2

Disposition possible des haut-parleurs pour un système 3/4 (3 frontaux et 4 ambiances)



ANNEXE 1

Hierarchie de systèmes sonores multi-canal compatibles pour la radiodiffusion et l'enregistrement

Système	Canaux	Code	Disposition des haut-parleurs
Système monocanal	M	1/0	M 
Mono plus ambiance mono	M/MS	1/1	M 
Deux canaux stéréo	L/R	2/0	
Deux canaux stéréo plus une ambiance	L/R/MS	2/1	
Deux canaux stéréo plus deux ambiances	L/R/LS/RS	2/2	
Trois canaux stéréo	L/C/R	3/0	
Trois canaux stéréo plus une ambiance	L/C/R/MS	3/1	
Trois canaux stéréo plus deux ambiances	L/C/R/LS/RS	3/2	

⁽¹⁾ Dans le cas de l'ambiance mono, il est préférable que le signal qui alimente LS et RS soit décorrélé.

D03

ANNEXE 2

Exigences fondamentales

Les exigences suivantes s'appliquent au système sonore multicanal spécifié, avec ou sans image associée.

1 La stabilité en direction de l'image sonore avant sera assurée dans une mesure raisonnable dans toute une zone d'écoute plus étendue que celle que donne la stéréophonie classique à deux canaux.

- 2 L'impression d'espace (ambiance) sera nettement meilleure que celle que donne la stéréophonie classique à deux canaux. Cela sera obtenu au moyen de haut-parleurs arrière ou latéraux.
- 3 Les haut-parleurs arrière ou latéraux ne doivent pas obligatoirement former une image à l'extérieur de la base des haut-parleurs frontaux.
- 4 On garantira la compatibilité avec des systèmes sonores qui ont moins de canaux (systèmes sonores stéréophoniques et monophoniques) (voir l'Annexe 1).
- 5 Il faut que, lors des diffusions en direct, le montage en temps réel soit possible.
- 6 Si le nombre de canaux acheminés est inférieur à celui des canaux de la reproduction sonore, il faut qu'une conversion additive convenable soit possible (voir l'Annexe 5).
- 7 Pour la plupart des sortes de programmes sonores, il faut qu'on ne puisse distinguer subjectivement la qualité du son reproduit après décodage de celle du son de référence. Cela implique que les essais à triple stimulus avec référence dissimulée donnent toujours des notes supérieures à quatre sur l'échelle de dégradation à cinq notes de l'UIT-R. La note donnée avec le programme le plus critique ne doit pas être inférieure à quatre.
- 8 Pour les caractéristiques de qualité objectives, on se fondera sur les Recommandations UIT-R BS.644 et UIT-R BS.645, sauf pour les techniques numériques où on utilisera de nouvelles méthodes de mesure (l'UIT-R examine ces questions).
- 9 Des conditions d'essai d'écoute sont actuellement étudiées par l'UIT-R.
- 10 Voir la Recommandation UIT-R BS.1116 pour les appréciations subjectives.
- 11 La synchronisation des signaux son et image est actuellement étudiée par l'UIT-R.
- 12 On s'attachera à effectuer des économies dans tous les domaines, aussi bien pour les coûts que pour la largeur de bande de transmission.

ANNEXE 3

Compatibilité

1 Compatibilité avec les récepteurs existants

Pour le cas où un format existant à 2/0 canaux serait porté à un format à 3/2 canaux, on a défini deux méthodes permettant d'assurer la compatibilité avec les récepteurs existants.

Avec l'une d'elles, on maintient le service existant à 2/0 canaux et on ajoute le nouveau service à 3/2 canaux. C'est ce qu'on appelle une exploitation avec duplication de la diffusion. L'avantage de cette méthode, c'est qu'on peut ultérieurement et à un moment donné interrompre le service 2/0 existant.

Une autre méthode recourt à des matrices de compatibilité. Les équations matricielles du Tableau 1 peuvent servir à assurer la compatibilité avec les récepteurs existants. En ce cas, les canaux d'émission existants, gauche et droite, servent à acheminer les signaux matriciels compatibles A et B. Des canaux d'émission supplémentaires acheminent les signaux matriciels T, Q₁ et Q₂. Cette méthode est avantageuse car pour introduire le nouveau service il faut une capacité supplémentaire moindre pour les données.

TABLEAU 1

Cinq canaux, ambiance: équations de codage et décodage

Equations de codage											
	L	R	C	LS	RS						
A =	1,0000	0,0000	0,7071	0,7071	0,0000						
B =	0,0000	1,0000	0,7071	0,0000	0,7071						
T =	0,0000	0,0000	0,7071	0,0000	0,0000						
Q ₁ =	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,7071						
Q ₂ =	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	-0,7071						
Equations de décodage											
	A	B	T	Q ₁	Q ₂	=	L	R	C	LS	RS
L' =	1,0000	0,0000	-1,0000	-0,5000	-0,5000	=	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R' =	0,0000	1,0000	-1,0000	-0,5000	0,5000	=	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C' =	0,0000	0,0000	1,4142	0,0000	0,0000	=	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
LS' =	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,7071	=	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
RS' =	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	-0,7071	=	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000

2 Compatibilité avec les récepteurs de faible prix

On a défini deux méthodes pour assurer la compatibilité avec des récepteurs simples. La première fait appel au processus matriciel du § 1. Un récepteur bon marché a seulement besoin des canaux A et B comme avec le système 2/0.

La seconde méthode s'applique à l'acheminement de 3/2 canaux distincts c'est-à-dire un système qui n'emploie pas de matrice de compatibilité vers l'amont. Les signaux reçus sont combinés numériquement selon les équations de l'Annexe 4 et on obtient ainsi le nombre de signaux nécessaire. Dans le cas de signaux de source codés à faible débit binaire, le mixage (avec réduction du nombre de canaux) des signaux 3/2 peut s'effectuer en amont de la section de synthèse du processus de décodage (c'est la section la plus complexe).

ANNEXE 4

Réduction par mixage du nombre de canaux des signaux son multicanal

1 Signaux de source 3/2

Le Tableau 2 présente un jeu d'équations à utiliser pour ramener par mixage les cinq signaux d'un système 3/2 aux formats: 1/0; 2/0; 3/0; 2/1; 3/1; 2/2.

TABLEAU 2

Equations du mixage des signaux de source 3/2

Format mono 1/0		L	R	C	LS	RS
	C'	= 0,7071	0,7071	1,0000	0,5000	0,5000
Format stéréo 2/0		L	R	C	LS	RS
	L'	= 1,0000	0,0000	0,7071	0,7071	0,0000
	R'	= 0,0000	1,0000	0,7071	0,0000	0,7071
Format à 3 canaux 3/0		L	R	C	LS	RS
	L'	= 1,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,0000
	R'	= 0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,7071
	C'	= 0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
Format à 3 canaux 2/1		L	R	C	LS	RS
	L'	= 1,0000	0,0000	0,7071	0,0000	0,0000
	R'	= 0,0000	1,0000	0,7071	0,0000	0,0000
	S'	= 0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,7071
Format à 4 canaux 3/1		L	R	C	LS	RS
	L'	= 1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	R'	= 0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	C'	= 0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
	S'	= 0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,7071
Format à 4 canaux 2/2		L	R	C	LS	RS
	L'	= 1,0000	0,0000	0,7071	0,0000	0,0000
	R'	= 0,0000	1,0000	0,7071	0,0000	0,0000
	LS'	= 0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
	RS'	= 0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000

On notera que le résultat global de ces équations de réduction par mixage (et le matricage de compatibilité, voir l'Annexe 3) dépendra d'autres facteurs comme les équations de panoramique et les caractéristiques des microphones. Il est conseillé de poursuivre les études de ces interactions (voir aussi l'Annexe 8).

ANNEXE 5

Conversion avec augmentation du nombre de canaux

Une telle conversion est nécessaire lorsque le nombre des canaux à la production est inférieur à celui dont on dispose à la reproduction. A titre d'exemple, citons les programmes stéréophoniques à 2 canaux (2/0) qui seront présentés au moyen d'un système de reproduction 3/2.

Il faut alors créer les canaux «manquants» quelque part dans la chaîne de diffusion. Lorsqu'on effectue cette conversion, on s'en tiendra en principe aux règles suivantes afin que les producteurs de programme sachent à quelle disposition de référence ils ont à faire. Ces règles n'interdisent pas aux fabricants de récepteurs de mettre en œuvre des techniques plus perfectionnées.

1 Canaux avant

1.1 Lorsqu'on présente un programme monophonique au moyen d'un système de reproduction à trois haut-parleurs frontaux, le signal monophonique ne doit sortir que du haut-parleur central. S'il n'y a que deux haut-parleurs frontaux, le signal monophonique est envoyé aux deux haut-parleurs, gauche et droite, affaibli de 3 dB.

1.2 Lorsqu'on présente un programme stéréophonique sur un système de reproduction à trois haut-parleurs frontaux, les signaux, gauche et droite, du programme stéréophonique seront envoyés seulement aux haut-parleurs, gauche et droite, respectivement.

2 Canaux ambiance

2.1 Lorsque le programme ne comprend pas de signaux d'ambiance, les haut-parleurs d'ambiance ne seront pas utilisés.

2.2 Si on a un signal d'ambiance donné à reproduire sur plus d'un haut-parleur, il faut décorréler les signaux envoyés à chacun des haut-parleurs. En outre, il faut affaiblir le signal envoyé à chaque haut-parleur de telle sorte que le niveau de pression sonore total produit par ces haut-parleurs corresponde à celui que créerait à la position d'écoute de référence un haut-parleur frontal unique excité par le même signal.

3 Canal de données

Il faut transmettre périodiquement sur un canal de données spécialisé et en parallèle avec le programme, l'information auxiliaire qui précise le mode de transmission (nombre et nature des canaux transmis). Cette information sera nécessaire pour que les récepteurs effectuent la conversion qui accroît le nombre de canaux.

ANNEXE 6

Données supplémentaires*

Il faut envoyer au récepteur sonore multicanal des données supplémentaires pour qu'il puisse identifier la configuration de sons multicanal utilisée et envoyer aux haut-parleurs les signaux appropriés. La faculté de reconstituer le système sonore multicanal implique celle d'utiliser avec souplesse les canaux sonores disponibles afin de permettre de nombreuses applications.

Il reste encore à définir en détail les données additionnelles (débit binaire, format des données, etc.). On a toutefois défini les applications suivantes qu'il faudra signaler dans le canal de données:

- signalisation et commande des diverses configurations de sons multicanal dans le programme principal et conversion dans d'autres configurations (par exemple, 5 canaux, 3 canaux, 2 canaux, monophonique);
- indiquer qu'il y a un signal sonore spécial pour les malentendants;
- indiquer qu'il y a un signal sonore spécial pour les malvoyants;
- indiquer qu'il y a un programme sonore séparé (PSS);

* Il y a lieu de poursuivre les études et de disposer de contributions de la part des administrations.

- acheminer une information de commande de la dynamique pour la comprimer ou l'étendre;
- acheminer les caractères d'un service de texte;
- faciliter l'utilisation de la capacité réservée aux données et allouée aux signaux sonores.

ANNEXE 7

Canal très basses fréquences ou canal d'effets des basses fréquences (TBF)

Ce canal optionnel permet d'améliorer pour les auditeurs la restitution des basses fréquences, en termes de fréquence et de niveau. Il s'agit en fait d'un canal similaire au canal très basses fréquences que propose l'industrie cinématographique pour ses systèmes son numériques.

Dans l'industrie cinématographique, le canal très basses fréquences achemine les signaux basses fréquences et à haut niveau associés aux effets sonores qui sont appliqués à un ou plusieurs haut-parleurs basses fréquences spécialisés. Ainsi, le contenu basses fréquences des autres canaux est limité de sorte que les haut-parleurs principaux n'ont pas à traiter les signaux associés aux effets spéciaux. Les canaux son principaux associés aux films acheminent des signaux sonores basses fréquences normaux mais pas à des niveaux si élevés. Ils sont donc suffisants si l'utilisateur n'exige pas la restitution des effets spéciaux. Cette combinaison présente un autre avantage, à savoir qu'il est possible d'optimiser le codage des signaux à niveau élevé dans le canal très basses fréquences sans affecter le codage des signaux acheminés par les canaux principaux.

Le nombre de particuliers qui choisiront d'utiliser chez eux un canal très basses fréquences semble devoir être limité mais il existe d'autres applications futures des systèmes sonores de TVHD, par exemple la distribution de signaux aux cinémas, qui cependant utiliseront davantage cette option.

Le canal très basses fréquences ne devrait pas toutefois être utilisé pour la totalité du contenu basses fréquences d'une reproduction son multicanal. Ce canal, qui est un canal optionnel offert au niveau du récepteur, ne devrait donc acheminer que les informations supplémentaires relatives à l'amélioration de la restitution des effets spéciaux.

(De même, les canaux ambiophoniques devraient acheminer leurs propres signaux basses fréquences qui ne devraient pas être commutés sur les canaux avant. Cette commutation des signaux sonores basses fréquences sur les canaux avant est une option offerte au niveau du récepteur qui permet d'alléger la tâche des haut-parleurs ambiophoniques).

Le canal très basses fréquences devrait pouvoir traiter les signaux compris entre 20 Hz et 120 Hz.

Le niveau sonore de reproduction des signaux très basses fréquences, par rapport aux signaux acheminés par les canaux principaux, reste à étudier. On notera toutefois que l'industrie cinématographique code actuellement le signal très basses fréquences de sorte qu'il faut un gain positif de 10 à 12 dB à la reproduction. Il ne fait aucun doute qu'une norme commune en la matière sera bénéfique.

Dans le codage des signaux acheminés par les canaux principaux, on ne devrait pas prendre pour acquis le masquage offert par le canal TBF. En revanche, dans le codage du signal TBF, on peut supposer un certain effet de masquage dû aux signaux sonores acheminés par les canaux principaux.

ANNEXE 8

Matriçage de compatibilité et réduction par mixage

L'Annexe 3 décrit les méthodes de compatibilité vers l'amont et de la compatibilité avec réduction. L'Annexe 4 contient les équations de réduction par mixage applicables aux signaux de source 3/2.

Toutefois, il est admis que d'autres coefficients de réduction par mixage sont souhaitables selon le type de programme pour les signaux d'ambiance LS et RS.

Le radiodiffuseur doit indiquer quatre autres coefficients de réduction par mixage des signaux d'ambiance.

0,7071

0,5000

0,0000

Réservé

Il faudra transmettre des données supplémentaires pour indiquer les coefficients à utiliser.
