

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R BS.775-4
(12/2022)

**Systeme de son stéréophonique multicanal
avec ou sans image associée**

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 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

(Également 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	Émissions 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, 2023

© UIT 2023

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.775-4*

**Système de son stéréophonique multicanal
avec ou sans image associée**

(Question UIT-R 130-3/6)

(1992-1994-2006-2012-2022)

Domaine d'application

La télévision numérique a rapidement gagné du terrain dans le monde entier. Plusieurs systèmes de radiodiffusion télévisuelle numérique ont déjà été mis en œuvre dans les bandes attribuées aux services de Terre et aux services par satellite. Les services audio multicanaux font partie de ces services de radiodiffusion numérique et sont utilisés, ou ont été identifiés, pour améliorer la stabilité en direction de l'image sonore avant et l'impression d'espace (ambiance).

La Recommandation UIT-R BS.775 préconise un système universel de son stéréophonique multicanal comprenant trois canaux frontaux, deux canaux arrière ou latéraux ainsi qu'un canal facultatif d'effets basses fréquences (LFE).

Mots clés

Audio multicanal, mono, stéréo, 5.1, format à 2/0 canaux, format à 3/2 canaux, canaux ambiophoniques, effets basses fréquences (LFE), haut-parleur d'aigus, haut-parleur de graves, haut-parleur d'extrêmes graves, filtre passe-bas (LPF)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'il est largement reconnu qu'un système à deux canaux sonores a de sérieuses limites et qu'une présentation améliorée est nécessaire;
- b) que la reproduction sonore obéit à des impératifs différents 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 peut être présenté dans l'une comme dans l'autre;
- c) que les signaux de TVHD diffusés, et ceux que délivrent d'autres médias, doivent pouvoir donner une qualité sonore convenable quelle que soit la disposition des haut-parleurs à domicile et être compatibles avec une écoute monophonique ou stéréophonique à deux canaux;
- d) que, en ce qui concerne le son multicanal, il est souhaitable de séparer les 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;
- 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 télévisuelle;
- g) que des compromis peuvent être nécessaires pour garantir un système aussi universel et pratique que possible;

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

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, le cinéma et les enregistrements, d'une hiérarchie de systèmes sonores compatibles;

i) qu'il est souhaitable d'assurer des services auxiliaires, par exemple pour les malvoyants et les malentendants;

j) que les progrès du codage audionumérique permettent à présent d'acheminer efficacement plusieurs canaux son,

recommande

1 le système sonore stéréophonique multicanal universel, 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 de place 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 (Notes 4 et 5);
- en principe, il faudrait que le centre acoustique des haut-parleurs frontaux soit 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 pour 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'effets basses fréquences, dont l'utilisation duquel devrait se faire en tenant compte des informations fournies dans l'Annexe 7 et la Pièce jointe 1 à l'Annexe 7.

En présence d'une capacité de transmission limitée ou d'autres contraintes, on peut associer les signaux LS et RS 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 que, lors de l'échange international de programmes audio ou télévisuels qui emploient un format audio offrant un canal d'effets basses fréquences (LFE), le canal LFE devrait avoir une largeur de bande limitée à celle de la bande de fréquences nominale (allant jusqu'à 120 Hz);

5 que, lors de la diffusion d'un programme de télévision qui contient un canal LFE, il ne devrait pas être transmis de signaux dans ce canal à des fréquences supérieures à la fréquence de coupure nominale de 120 Hz;

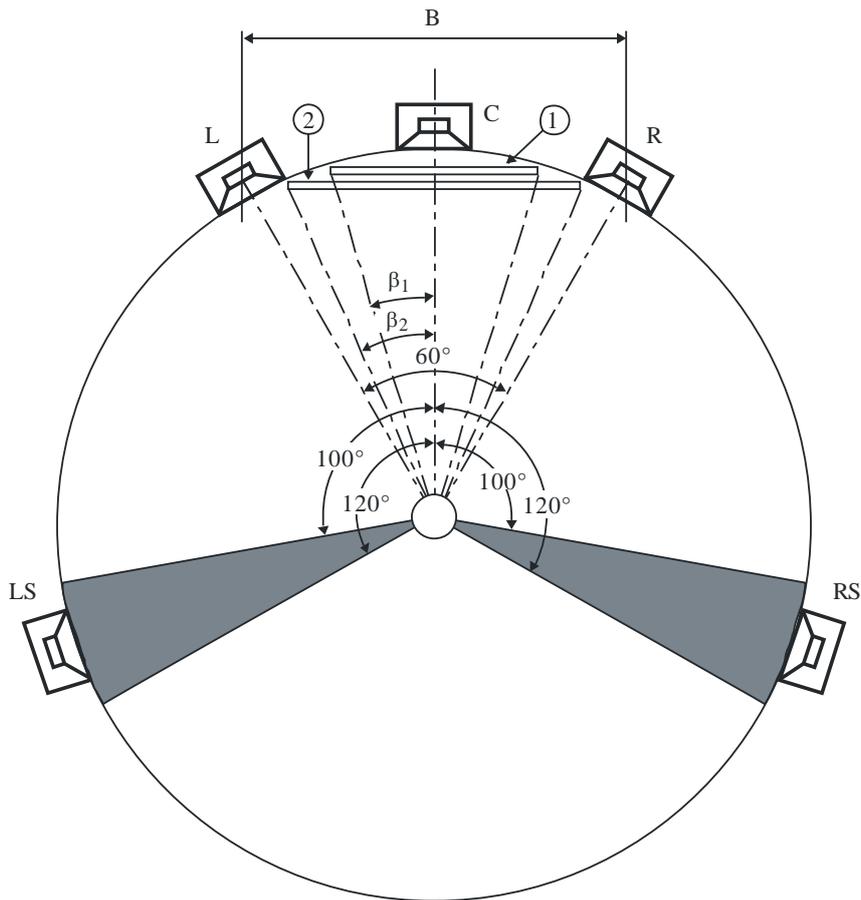
6 la compatibilité, si nécessaire, avec les récepteurs existants et de prix modéré grâce à une des méthodes de l'Annexe 3;

7 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;

8 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 décrites à l'Annexe 5;

- 9 une qualité globale conforme aux exigences de l'Annexe 2;
- 10 les possibilités suivantes (voir aussi le § 11 ci-après) si nécessaire:
 - services principaux en différentes langues au choix;
 - un ou plusieurs canaux indépendants pour acheminer des renseignements descriptifs pour les malvoyants;
 - un ou plusieurs canaux indépendants pour faciliter la compréhension par les malentendants;
- 11 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

NOTE 1 – En option, on peut 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 degrés 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 les images 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.

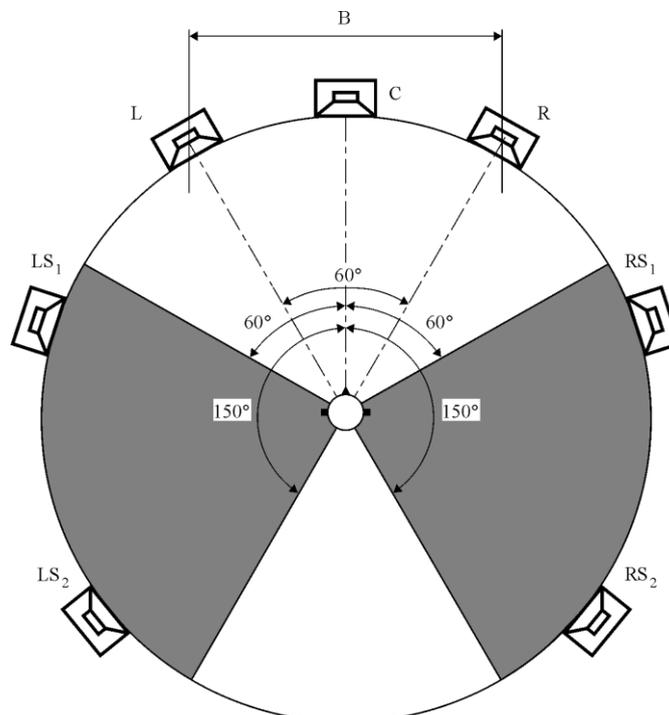
NOTE 3 – La dimension de la largeur de base B des haut-parleurs (voir la Fig. 1) est définie, pour les conditions d'essais d'écoute de référence, dans la Recommandation UIT-R BS.1116. – Méthodes d'évaluation subjective des dégradations faibles dans les systèmes audio y compris les systèmes sonores multivoies.

NOTE 4 – Si on dispose de plus de deux haut-parleurs arrière ou latéraux, il faudra 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

Hiérarchie de systèmes sonores multicanal compatibles pour la radiodiffusion et l'enregistrement

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

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 doit être assurée dans une mesure raisonnable dans 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 les Annexes 1, 3, 4 et 8).
- 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 reproduction sonore, il faut qu'une conversion additive convenable soit possible (voir l'Annexe 5).
- 7) Pour la plupart des sortes de programmes sonores, on ne doit pas pouvoir 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 pourra pas être inférieure à quatre. Pour les évaluations subjectives et les conditions d'essai d'écoute, voir la Recommandation UIT-R [BS.1116](#).
- 8) Pour les caractéristiques de qualité objectives des techniques numériques, on se fondera sur les Recommandations UIT-R [BS.644](#) et UIT-R [BS.645](#). Pour les méthodes objectives de mesure de la qualité sonore perçue, pour un son monophonique ou stéréophonique à deux canaux, voir la Recommandation UIT-R [BS.1387](#). (La méthode de mesure objective pour le son stéréophonique multicanal est actuellement étudiée par l'UIT-R).
- 9) Pour la synchronisation relative des signaux son et image, voir la Recommandation UIT-R [BT.1359](#).
- 10) On s'attachera à effectuer des économies dans tous les domaines, aussi bien pour les coûts que pour la largeur de bande de transmission.
- 11) Pour les spécifications relatives à l'utilisateur en matière de systèmes de codage pour la radiodiffusion numérique, voir la Recommandation UIT-R [BS.1548](#).

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

Équations 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						
Équations 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, c'est-à-dire un système qui n'emploie pas de matrice de compatibilité vers l'amont.

La seconde méthode s'applique à l'acheminement de 3/2 canaux distincts. 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

Équations 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. À 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 supplémentaires¹

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);
- 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 d'effets basses fréquences (LFE)

Ce canal optionnel permet de fournir des niveaux plus élevés d'énergie basses fréquences, que peuvent restituer les utilisateurs qui disposent de moyens de restitution basses fréquences, suffisants pour reproduire les effets basses fréquences à niveaux élevés. Il a été conçu à l'origine par l'industrie cinématographique pour ses systèmes de son numériques.

Dans l'industrie cinématographique, le canal LFE achemine les signaux basses fréquences et à haut niveau associés aux effets sonores qui sont envoyés à des haut-parleurs basses fréquences spécialisés (haut-parleurs d'extrêmes graves). Ainsi, le contenu basses fréquences des autres canaux est limité de sorte que les haut-parleurs principaux n'aient pas à traiter les signaux associés aux effets spéciaux. Les canaux sont principaux associés aux films acheminent des signaux sonores basses fréquences normaux mais pas à des niveaux tellement élevés. Ils sont donc suffisants si l'utilisateur n'exige pas la restitution d'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 LFE sans affecter le codage des signaux acheminés par les canaux principaux. L'emploi des très basses fréquences au cinéma contraste avec leur emploi dans les installations domestiques, où la gestion des graves est employée pour combiner ou séparer les signaux envoyés aux haut-parleurs, susceptibles ou non de comporter un haut-parleur d'extrêmes graves.

¹ Il y a lieu de poursuivre les études et de disposer de contributions de la part des administrations.

Le nombre de particuliers qui choisiront d'utiliser chez eux un canal LFE semble devoir être limité, mais il existe d'autres applications des systèmes sonores de TVHD qui utilisent davantage cette option.

Le canal LFE ne devrait toutefois pas 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. Le canal LFE n'est souvent pas inclus dans une réduction par mixage à deux canaux. Les canaux principaux **doivent** contenir tous les éléments essentiels des programmes, qui sont indispensables à l'audition.

(De même, les canaux d'ambiance devraient acheminer leurs propres signaux basses fréquences qui ne devraient pas être mélangés à ceux des canaux avant. Ce mélange des signaux sonores basses fréquences à ceux des canaux avant est une option offerte au niveau du récepteur, qui permet d'alléger la tâche des haut-parleurs d'ambiance).

Le canal LFE devrait pouvoir traiter les signaux compris entre 20 et 120 Hz. Il convient d'accorder une attention particulière à une augmentation possible du temps de propagation de groupe lors de l'utilisation de filtres passe-bas (LPF), en particulier lorsqu'ils sont utilisés en cascade, pouvant altérer la qualité sonore (voir le § 8 de la Pièce jointe 1).

Le signal du canal LFE est enregistré avec un décalage de niveau de -10 dB, pour l'enregistrement et l'échange de programmes sonores multicanaux. Ce décalage est compensé dans le système de reproduction, où la sortie acoustique du haut-parleur de la voie LFE (dans sa bande passante à basse fréquence) est de $+10$ dB par rapport aux autres voies, lorsque ce haut-parleur est alimenté par un signal dont le niveau est égal au niveau des signaux alimentant chacune des voies L, C, R, LS et RS. Le signal de test du bruit rose est destiné à être reproduit à un niveau de pression sonore (dans la bande passante < 120 Hz de la voie LFE) de $+10$ dB par rapport à n'importe laquelle des autres voies. Il convient de noter qu'à cause de la bande passante limitée de la voie LFE, si le niveau acoustique produit par le bruit rose de la voie LFE est mesuré à l'aide d'un dispositif de mesure de la pression sonore à large bande, la lecture ne mesurera pas $+10$ dB par rapport aux autres voies. Le niveau acoustique de la voie LFE doit mesurer $+10$ dB dans sa bande passante < 120 Hz lorsqu'il est mesuré avec un appareil de mesure sélectif en fréquence. Pour les applications de radiodiffusion dans lesquelles le niveau des signaux est conforme à ces spécifications, le niveau du canal LFE devrait être reproduit avec un décalage positif de gain de 10 dB par rapport aux canaux principaux.

NOTE – L'industrie cinématographique code le signal du canal LFE, de sorte qu'il faille un gain positif de 10 dB à la reproduction, et le niveau de reproduction pour les DVD-Vidéo est paramétré avec un gain positif de 10 dB par rapport aux canaux principaux. Cependant, l'industrie de la musique, notamment pour les DVD-Audio ou les CD Super Audio, code actuellement le signal dans le canal LFE de sorte qu'aucun gain ne soit nécessaire à la reproduction.

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

Puisque, pour la plupart des programmes de télévision, il n'est pas nécessaire d'acheminer des niveaux très élevés d'énergie basses fréquences, il n'est en général pas nécessaire d'employer le canal LFE. Un programme qui n'emploie pas le canal LFE sera reproduit correctement même si le système de restitution ne reproduit pas correctement ledit canal LFE.

Même si, dans la présente Recommandation, on entend par l'abréviation LFE des «effets basses fréquences», dans d'autres normes cette abréviation est décrite comme «amélioration basses fréquences». En raison des caractéristiques relatives à la conception des systèmes audio multicanaux et du fait que le canal LFE est très souvent ignoré par les systèmes de restitution, il vaut mieux le considérer seulement comme une amélioration, et certainement pas comme un élément essentiel du programme audio. Les réponses en fréquences des haut-parleurs des auditeurs (et, le cas échéant, des haut-parleurs d'extrêmes graves) varient fort, en particulier aux très basses fréquences et les systèmes consommateurs peuvent parfois être mal configurés. Pour les installations domestiques mal configurées, il ne faut en aucune manière essayer de rétablir la situation, par rapport aux caractéristiques prévues, en employant le canal LFE.

Le canal LFE doit donc tout au plus être considéré comme une amélioration et certainement pas comme une partie essentielle du mixage. Si son utilisation est jugée avantageuse dans certains cas, il ne devrait être employé que s'il y a une compréhension totale de la manière dont l'ensemble du système, composé du canal LFE, de la réduction par mixage stéréo, de la gestion des graves et des haut-parleurs d'extrêmes graves est censé fonctionner (voir la Pièce jointe 1).

Le besoin de canal LFE pour la radio et télédiffusion nationale est limité. Le canal LFE dans un système «5.1» est utile lorsque les canaux principaux sont incapables de reproduire le niveau d'énergie basses fréquences souhaité.

Puisque de nombreux programmes radio et télédiffusés ne nécessitent pas le canal LFE, ce canal sera muet dans ces cas.

Pièce jointe 1 à l'Annexe 7 (à titre informatif)

Emploi du canal d'effets basses fréquences (LFE)

1 Introduction

Les systèmes à compression numérique couramment employés pour la diffusion de sons d'ambiance pour la télévision comportent un canal audio supplémentaire, spécialement destiné à acheminer les effets sonores basses fréquences à niveau élevé. Ce canal, qui correspond au «.1» pour le système «5.1», est aussi nommé canal LFE (d'effets basses fréquences ou d'amélioration basses fréquences).

L'emploi du «.1» dans le son d'ambiance et ses liens avec les haut-parleurs d'extrêmes graves fait souvent l'objet de malentendus. La présente Annexe clarifie les différences entre les deux et décrit certaines erreurs qui peuvent se produire dans les systèmes audios en raison d'une compréhension insuffisante de leurs rôles.

Puisque la plupart des programmes de télévision ne doivent pas acheminer des niveaux très élevés d'énergie basses fréquences, il n'est en général pas nécessaire d'employer le canal LFE. Un programme qui n'emploie pas le canal LFE sera reproduit correctement même si le système de restitution ne reproduit pas correctement ledit canal LFE.

Il est fait référence dans la présente Annexe à certains systèmes de codage audio spécifiques qui sont couramment employés pour la diffusion, notamment «Dolby AC-3» et «Dolby E». Ceux-ci ne sont

cités qu'à titre d'exemple, et leur mention ici n'implique aucune recommandation ni approbation de leur emploi.

Qu'est-ce qu'un haut-parleur d'extrêmes graves?

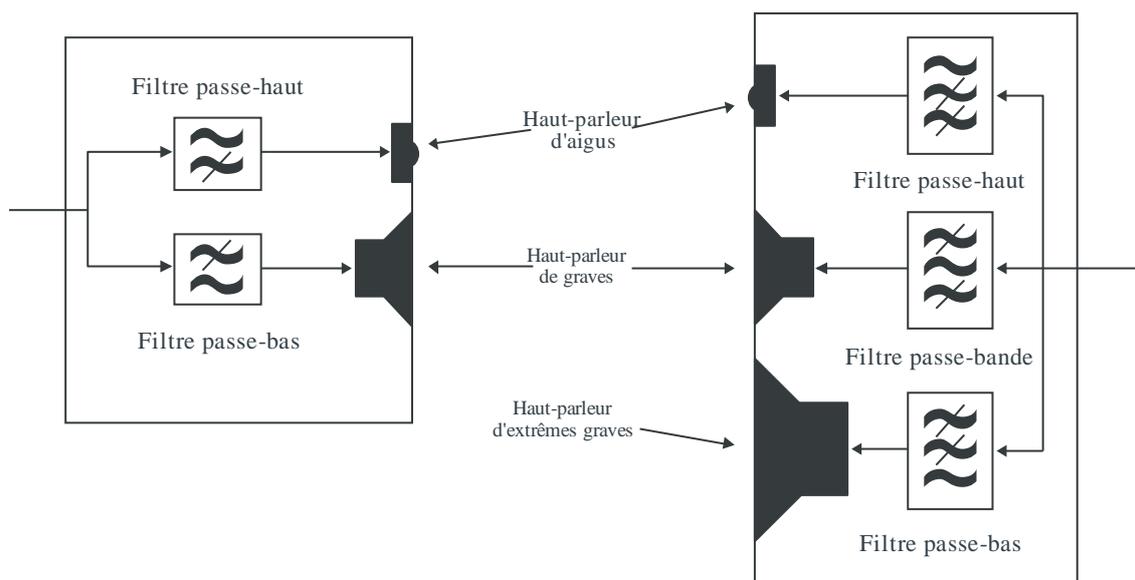
Un haut-parleur contient souvent deux unités pilotes:

- le haut-parleur d'aigus qui restitue les hautes fréquences;
- le haut-parleur de graves qui restitue les basses fréquences.

Un haut-parleur d'extrêmes graves a pour objet d'étendre la réponse d'un haut-parleur à des fréquences très basses. Il peut être ajouté pour reproduire des fréquences qui sont en deçà des capacités du haut-parleur de graves.

FIGURE 3

Haut-parleurs à deux et trois voies, équipés de filtres de transition



BS.0775-03

Comme les basses fréquences sont moins directionnelles que les hautes fréquences, il est pratique d'employer avec un ensemble de haut-parleurs un haut-parleur d'extrêmes graves séparé. Il existe maintenant un grand choix de haut-parleurs sur le marché, les haut-parleurs principaux, plutôt petits, ne produisant que des sons basses fréquences limités, de sorte que la qualité de fonctionnement globale dépend de l'incorporation au système d'un haut-parleur d'extrêmes graves séparé.

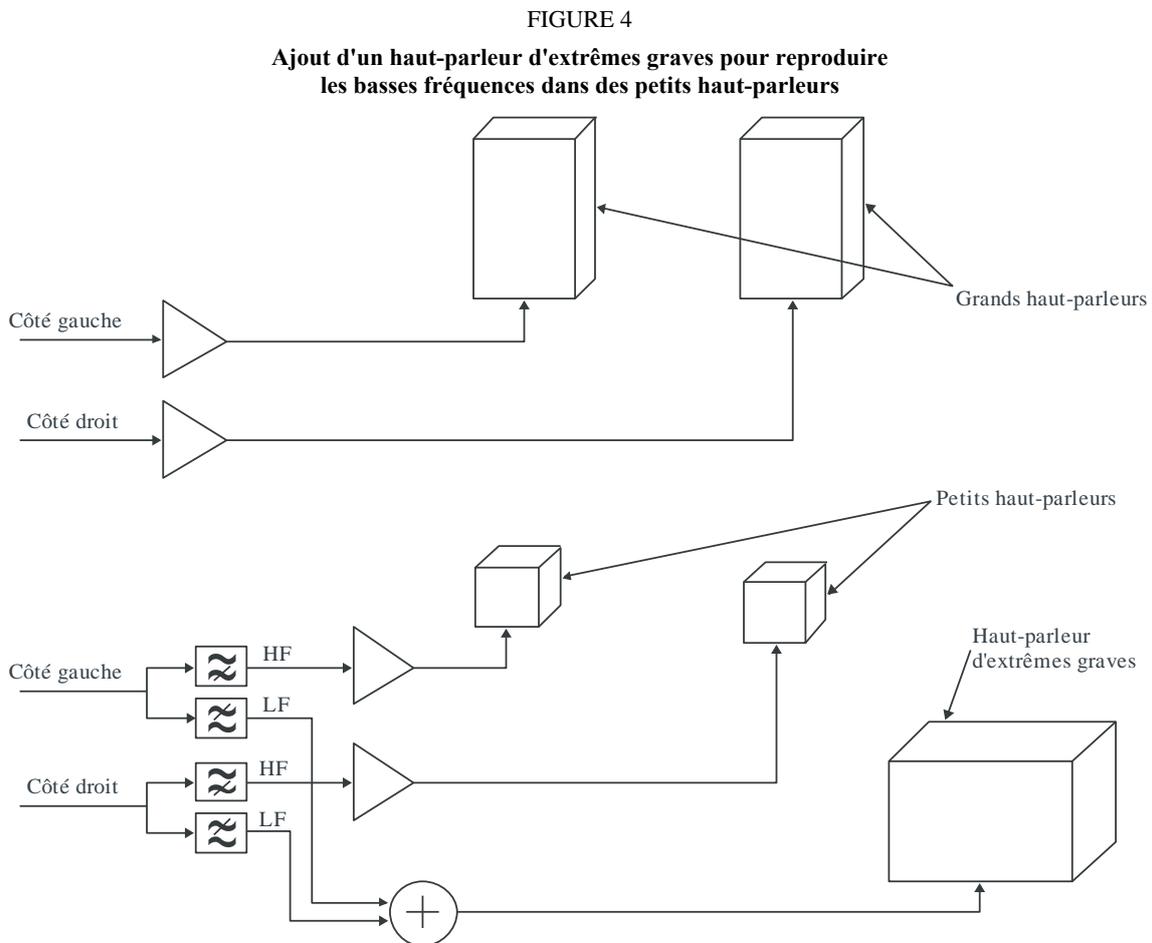
Qu'est-ce que le canal LFE?

Le canal d'effets basses fréquences est très répandu dans le codage Dolby AC-3, correspondant au «.1» dans le système «5.1», même s'il est aussi présent dans certains autres systèmes audios. Le canal d'effets basses fréquences dans le codage Dolby AC-3 (LFE ou «0.1») est destiné aux effets à volume sonore élevé, qui, sinon, seraient une surcharge pour un canal normal. Le canal LFE a deux caractéristiques qui conviennent à cet usage: il a une largeur de bande limitée de seulement 120 Hz et le gain qui lui est appliqué à la reproduction est de 10 dB. Les cinq canaux normaux dans le codage Dolby AC-3 disposent d'une largeur de bande complète (allant d'une fréquence nulle à la moitié de la fréquence d'échantillonnage). Le canal LFE a une largeur de bande fractionnaire qui ne permet le codage que pour une gamme restreinte de fréquences.

Même si, dans la présente Recommandation, on entend par l'abréviation LFE des «effets basses fréquences», dans d'autres normes cette abréviation est décrite comme «amélioration basses fréquences». En raison des caractéristiques relatives à la conception des systèmes audio multicanaux et du fait que le canal LFE est très souvent ignoré par les systèmes de restitution, il vaut mieux le considérer seulement comme une amélioration, et certainement pas comme un élément essentiel du programme audio.

2 Emploi d'un haut-parleur d'extrêmes graves pour étendre la gamme de fréquences

Puisque la physique de base limite la qualité de fonctionnement aux basses fréquences des haut-parleurs (plus ils sont grands, plus ils sont meilleurs), il est utile de pouvoir employer un seul grand haut-parleur pour reproduire les basses fréquences, accompagné de plusieurs haut-parleurs plus petits pour reproduire les fréquences plus élevées (qui contiennent des informations spatiales). La Fig. 4 représente les étapes à suivre pour ajouter un haut-parleur d'extrêmes graves. Deux canaux seulement sont indiqués pour que le dessin soit moins complexe, mais le même principe s'applique à un nombre plus élevé de canaux.



B5.0775-04

Dans la partie supérieure de la figure, deux grands haut-parleurs sont simplement reliés aux signaux côté gauche (L) et côté droit (R). La partie inférieure de la figure illustre comment il est possible de réduire la dimension des haut-parleurs principaux et obtenir encore une bonne réponse aux basses fréquences en filtrant les composantes de haute et de basse fréquences des signaux côté gauche et côté droit. Les hautes fréquences (HF) des canaux côté gauche et côté droit sont envoyées à leurs

haut-parleurs respectifs. Les basses fréquences (LF) des canaux côté gauche et côté droit sont combinées et envoyées au haut-parleur d'extrêmes graves.

Pour que cette combinaison puisse fonctionner parfaitement, les filtres doivent être soigneusement ajustés à la réponse en fréquences des haut-parleurs et du haut-parleur d'extrêmes graves et le niveau des haut-parleurs principaux doit être soigneusement ajusté à celui du haut-parleur d'extrêmes graves.

Ce processus de filtrage et d'acheminement des signaux est couramment nommé «gestion des graves» ou «redirection des graves». Cette fonctionnalité peut être assurée par une unité fonctionnelle séparée (processeur de signaux) ou peut être incorporée physiquement dans le haut-parleur d'extrêmes graves. Certains appareils domestiques permettent de configurer le système intégré de gestion des graves selon des valeurs simples attribuées au système par l'utilisateur, qui indiquent que les appareils ont été reliés à de «petits haut-parleurs» ou à de «grands haut-parleurs». Les amplificateurs peuvent détecter si, outre les haut-parleurs principaux, un haut-parleur d'extrêmes graves a été branché. Les systèmes les plus évolués peuvent adapter automatiquement leur fonctionnement, en connectant un microphone puis en procédant à un ajustement automatisé (production et mesure de signaux d'essai).

Il convient de noter que l'emploi d'un haut-parleur d'extrêmes graves est à l'entière discrétion de l'auditeur.

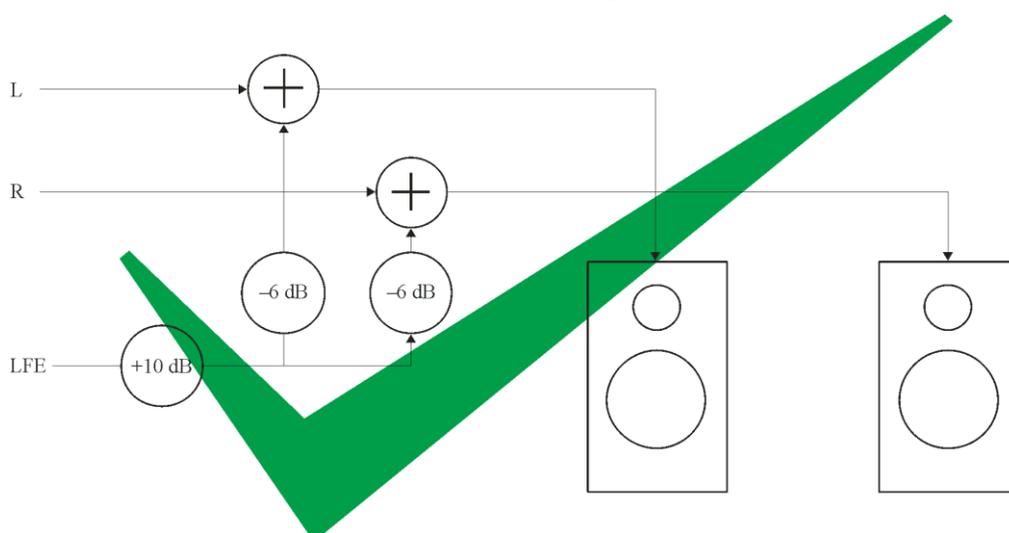
3 Emploi du canal LFE pour produire un effet

Les basses fréquences à volume très élevé sont propres aux grands objets qui explosent, qui sont en éruption ou qui entrent en collision, telles que des bombes, des volcans ou des plaques tectoniques. Le souhait de produire un effet sur l'audience en dépeignant ces événements peut conduire au besoin de disposer de niveaux de signaux très élevés aux basses fréquences.

Même si la largeur de bande des signaux principaux dans le codage Dolby AC-3 peut diminuer jusqu'à 0 Hz, le niveau du signal, nécessaire à l'obtention d'un effet extrême, peut être plus élevé que ce qui peut être obtenu sans écrêtage numérique. La spécification du canal LFE exige que le gain qui lui est appliqué à la reproduction soit de 10 dB. La Fig. 5 illustre comment le signal du canal LFE peut être combiné avec ceux des canaux principaux et envoyé aux haut-parleurs. L'application d'un gain de 10 dB et la combinaison des signaux avec ceux des canaux principaux doivent se faire, par exemple dans le domaine analogique, de telle manière qu'il n'y ait pas de surcharge.

FIGURE 5

Emploi correct du canal LFE avec des «grands» haut-parleurs



La figure montre deux canaux principaux et le canal LFE, mais le même principe s'applique à la mono (où l'atténuation de 6 dB n'est pas requise) ou à des systèmes ayant plus de haut-parleurs (où une atténuation de 6 dB est requise si le signal du canal LFE est ajouté à ceux de tous les autres haut-parleurs).

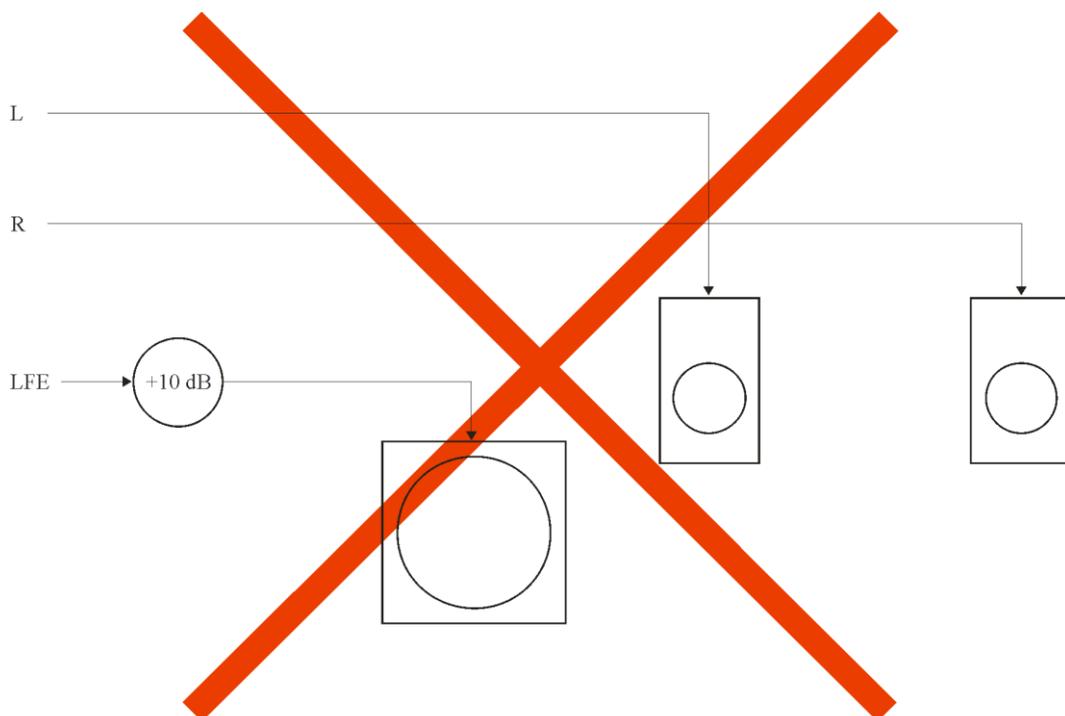
4 Branchement du canal LFE au haut-parleur d'extrêmes graves

La Figure 6 illustre un système dans lequel un canal LFE est branché à un haut-parleur d'extrêmes graves dans un système comportant des petits haut-parleurs. Ce branchement est incorrect.

Les basses fréquences dans les canaux principaux ne peuvent pas être reproduites par de petits haut-parleurs, et le haut-parleur d'extrêmes graves ne reçoit que les signaux des effets (par effets, comprenez «amélioration») qui seraient sinon une surcharge pour les canaux principaux. Même si le système de restitution a une excellente capacité de reproduction des basses fréquences, le contenu à très basses fréquences du contenu du programme principal est perdu.

FIGURE 6

**Emploi incorrect du canal LFE avec des «petits» haut-parleurs.
Les graves des canaux principaux ne sont pas reproduits**

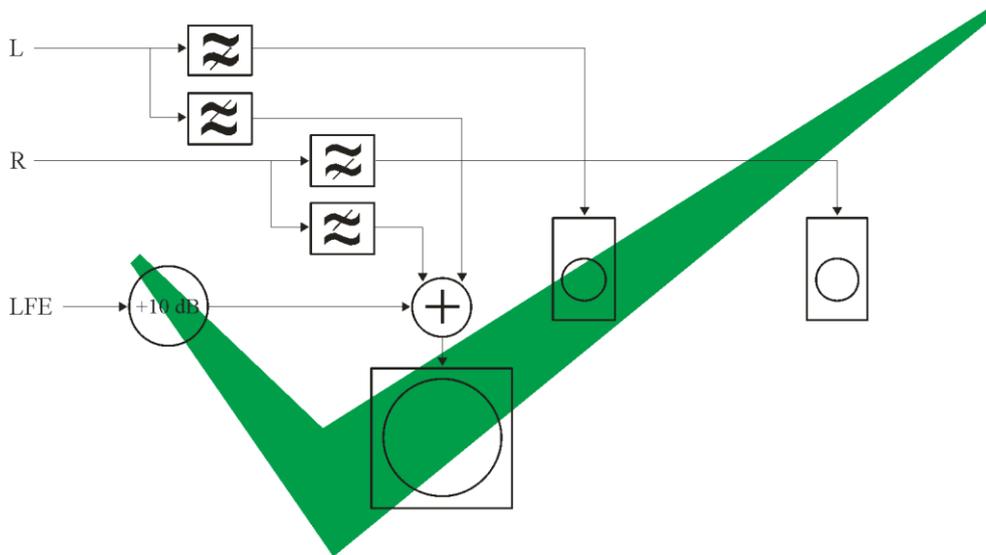


BS.0775-06

La Figure 7 représente un système «2.1», correctement configuré, au moyen de la gestion des graves. Les basses fréquences des canaux principaux et les effets du canal LFE sont dirigés vers le haut-parleur d'extrêmes graves.

FIGURE 7

Emploi correct du canal LFE et gestion des graves avec de «petits» haut-parleurs



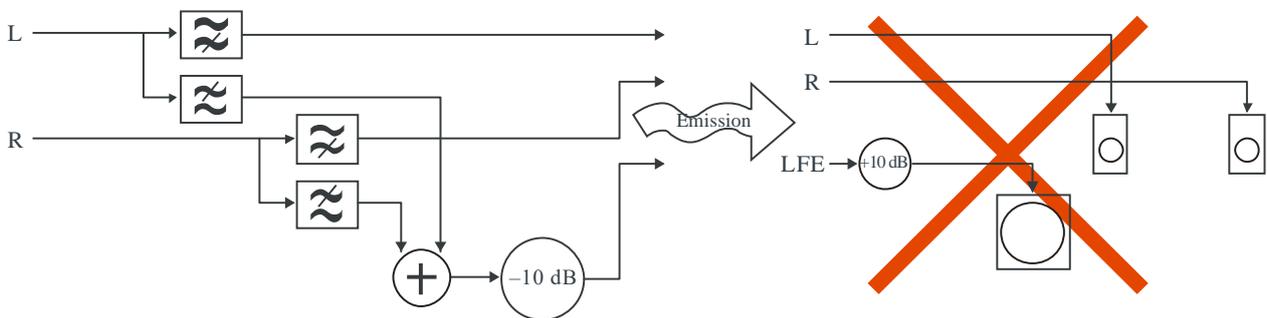
BS.0775-07

Cela semble plus compliqué que la procédure simple mais incorrecte de la Fig. 6.

Un diffuseur peut être tenté de prétraiter ses émissions afin de tenir compte d'une mauvaise configuration au domicile. Bien qu'il soit communément enseigné en anglais que «two wrongs do not make a right» («on ne guérit pas le mal par le mal»), on peut essayer de faire quelque chose de ce genre avec un canal LFE et un haut-parleur d'extrêmes graves. La Figure 8 montre des signaux des canaux principaux mélangés au signal du canal LFE avant l'émission, l'hypothèse étant qu'ils seront reproduits par le haut-parleur d'extrêmes graves au domicile.

FIGURE 8

«Gestion erronée» des graves avant l'émission pour compenser une mauvaise configuration au domicile (seuls deux canaux sont illustrés)



BS.0775-08

Cette mauvaise utilisation de la gestion des graves, du canal LFE et du haut-parleur d'extrêmes graves se complique encore en raison des réponses en fréquences. Le montage de la Fig. 8, bien qu'«incorrect», pourrait fonctionner chez certaines personnes, mais cela varie selon que les réponses en fréquences concordent ou non. Si la fréquence de transition des filtres de découpage de bande au cours de l'émission ne correspond pas aux réponses du haut-parleur d'extrêmes graves et des haut-parleurs principaux, il y aura un vide, soit parce que le contenu, d'une fréquence trop basse pour être reproduit par les haut-parleurs principaux, n'a pas été placé dans le canal LFE, soit parce que le contenu qui a été placé dans le canal LFE avait une fréquence trop élevée pour être reproduite par celui-ci.

Aucune hypothèse ne peut être faite sur les réponses en fréquences des haut-parleurs et du haut-parleur d'extrêmes graves, puisqu'elles sont entièrement tributaires du concepteur et du fabricant.

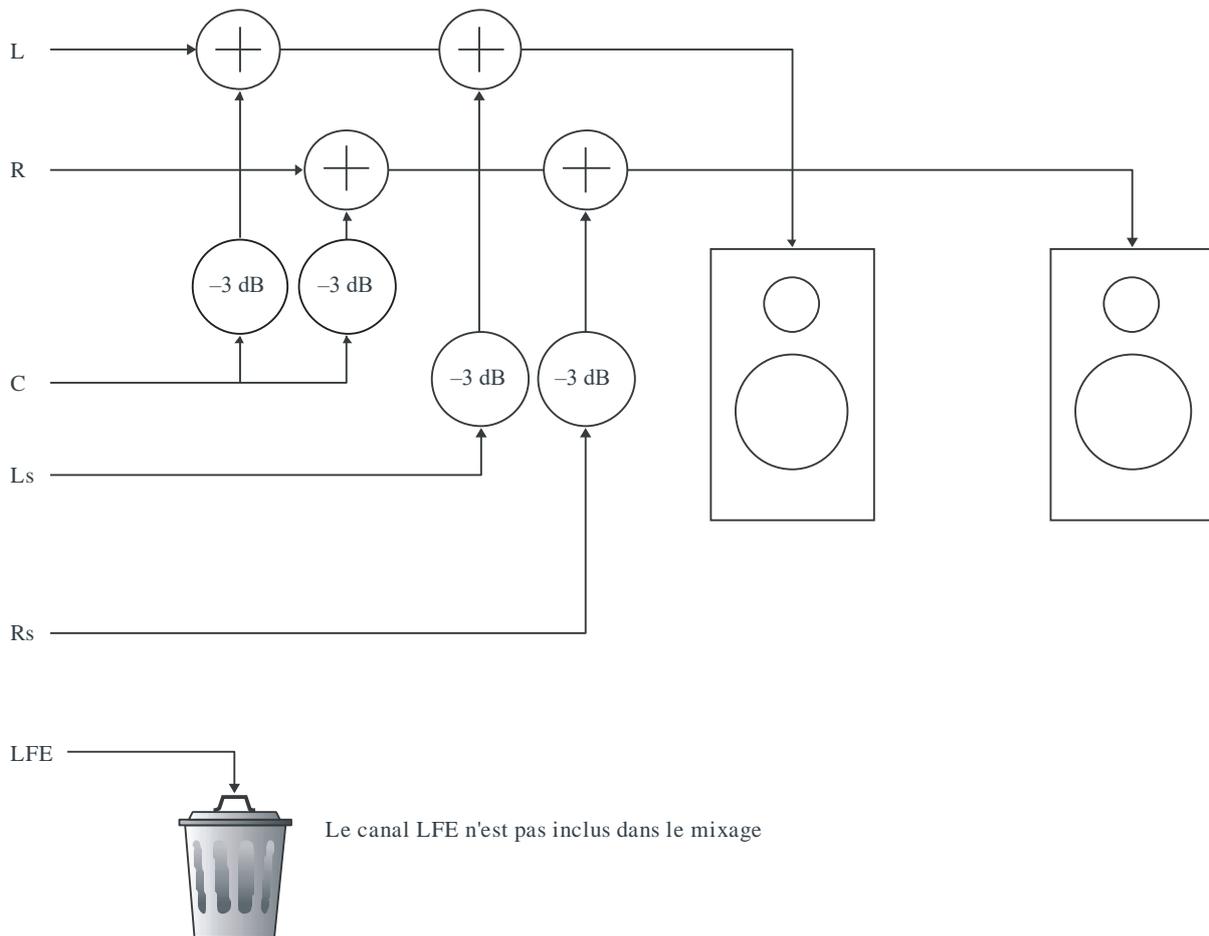
Non seulement le canal LFE est employé incorrectement, mais il n'est pas tenu compte d'un fait incontournable lors de la diffusion de sons d'ambiance: la plus grande partie des auditeurs ne prête aucune attention au son d'ambiance, et cela nous amène au sujet de la «réduction par mixage».

5 Réduction par mixage du son d'ambiance diffusé

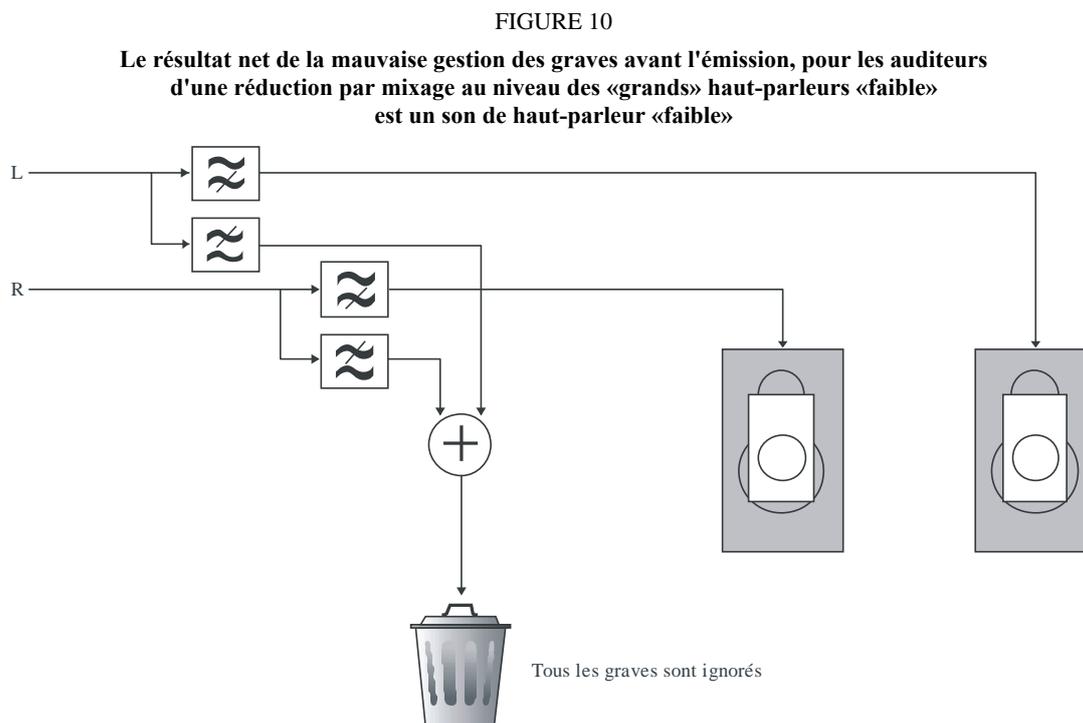
Même en écoutant des émissions avec diffusion de sons d'ambiance, nombreux sont les auditeurs qui continuent à n'utiliser que deux haut-parleurs, que ce soit en raison du coût ou des modalités pratiques d'installation. Ces auditeurs entendent une réduction par mixage du son, les signaux du canal central et des canaux d'ambiance étant mélangés à ceux des canaux avant gauche et avant droite (ce mélange étant dans une certaine mesure commandé par les métadonnées dans le flux audio diffusé). La Fig. 9 montre comment cela se passe dans le récepteur. Les atténuations indiquées de 3 dB ne sont données qu'à titre d'exemple. Les valeurs réelles, envoyées sous la forme de métadonnées dans le flux audio, relèvent du diffuseur. Généralement, les signaux du canal LFE ne sont pas inclus dans la réduction par mixage (s'ils l'étaient, ils seraient une surcharge pour les petits haut-parleurs stéréo qui sont employés par la majorité de l'audience de la télévision).

FIGURE 9

Réduction par mixage du son d'ambiance du système «5.1» aux signaux stéréo de deux canaux, qui généralement ignore le canal LFE



Gardant ceci à l'esprit, il peut être constaté que le résultat net de «deux erreurs» illustré dans la Fig. 8, sera comme représenté dans la Fig. 10. Les auditeurs ne disposant que de deux haut-parleurs entendront un son plus faible, que les haut-parleurs soient petits ou grands.



Le diffuseur pourrait essayer d'y remédier en ajoutant une troisième erreur, et, plutôt que d'enlever les basses fréquences des canaux principaux et de les placer dans le canal LFE, ces basses fréquences pourraient être dupliquées de façon à se trouver aussi dans les canaux principaux. De cette manière, les auditeurs qui ont investi dans un système de son d'ambiance correctement configuré avec gestion des graves et un haut-parleur d'extrêmes graves obtiendront le double de ce qu'ils auraient dû obtenir.

Le canal LFE doit donc tout au plus être considéré comme une amélioration et certainement pas comme une partie essentielle du mixage. Il a été suggéré qu'il pourrait être considéré comme une amélioration pour ceux des auditeurs qui ont investi dans le son d'ambiance, dans l'hypothèse que le reste des auditeurs est susceptible d'écouter des haut-parleurs stéréo de moindre qualité, qui sont surchargés lorsque des niveaux élevés de signaux à basses fréquences sont présents dans les canaux principaux. Il n'a pas encore été établi à quel point ceci est un problème, comparé à celui de l'écrêtage, et il faut garder à l'esprit que les auditeurs de signaux stéréo ne doivent pas sentir qu'ils ne reçoivent pas le programme complet.

6 Canal LFE et codages Dolby E et Dolby AC-3

Il existe un risque plus subtil au cours de la production de programmes. Les chaînes de diffusion qui emploient le codage Dolby AC-3 utilisent aussi souvent le codage Dolby E pendant la production, parce qu'il permet d'emmagasiner les signaux sonores d'ambiance et de les acheminer au moyen des équipements et de l'infrastructure stéréo existants. La réponse en fréquences du canal LFE dans le codage Dolby E n'est pas la même que celle dans le codage Dolby AC-3. Il est possible de placer dans le canal LFE, au moyen du codeur Dolby E, un contenu en fréquence beaucoup plus élevé qu'il ne le serait avec le codeur Dolby AC-3, ce qui rend d'autant plus difficile de s'assurer que ce que les auditeurs reçoivent chez eux est ce qui avait été prévu en studio. Même avec une configuration et une

gestion des graves soignées dans le studio, un signal à large bande introduit dans un canal LFE au moyen du codage Dolby E sera filtré par les filtres passe-bas lorsqu'il atteindra l'auditeur.

Le passage du codage Dolby E au codage MIC linéaire (où la largeur de bande du canal employé comme canal LFE est entière) renforce même la possibilité d'incompatibilité des signaux dans le canal LFE.

7 Spécifications techniques

Le canal LFE devrait pouvoir traiter les signaux compris entre 20 et 120 Hz.

L'Annexe 7 de la présente Recommandation spécifie que le signal du canal LFE soit enregistré avec un décalage de niveau de -10 dB, pour l'enregistrement et l'échange de programmes sonores multicanaux, et que ce décalage soit compensé dans le système de reproduction. Le niveau du canal LFE devrait être reproduit avec un décalage positif de gain de 10 dB par rapport aux canaux principaux à la reproduction.

NOTE 1 – L'industrie cinématographique code le signal du canal LFE, de sorte qu'il faille un gain positif de 10 dB à la reproduction, et le niveau de reproduction pour les DVD-Video est paramétré avec un gain positif de 10 dB par rapport aux canaux principaux. Cependant, l'industrie de la musique, notamment pour les DVD-Audio ou les CD Super Audio, code actuellement le signal dans le canal LFE de sorte qu'aucun gain ne soit nécessaire à la reproduction. Cet usage du canal LFE n'est pas conforme à la présente Recommandation.

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

En radio et télédiffusion, ce canal optionnel a pour objet de permettre aux auditeurs qui le veulent d'élargir leur contenu en basses fréquences du programme reproduit aussi bien en ce qui concerne la fréquence que le niveau. Il a été conçu à l'origine par l'industrie cinématographique pour ses systèmes de son numériques. Sa réponse en fréquences ne s'étend généralement pas plus bas que celle des canaux principaux. Le besoin de canal LFE pour la radio et télédiffusion nationale est donc limité. Le canal LFE dans un système «5.1» ne doit être activé que lorsque l'ensemble des cinq canaux principaux atteint le seuil d'écrtage.

Dans l'industrie cinématographique, le canal LFE achemine les signaux basses fréquences et à haut niveau associés aux effets sonores qui sont envoyés à des haut-parleurs basses fréquences spécialisés (haut-parleurs d'extrêmes graves). Ceci contraste avec leur emploi dans les installations domestiques, où la gestion des graves est employée pour combiner ou séparer les signaux envoyés aux haut-parleurs, susceptibles ou non de comporter un haut-parleur d'extrêmes graves.

Un haut-parleur d'extrêmes graves est un précieux complément des systèmes de haut-parleurs dont la réponse en basses est limitée, à condition que la gestion des graves soit bien configurée. Il faut bien comprendre qu'il n'est en aucune manière associé au canal LFE. Le haut-parleur d'extrêmes graves est relié à un système de gestion des graves, pas au canal LFE. Les basses des canaux principaux peuvent être ajoutées au signal du canal LFE et la combinaison peut ensuite être envoyée dans un haut-parleur d'extrêmes graves, ou bien le signal du canal LFE peut être ajouté aux signaux des canaux principaux et la combinaison peut être envoyée dans les haut-parleurs principaux. La connexion directe du canal LFE au haut-parleur d'extrêmes graves repose sur l'hypothèse que les réponses en fréquences (et le gain global) de tous les haut-parleurs, de tous les haut-parleurs d'extrêmes graves et de tous les systèmes de gestion des graves sont conçues pour interfonctionner. Cette hypothèse est à l'évidence incorrecte. Le nombre de particuliers qui choisiront d'utiliser chez eux un canal LFE semble devoir être limité, mais il existe d'autres applications des systèmes sonores de TVHD qui utilisent davantage cette option.

Des problèmes opérationnels et des problèmes de configuration peuvent éventuellement découler de l'emploi du canal LFE. Ceux-ci sont aggravés par l'emploi de haut-parleurs d'extrêmes graves lorsque les rôles respectifs des deux font l'objet de malentendus. Pour les installations domestiques mal configurées, il ne faut en aucune manière essayer de rétablir la situation, par rapport aux caractéristiques prévues, en employant le canal LFE.

D'autres complications peuvent surgir en raison de l'emploi répandu de la réduction par mixage stéréo, préféré aux systèmes de haut-parleurs sonores d'ambiance. Tout le contenu du canal LFE est simplement ignoré dans ce cas. Les canaux principaux **doivent** contenir tous les éléments essentiels des programmes, qui sont indispensables à l'audition.

Le canal LFE ne devrait toutefois pas 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 d'ambiance devraient acheminer leurs propres signaux basses fréquences qui ne devraient pas être mélangés à ceux des canaux avant. Ce mélange des signaux sonores basses fréquences à ceux des canaux avant est une option offerte au niveau du récepteur, qui permet d'alléger la tâche des haut-parleurs d'ambiance.)

Puisque de nombreux programmes radio et télédiffusés ne nécessitent pas le canal LFE, ce canal sera muet dans ces cas. Si son utilisation est jugée avantageuse dans certains cas, il ne devrait être employé que s'il y a une compréhension totale de la manière dont l'ensemble du système, composé du canal LFE, de la réduction par mixage stéréo, de la gestion des graves et des haut-parleurs d'extrêmes graves est censé fonctionner.

Les fabricants de récepteurs audio et télévisuels sont à cette occasion encouragés à fournir à leurs clients des instructions claires concernant la configuration qui convient à leur système audio, afin que les clients puissent pleinement bénéficier des avantages du format audio «5.1», lorsque celui-ci est disponible dans les programmes de diffusion.

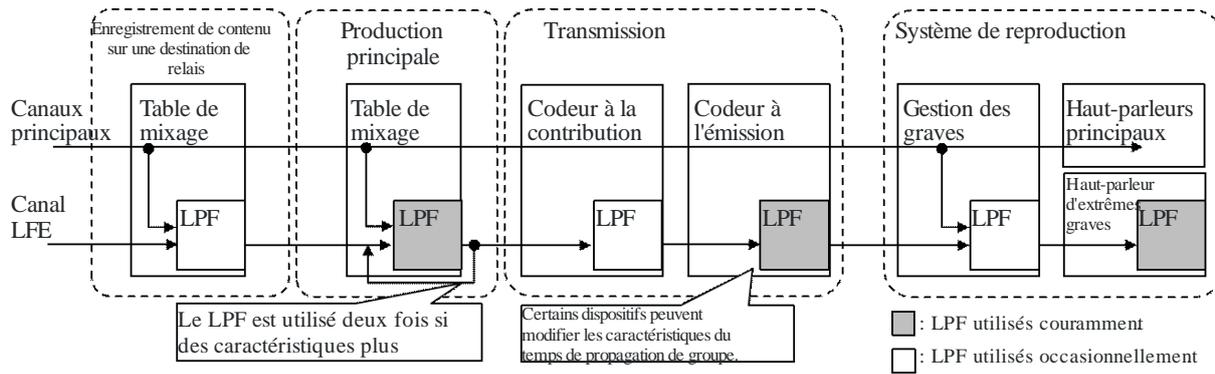
Où cela est possible, les clients devraient être avertis que lorsque leur système audio comprend un haut-parleur d'extrêmes graves, la connexion à celui-ci devrait se faire au moyen d'un système de gestion des graves correctement configuré.

8 Effets d'un filtre passe-bas (LPF)

Les filtres passe-bas (LPF) sont souvent utilisés dans la chaîne de radiodiffusion, comme illustré dans la Fig. 11. L'utilisation en cascade de filtres passe-bas (LPF) augmente le temps de propagation de groupe, comme indiqué dans la Fig. 12, et ce long temps de propagation de groupe peut altérer la qualité sonore. Il convient aussi de noter que les haut-parleurs LFE à amplificateur intégré présentent un temps de propagation de groupe relativement long, comme le montre la Fig. 13.

FIGURE 11

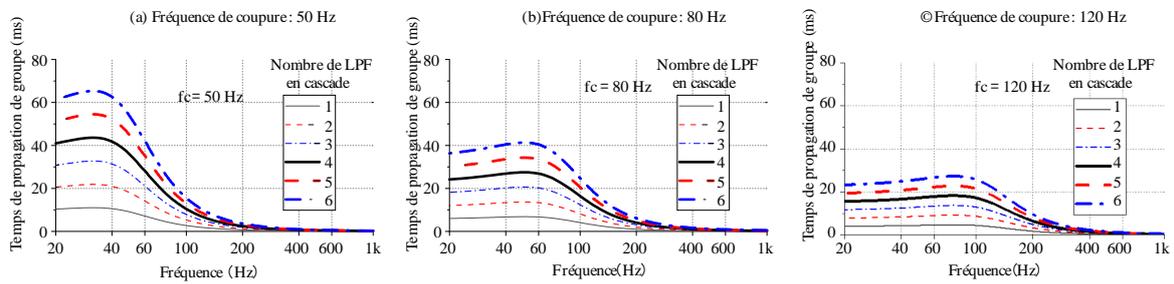
Utilisation possible de LPF en cascade dans une chaîne de radiodiffusion



BS.0775- 11

FIGURE 12

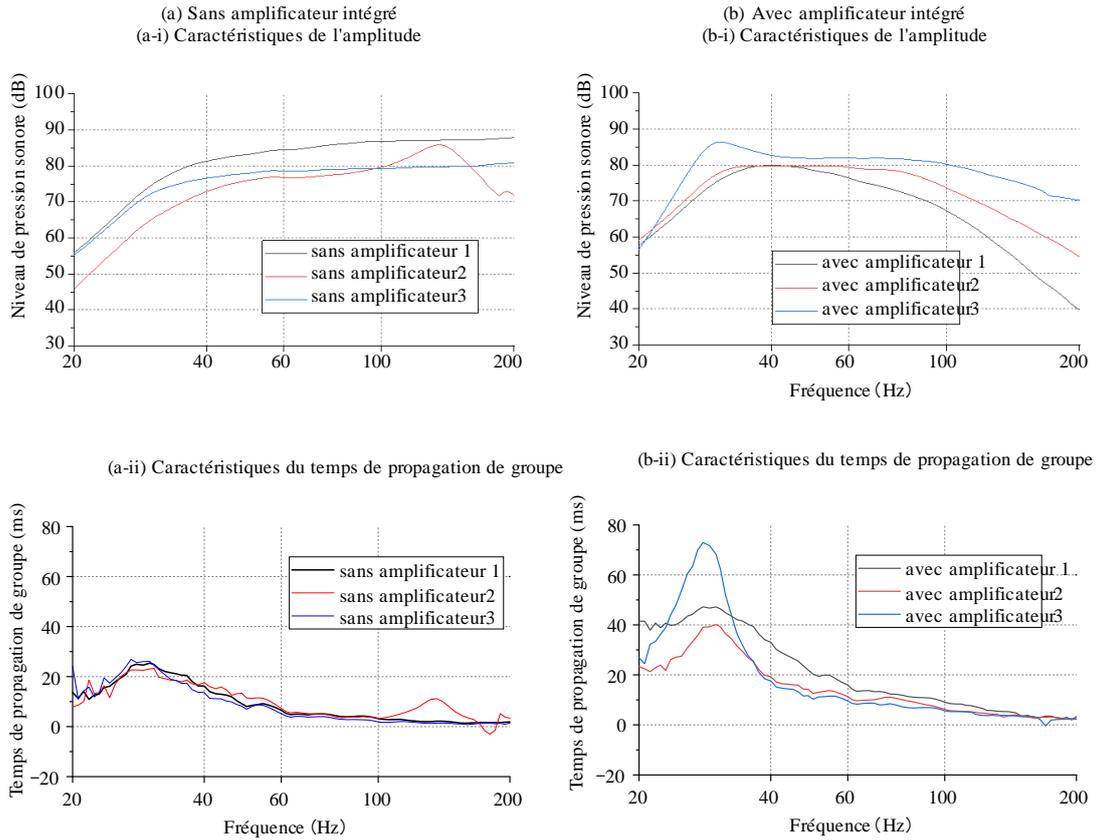
Caractéristiques du temps de propagation de groupe de LPF en cascade



BS.0775- 12

FIGURE 13

Exemples de caractéristiques de l'amplitude et du temps de propagation de groupe de haut-parleurs pour le canal LFE



BS.0775- 13

Annexe 8

Matriçage de compatibilité et réduction par mixage

L'Annexe 3 décrit les méthodes de compatibilité vers l'amont et de 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.