

RECOMMANDATION UIT-R BS.644-1^{*,**}**Caractéristiques de qualité en audiofréquence applicables
à une chaîne de transmission radiophonique de haute qualité**

(1986-1990)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les caractéristiques de qualité des circuits radiophoniques internationaux utilisés pour l'échange de programmes sont basées sur un circuit fictif de référence défini dans la Recommandation UIT-T J.11;
- b) que la qualité d'un circuit radiophonique international réalisable en pratique plus court ou plus long que le circuit fictif de référence peut être déterminée par le calcul suivant les règles énoncées dans la Recommandation UIT-T J.25;
- c) que la qualité d'une chaîne de transmission radiophonique depuis le bâtiment de radiodiffusion jusqu'à la sortie du récepteur doit donc être basée sur une chaîne de référence;
- d) que les signaux radiophoniques servant à l'échange international des programmes sont transmis depuis le bâtiment de radiodiffusion jusqu'au centre radiophonique international sur des circuits nationaux qui sont, soit les mêmes, soit du même type que les circuits nationaux qui font partie de la chaîne de transmission radiophonique;
- e) que la qualité d'une chaîne de transmission radiophonique doit être exprimée par un certain nombre de caractéristiques;
- f) que, pour permettre la comparaison de la qualité, il faut utiliser des caractéristiques bien définies mesurées au moyen de signaux d'essai;
- g) que ces caractéristiques et les valeurs qu'elles devraient atteindre (valeurs «cible») doivent se baser sur la perceptibilité des dégradations par l'oreille humaine,

recommande

- 1** que les caractéristiques d'une chaîne de transmission radiophonique de grande qualité soient basées sur la chaîne de référence décrite à l'Annexe 1;
- 2** que la qualité de la chaîne de transmission de référence, depuis la sortie du bâtiment de radiodiffusion jusqu'à la sortie du récepteur, soit exprimée par les caractéristiques énumérées à l'Annexe 2;

* 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.

** Cette Recommandation doit être portée à l'attention de la Commission d'études 9 de la normalisation des télécommunications.

3 que les valeurs limites données dans l'Annexe 3 soient considérées comme des valeurs «cible» réalistes pour ces caractéristiques;

4 qu'en vue de planifier l'ensemble de la chaîne de radiodiffusion depuis la sortie du microphone jusqu'à la sortie du récepteur, on ait recours, à titre indicatif, aux valeurs limites subjectives indiquées pour les caractéristiques de qualité figurant à l'Annexe 4.

ANNEXE 1

Chaîne de référence de transmission radiophonique

La chaîne de référence de transmission radiophonique est représentée, pour les besoins de la présente Recommandation, par la Fig. 1 ci-après dans laquelle A, B et C sont les points de jonction des signaux audiofréquence 0 dBrs, permettant la comparaison de la qualité:

- A: jonction entre l'origine du programme (bâtiment de radiodiffusion) et l'ensemble du circuit radiophonique;
- A-B: ensemble du circuit radiophonique comprenant les sections suivantes: câble unique, radio, satellite de télécommunication ou fibre optique;
- B: jonction entre l'ensemble du circuit radiophonique et l'ensemble d'émission-réception;
- B-C: ensemble d'émission-réception comprenant un émetteur de radiodiffusion unique ou un réseau de câble unique et un récepteur de contrôle de haute qualité dans les conditions optimales;
- C: jonction du signal audiofréquence à la sortie du récepteur.

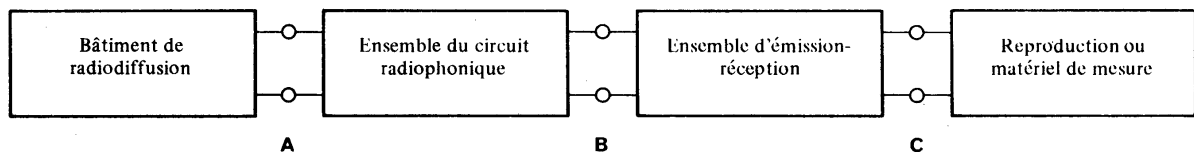


FIGURE 1 – Chaîne de référence de transmission radiophonique

D01-sc

L'UER a publié la Recommandation R.50 définissant la polarité des signaux acoustiques, des signaux électriques audio, des signaux audio aux connecteurs, des signaux magnétiques sur bandes audio et vidéo, des signaux audio numériques ainsi que des signaux de pression acoustique pour les haut-parleurs.

ANNEXE 2

Liste des caractéristiques de qualité du son

Les caractéristiques de qualité son énumérées ci-après sont celles que l'on considère comme les plus importantes dans un environnement analogique. Certaines caractéristiques sont également appropriées pour les connexions qui comprennent des systèmes numériques mais il convient d'en spécifier quelques autres pour les essais de ces systèmes numériques.

Il faut utiliser le «niveau de mesure» pour tous les signaux d'essai (voir la Recommandation UIT-R BS.645) à moins qu'il en soit spécifié autrement. Pour la stéréophonie, les mesures doivent être effectuées dans les deux voies A et B.

1 Largeur de bande nominale

Bande de fréquence effectivement transmise (pour les deux voies A et B, dans le cas de stéréophonie).

2 Réponse amplitude/fréquence

La réponse doit être exprimée par rapport au niveau du signal à la fréquence de référence 1 kHz.

3 Variation du temps de propagation de groupe

On devra exprimer les résultats des mesures effectuées dans toute la largeur de bande nominale, par rapport à la valeur minimale du temps de propagation de groupe.

4 Distorsion de non-linéarité

La distorsion harmonique totale (DHT) peut être mesurée au moyen d'un signal d'essai à signal unique de niveau +9 dBu0s et à des fréquences situées dans la bande 40 Hz-1 kHz; le résultat s'exprime comme valeur de «séparation» (c'est-à-dire: différence de niveau entre le signal d'essai et ses harmoniques, exprimée en dB).

On peut aussi mesurer la distorsion au moyen de la méthode de la distorsion totale avec fréquence-différence (DTFD). Il s'agit d'un essai d'intermodulation où le signal d'essai comprend deux signaux à des fréquences choisies de telle sorte que les produits d'intermodulation du deuxième et du troisième ordres (un de chaque) soient sur des fréquences proches et puissent être mesurés ensemble au moyen d'un appareil de mesure à filtre sélectif. Des essais effectués au Royaume-Uni ont montré que la méthode DTFD est moins sensible au bruit que la méthode DHT et ne contraint pas à utiliser des signaux d'essai à des fréquences inférieures à 5 kHz. Cela peut être important quand on a à étudier des liaisons préaccentuées, mais il faut veiller à éviter le risque de surcharge dû à la préaccentuation.

La méthode DTFD est décrite à l'Annexe 5.

Il convient de limiter la durée de transmission des signaux d'essai conformément aux Recommandations pertinentes de l'UIT-T dans la série N.

5 Erreur sur la fréquence restituée

L'erreur sur la fréquence restituée ne doit pas dépasser les valeurs de l'Annexe 3 pour les voies individuelles.

Dans le cas de la stéréophonie, on ne tolère aucun écart de fréquence différentielle entre les voies A et B.

6 Erreur dans la réponse amplitude/amplitude

On applique un signal à 1 kHz à l'entrée de la chaîne de transmission à des niveaux de +9 dBu0s et de -31 dBu0s alternativement. Il faut mesurer les niveaux de sortie correspondants et la différence de niveau doit se maintenir dans les limites figurant à l'Annexe 3.

Le temps pendant lequel on transmet ce signal est limité conformément aux Recommandations appropriées de la série N de l'UIT-T.

7 Stabilité de niveau

La différence de niveau correspondant à un signal de référence constant, au niveau de mesure, appliqué à l'entrée de la chaîne de transmission, doit être déterminée par rapport à son niveau nominal pendant une période de 24 heures. Cette différence peut varier au cours de cette période et peut comprendre une erreur de réglage constante.

Pour la stéréophonie, il faut déterminer la stabilité du niveau à la fois pour les deux voies A et B.

8 Bruit (et brouillage par fréquence unique)

On mesure le niveau de tension de bruit pondéré (et, le cas échéant, le niveau de la tension de brouillage par fréquence unique) conformément aux prescriptions de la Recommandation UIT-R BS.468. Le rapport signal maximal permis/bruit (pondéré), (SMP/N exprimé en dB), est égal à la différence entre le niveau du signal maximal permis (SMP) et le niveau du bruit pondéré.

- Bruit de la voie au repos.
- Bruit à modulation radiophonique mesuré au moyen d'un signal d'essai sinusoïdal à 60 Hz appliqué à l'entrée de la chaîne de transmission à des niveaux de +9 dBu0s et de -31 dBu0s. La fréquence fondamentale et les harmoniques d'ordre inférieur sont supprimés à l'entrée de l'appareil de mesure par un filtre passe-haut dont la fréquence de coupure est comprise entre 200 et 400 Hz. L'affaiblissement d'insertion du filtre doit être d'au moins 56 dB à 60 Hz, compte tenu de l'affaiblissement du filtre de pondération (24 dB à cette fréquence).

Le temps pendant lequel on émet ce signal doit être limité conformément aux Recommandations appropriées de la série N de l'UIT-T.

- Si cela est nécessaire, il faut mesurer sélectivement le brouillage par fréquence unique aux fréquences auxquelles on a détecté ces fréquences ou auxquelles on peut s'attendre à les détecter. Il faut effectuer la mesure en utilisant un filtre passe-bande (dont l'affaiblissement d'insertion est de 0 dB dans la bande passante) conjointement avec l'appareil de mesure de bruit décrit dans la Recommandation UIT-R BS.468, ou en utilisant un analyseur de spectre et en corrigeant le niveau mesuré au moyen du facteur de pondération correspondant.

9 Modulation perturbatrice par l'alimentation en énergie

C'est le rapport d'un signal d'essai sinusoïdal de fréquence 1 kHz à la composante latérale indésirable la plus intense résultant de la modulation de ce signal d'essai causée par des perturbations provenant de l'alimentation en énergie par le secteur à courant alternatif (à 50 ou 60 Hz).

10 Stéréophonie: différence de niveau entre les voies A et B

La différence de niveau entre les sorties A et B de la chaîne de transmission doit être mesurée avec le même signal sinusoïdal appliqué simultanément aux entrées des deux voies.

11 Stéréophonie: différence de phase entre les voies A et B

La différence de phase entre les sorties A et B de la chaîne de transmission doit être mesurée avec le même signal d'essai sinusoïdal appliqué simultanément aux entrées des deux voies.

Il est recommandé de conserver la polarité des signaux sonores.

12 Stéréophonie: diaphonie entre les voies A et B

– *Diaphonie linéaire*

On applique un signal d'essai sinusoïdal tour à tour à chaque voie et on mesure sélectivement le niveau du signal dans l'autre voie. L'affaiblissement diaphonique (exprimé en dB) est la différence entre les niveaux du signal dans chacune des deux voies.

– *Diaphonie non linéaire*

Le signal d'essai classique simulant des signaux radiophoniques (spécifié dans la Recommandation UIT-T J.19) est appliqué tour à tour à chacune des voies. Si l'autre voie est influencée par la diaphonie non linéaire, on peut observer une augmentation du niveau du bruit pondéré.

La tension majorée du bruit N_s est constituée de la somme des deux éléments contribuant au bruit, à savoir le bruit N_0 de la voie au repos et le bruit apporté par diaphonie non linéaire N_{cT} . Cette dernière tension se calcule à l'aide de la formule:

$$N_{cT} = \sqrt{(N_s)^2 - (N_0)^2}$$

La diaphonie non linéaire est exprimée comme le rapport du signal maximal permis à ce niveau de diaphonie non linéaire (c'est-à-dire, SMP/N_{cT}).

ANNEXE 3

TABLEAU 1

**Valeurs «cible» réalistes pour les caractéristiques
d'une chaîne de transmission radiophonique de référence**

Caractéristiques (pour les détails, voir l'Annexe 2)	Signal d'essai		Ensemble du circuit radiophonique (A-B) ⁽¹⁾	Ensemble d'émission- réception (B-C) ⁽¹⁾	Ensemble de la chaîne de référence (A-C) ⁽¹⁾
	Fréquence	Niveau			
Largeur de bande nominale (voir le § 1)	–	–	40 Hz-15 kHz	40 Hz-15 kHz	40 Hz-15 kHz
Réponse amplitude/fréquence (voir le § 2)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 14 kHz 14 kHz- 15 kHz	-12 dBu0s	+0,2/ -1,0 dB +0,2/ -0,2 dB +0,2/ -1,0 dB +0,2/ -1,4 dB	+0,4/ -1,5 dB +0,4/ -0,4 dB +0,4/ -1,5 dB +0,4/ -2,3 dB	+0,5/ -2,0 dB +0,5/ -0,5 dB +0,5/ -2,0 dB +0,5/ -3,0 dB
Variation du temps de propagation de groupe (voir le § 3)	40 Hz 15 kHz	-12 dBu0s	18 ms 4 ms	37 ms 8 ms	55 ms 12 ms
Distorsion harmonique totale (voir le § 4)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 1 kHz	+9 dBu0s	-46 dB -52 dB	-42 dB -48 dB	-40 dB -46 dB
Erreur sur la fréquence restituée (voir le § 5)	Quelconque	-12 dBu0s	0,2 Hz	0	0,2 Hz
Erreur dans la réponse amplitude/amplitude (voir le § 6)	1 kHz	+9 dBu0s -31 dBu0s	0,4 dB	0,8 dB	1,0 dB
Stabilité du niveau (pendant une période de 24 heures) (voir le § 7)	1 kHz	-12 dBu0s	0,6 dB	0,8 dB	1,0 dB
Bruit et brouillage par fréquence unique: – bruit de la voie au repos – bruit à modulation radiophonique – bruit à modulation radiophonique – fréquence unique (voir le § 8)	– 60 Hz 60 Hz –	– -31 dBu0s +9 dBu0s –	53 dB 53 dB 43 dB 73 dB	56 dB 56 dB 46 dB 76 dB	51 dB 51 dB 41 dB 71 dB
Modulation perturbatrice par l'alimentation en énergie (voir le § 9)	1 kHz	0 dBu0s	51 dB	47 dB	45 dB
Différence de niveau entre les voies A et B (voir le § 10)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 14 kHz 14 kHz- 15 kHz	-12 dBu0s	1,0 dB 0,5 dB 1,0 dB 2,0 dB	1,0 dB 0,5 dB 0,5 dB 1,0 dB	1,5 dB 1,0 dB 1,5 dB 2,5 dB
Différence de phase entre les voies A et B (voir le § 11)	40 Hz 40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 15 kHz 15 kHz	-12 dBu0s	15° (²) 10° (²) 15°	10° (²) 8° (²) 10°	20° (²) 15° (²) 25°
Diaphonie entre les voies A et B: – diaphonie linéaire – diaphonie non linéaire (voir le § 12)	40 Hz 40 Hz -300 Hz 300 Hz - 4 kHz 4 kHz- 15 kHz 15 kHz Signal simulant les signaux radiophoniques (Recommandation UIT-T J.19)	0 dBu0s	46 dB (²) 56 dB (²) 46 dB 60 dB	22 dB (²) (²) 26 dB (³)	21 dB (²) 35 dB (²) 25 dB (³)

(1) Les valeurs données pour les sections A-B et B-C et pour l'ensemble de la chaîne de transmission (A-C) sont souhaitables, et il faut en tenir compte lors de la conception des nouveaux réseaux de radiodiffusion nationaux.

(2) Les valeurs à l'intérieur de cette gamme sont obtenues par interpolation linéaire entre les valeurs pour les gammes adjacentes, sur un graphique à échelle de fréquences logarithmique.

(3) Les administrations sont priées de proposer des valeurs «cible».

ANNEXE 4

Les valeurs limites subjectives sont définies par le seuil de discrimination établi à l'aide d'expériences statistiques subjectives dans des conditions d'audition idéale. Ces valeurs ont été obtenues à la suite des études réalisées par des membres de l'UIT-R ou sont extraites de la documentation internationale.

TABLEAU 2

Valeurs limites subjectives

Caractéristique	Fréquence des signaux d'essai	Valeur limite subjective
Réponse amplitude/fréquence (voir le § 2 de l'Annexe 2)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 14 kHz 14 kHz- 15 kHz	$\pm 1,0$ dB $\pm 0,5$ dB $\pm 1,0$ dB $\pm 2,0$ dB
Variation du temps de propagation de groupe (voir le § 3 de l'Annexe 2)	40 Hz-15 kHz	Voir la Note 1
Distorsion de non-linéarité (voir le § 4 de l'Annexe 2)	40 Hz-1 kHz	-52 dB Voir la Note 2
Erreur sur la fréquence restituée (voir le § 5 de l'Annexe 2)	Quelconque	0,25 Hz
Erreur dans la réponse amplitude/amplitude (voir le § 6 de l'Annexe 2)	1 kHz	Voir la Note 1
Stabilité du niveau (pendant une période de 24 heures) (voir le § 7 de l'Annexe 2)		1 dB Voir la Note 3
Bruit et brouillage par fréquence unique: - conditions de la voie au repos - niveau du signal d'essai: +9 dBu0s - niveau du signal d'essai: -31 dBu0s - brouillage par fréquence unique (voir le § 8 de l'Annexe 2)	- 60 Hz 60 Hz -	70 dB Voir la Note 1 Voir la Note 1 80 dB
Modulation perturbatrice par l'alimentation en énergie (voir le § 9 de l'Annexe 2)		Voir la Note 1
Différence de niveau entre les voies A et B (voir le § 10 de l'Annexe 2)	40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 14 kHz 14 kHz- 15 kHz	2,0 dB 0,5 dB 1,5 dB 2,0 dB
Différence de phase entre les voies A et B (voir la Note 4) (voir le § 11 de l'Annexe 2)	40 Hz 40 Hz -125 Hz 125 Hz - 10 kHz 10 kHz- 15 kHz 15 kHz	45° Voir la Note 5 30° Voir la Note 5 90°
Diaphonie entre les voies A et B - Diaphonie linéaire - Diaphonie non linéaire (voir le § 12 de l'Annexe 2)	40 Hz 40 Hz -300 Hz 300 Hz - 4 kHz 4 kHz- 15 kHz 15 kHz Signal simulant les signaux radiophoniques (Recommandation UIT-T J.19)	15 dB Voir la Note 5 20 dB Voir la Note 5 15 dB Voir la Note 1

NOTE 1 – Les administrations sont invitées à indiquer des valeurs pour la limite subjective de cette caractéristique.

NOTE 2 – La valeur indiquée suppose que la distorsion est due essentiellement aux deuxième et troisième harmoniques.

NOTE 3 – Une variation de 1 dB n'est perceptible que s'il s'agit d'une variation brusque.

NOTE 4 – Les tolérances indiquées pour les différences de phase entre les voies A et B sont valables pour l'écoute stéréophonique; elles provoquent des variations inacceptables de la réponse amplitude/fréquence du signal monophonique (A + B). Les caractéristiques du signal monophonique imposent dès lors une exigence plus stricte sur la différence de phase entre les voies A et B et il en est tenu compte dans le Tableau 1 de l'Annexe 3.

NOTE 5 – Les valeurs à l'intérieur de cette gamme sont obtenues par interpolation linéaire entre les valeurs pour les gammes adjacentes, sur un graphique à échelle de fréquences logarithmique.

ANNEXE 5

Méthodes spéciales de mesure des caractéristiques de qualité en audiofréquence**1 Mesure de la distorsion de non-linéarité aux fréquences élevées dans les circuits pour signaux préaccentués****1.1 Introduction**

La distorsion de non-linéarité dans les circuits radiophoniques est le plus souvent mesurée par la méthode de distorsion harmonique totale (DHT), dans laquelle un signal sinusoïdal pur est envoyé dans le circuit en guise de signal d'essai. A la sortie, le signal sinusoïdal pur est éliminé du signal à l'aide d'un filtre, soit du type passe-haut, soit du type passe-bande, et les signaux restants donnent la DHT, leur amplitude étant exprimée par rapport à celle du signal de sortie complet.

Etant donné que la distorsion de non-linéarité est généralement la plus forte aux niveaux les plus élevés dans le circuit, on la mesure le plus souvent au niveau maximal que le circuit est capable de supporter, ou à proximité de ce niveau. C'est ce que l'on appelle habituellement, en radiodiffusion, le niveau maximal permis (NMP), à savoir +9 dBu0s.

Si la fréquence du signal d'essai est égale à plus d'un tiers de la fréquence limite de bande, par exemple si, dans un circuit à 15 kHz, le signal d'essai est supérieur à 5 kHz, toute composante de troisième harmonique produite dans le circuit sera incapable d'atteindre la sortie, et l'essai DHT sera sans valeur.

En conséquence, la non-linéarité dans la demi-décade supérieure d'un circuit à largeur de bande limitée, par exemple entre 5 kHz et 15 kHz dans un circuit à 15 kHz, ne peut être mesurée que par une méthode de mesure d'intermodulation dans laquelle deux signaux à des fréquences f_1 et f_2 sont mélangés pour produire le signal d'essai, et où les principaux produits d'intermodulation dans la bande, à des fréquences $f_2 - f_1$ pour la distorsion d'ordre pair et $2f_1 - f_2$ pour la distorsion d'ordre impair, sont mesurés et additionnés en valeurs quadratiques moyennes pour donner la mesure de la non-linéarité du circuit.

Cet essai mesure en fait les produits d'intermodulation ou de «battements». Il convient de noter que ce sont les produits non harmoniques non essentiels qui causent la majeure partie, sinon la totalité, de la dégradation subjective de la qualité du son due à la non-linéarité, et non les harmoniques qui tendent au contraire à ajouter de la «brillance» au son.

L'utilisation de la préaccentuation des fréquences élevées aux fins de réduction du bruit accroît la fréquence d'apparition et la gravité de cette distorsion et une méthode de mesure de cette distorsion est manifestement essentielle.

1.2 Méthode de mesure

Parmi les différentes méthodes proposées pour mesurer l'intermodulation, la préférée est celle dans laquelle les deux fréquences d'essai f_1 et f_2 équivalent à $2f_0$ et $3f_0 + \Delta$, où Δ est petit. Dans ce cas, les produits principaux d'intermodulation dans la bande sont $f_0 + \Delta$ et $f_0 - \Delta$ pour les non-linéarités d'ordre pair et d'ordre impair respectivement. Ces produits sont mesurés ensemble après passage dans un filtre passe-bande centré sur f_0 , et de bande passante étroite $\pm\Delta$, c'est-à-dire de largeur de bande 2Δ . Le filtre élimine les signaux d'essai initiaux ainsi que la majeure partie du bruit dans la bande, ce qui permet d'effectuer la mesure à des niveaux inférieurs de plus de 10 dB au bruit à large bande dans le circuit.

Les fréquences d'essai doivent être aussi élevées que possible dans la bande, mais pas au point de risquer un affaiblissement des composantes de fréquence élevée dû à la réduction de la réponse à proximité de la limite de la bande, qui pourrait affecter la précision de la mesure de non-linéarité. Dans l'essai adopté dans le projet de révision de la Publication 268 de la CEI «Équipement pour systèmes électroacoustiques, Troisième partie: Amplificateurs», les deux fréquences d'essai sont 8000 Hz et 11950 Hz. Dans cette configuration, f_0 est égal à 4000 Hz et Δ à -50 Hz. C'est ce que montre de manière schématique la Fig. 2.

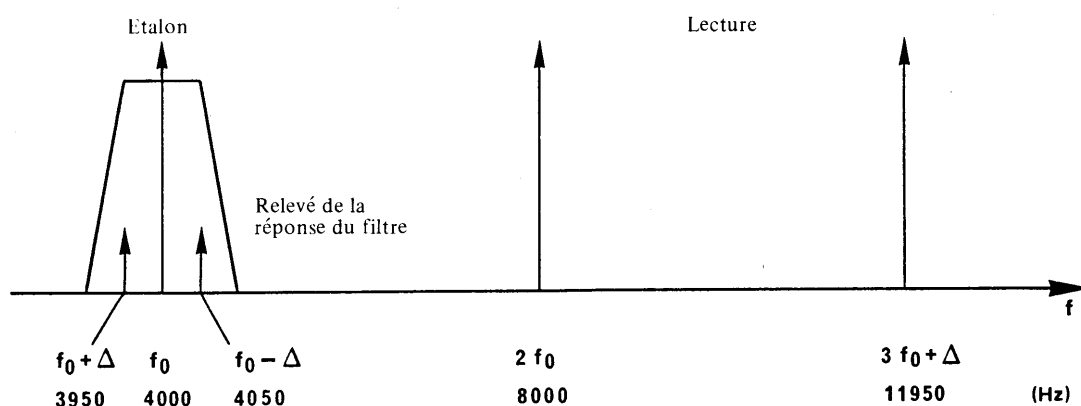


FIGURE 2 — Fréquences des signaux d'essai et produits de distorsion dans la bande

D02-sc

Dans la méthode décrite ci-dessus, les amplitudes des deux signaux d'essai à $2f_0$ et $3f_0 + \Delta$ sont égales. L'amplitude de crête d'un mélange de deux signaux d'amplitude égale, dont les fréquences ne sont pas dans un rapport entier petit, équivaut au double de l'amplitude de crête de chaque signal. Ainsi, pour tester le circuit à une amplitude de crête égale à celle d'une onde sinusoïdale unique à +9 dBu0s (NMP), l'amplitude de chaque signal doit être de +3 dBu0s. La puissance de ce signal somme vaut le double de celle des signaux individuels, c'est-à-dire qu'elle est égale à une seule onde sinusoïdale de +6 dBu0s dans le cas qui précède. Il faut toutefois souligner que la limitation du niveau que l'on peut appliquer à un circuit de programme concerne toujours l'amplitude de crête, c'est-à-dire la tension de crête, le courant de crête, l'excursion de crête, etc., qui vaut deux fois l'amplitude de chaque signal, ce qui veut dire qu'elle est supérieure de 6 dB.

La valeur efficace de la somme des produits d'intermodulation dans la bande, après passage dans un filtre passe-bande, est exprimée par rapport à la valeur efficace de l'UN des signaux composants (signaux sinusoïdaux) du signal d'essai, c'est-à-dire dans le cas susmentionné, une onde sinusoïdale unique à +3 dBu0s; ce rapport a une valeur numériquement très similaire à celle obtenue à partir d'une mesure DHT du même mécanisme non linéaire, de sorte que les techniciens plus familiers de l'ancienne méthode peuvent facilement l'évaluer. L'amplitude du signal d'essai à la sortie peut être mesurée directement à l'aide d'un instrument de mesure de la valeur quadratique vraie et en utilisant un niveau inférieur de 3 dB comme niveau de référence. Cette méthode est uniquement valable lorsque l'amplitude du niveau doit être établie avec un instrument de mesure dont le dispositif indicateur donne la valeur quadratique moyenne.

1.3 Nécessité d'un signal étalon

Cependant, il est important que les signaux acheminés sur des circuits de transmission radiophonique soient contrôlés avec les appareils de mesure usuellement employés pour les mesures de niveau dans les studios de radiodiffusion. Ceux-ci ne donnent pas la valeur efficace vraie. Le vumètre, qui lit des moyennes, comme l'indicateur de crête (PPM), qui lit des quasi-crêtes, sont étalonnés à l'aide d'un signal sinusoïdal et devraient donc être suffisamment précis pour la lecture de niveaux de signaux sinusoïdaux uniques. Ils ne permettent cependant pas la lecture de valeurs efficaces vraies ou de crêtes vraies pour d'autres types de signaux, notamment le signal d'essai à deux signaux. On peut cependant déduire le niveau de celui-ci avec précision d'après la lecture de ces instruments en envoyant d'abord, avant le signal d'essai principal, un signal étalon sinusoïdal unique dont le niveau est normalisé par rapport à celui du signal d'essai à deux signaux.

Le signal sinusoïdal étalon est à une fréquence f_0 , par exemple 4 kHz lorsque $2f_0$ est égal à 8 kHz. Si son niveau est de +3 dBu0s, il peut être utilisé directement pour étalonner le niveau de référence pour les mesures de distorsion. Toutefois, un signal au niveau d'alignement, 0 dBu0s, est mieux approprié, premièrement pour la lecture sur des vumètres et deuxièmement pour tester des circuits avec préaccentuation aux fréquences élevées, comme indiqué au Tableau 3. Comme le signal est sinusoïdal, il peut être lu avec précision par des vumètres standard, et avec la fréquence f_0 , il passe directement à travers le filtre passe-bande utilisé pour la mesure de la distorsion et fournit ainsi un moyen de vérifier l'étalonnage de l'instrument de lecture de la distorsion.

1.4 Mesure dans des circuits avec préaccentuation

La méthode à deux signaux, mesurant la distorsion totale avec fréquence-différence (DTFD), est supérieure à la méthode DTH pour des mesures à toutes les fréquences, mais aux fréquences élevées, c'est la seule qui soit efficace. Jusqu'à présent, on a supposé que la voie de transmission avait une réponse uniforme en amplitude et que ses possibilités en amplitude de crête étaient les mêmes à toutes les fréquences.

Toutefois, en radiodiffusion, une telle particularité ne se rencontre que dans les amplificateurs et le matériel numérique de qualité studio. Dans presque toutes les autres opérations de traitement des signaux, en enregistrement, transmission et émission MF, les fréquences élevées subissent une préaccentuation normalisée avant le traitement principal des signaux. A la sortie, le signal est désaccentué de manière complémentaire. Le but est de diminuer à la sortie, l'effet du bruit aux fréquences élevées, en partant de l'hypothèse implicite que les programmes comportent rarement des composantes à haute fréquence au voisinage des possibilités en crête du circuit. Bien que cette hypothèse puisse ne pas être valable pour certains types de programmes qui ont déjà subi une préaccentuation, spécialement certains programmes utilisés aujourd'hui, la préaccentuation est une pratique utilisée depuis longtemps par les radiodiffuseurs.

Un circuit de transmission est testé de manière classique en introduisant un signal d'essai dans ce circuit en un point où la réponse de fréquence est plate, c'est-à-dire avant toute préaccentuation. A nouveau, le résultat est lu de manière conventionnelle en un point où la réponse de fréquence est également plate, c'est-à-dire après la désaccentuation. Ainsi, tout signal d'essai introduit à l'entrée du circuit atteint le principal trajet de transmission sous une forme préaccentuée. En conséquence, un signal à hautes fréquences déjà optimisé pour charger complètement un circuit à réponse plate, surchargera gravement le trajet pour signaux préaccentués.

Par exemple, si le signal d'essai de la CEI, composé d'un mélange de deux signaux à 8 000 Hz et à 11 950 Hz, chacun à +3 dBu0s, est envoyé à travers un circuit préaccentué selon la Recommandation UIT-T J.17 avec une perte de 6,50 dB à 800 Hz, son niveau de crête, identique au départ à celui d'une sinusoïde unique à +9 dBu0s, augmentera après préaccentuation pour atteindre

une valeur équivalente à +14,89 dBu0s. Cette valeur se situe à 2,89 dB au-dessous du point de surcharge de +12 dBu0s spécifié pour les méthodes de codages numériques de l'UIT-R A1, A2, A3 et A4, et seulement à 0,11 dB en dessous du point de surcharge de +15 dBu0s pour la méthode B5.

Cependant, si un tel signal, optimisé pour tester un trajet à réponse plate, est d'abord désaccentué selon la même caractéristique avant d'être appliqué à l'entrée, il atteindra le trajet pour signaux préaccentués exactement sous la même forme, et le testera exactement sous la même façon qu'il l'aurait fait dans des conditions de non-accentuation sur un trajet à réponse plate. Cette désaccentuation ne nécessite pas de faire appel à un réseau sélectif. Etant donné que le signal n'est composé que de deux signaux composants aux fréquences $2f_0$ et $3f_0 + \Delta$, le même effet est obtenu tout aussi bien en affaiblissant chacun d'eux au moyen d'une désaccentuation appropriée à l'intérieur du générateur avant de les mélanger et de les introduire à l'entrée. A la sortie, l'amplitude des produits d'intermodulation est comparée au niveau de référence, dont la valeur est inférieure de 3 dB à la valeur efficace de la somme des deux signaux d'essai. Il convient de noter qu'aucune préaccentuation complémentaire n'est nécessaire avant la lecture du signal de sortie. Le rapport distorsion/signal total est mesuré tel qu'il apparaît à la sortie.

Dans la méthode permettant de contrôler le niveau du signal à l'aide d'appareils de mesure du niveau de radiodiffusion utilisant un signal d'étalonnage à f_0 , c'est-à-dire proche de 4 kHz, le niveau de la somme des signaux d'essai, après désaccentuation à la sortie, est déduit de l'amplitude du signal étalon. On évalue la différence entre ce niveau et la moyenne des puissances des signaux d'essai (voir au Tableau 3 la ligne «moyenne efficace 8 kHz + 12 kHz»). L'amplitude des produits d'intermodulation est ensuite ajustée en fonction de cette valeur et lue par rapport au niveau d'étalonnage. Dans ce cas, on applique un affaiblissement de 3 dB aux produits de distorsion pour une réponse plate, et on utilise différents gains pour les diverses normes de préaccentuation. On trouvera à la Fig. 3 une présentation schématique de l'équipement.

Le Tableau 3 montre les niveaux pour les diverses parties du circuit. Il suppose que, bien qu'il n'y ait pas de produits d'intermodulation ($-\infty$ dBu0s) dans le signal d'essai d'entrée, des produits d'intermodulation de même niveau, pris arbitrairement aux fins d'exemple à -37 dBu0s, sont produits dans chaque type de trajet pour signaux préaccentués, quand les niveaux du signal d'essai sont identiques. Cela montre comment, avec une préaccentuation croissante, le même rapport d'intermodulation à haute fréquence dans le trajet pour signaux préaccentués produit un rapport plus important des produits de distorsion dans la bande à la sortie désaccentuée.

1.5 Utilisation avec différentes caractéristiques de préaccentuation

Bien que les fréquences des signaux d'essai dans les exemples donnés ici soient celles recommandées dans la Partie 3 de la Publication 268 de la CEI, à savoir $2f_0$ à 8000 Hz et $3f_0 + \Delta$ à 11950 Hz, des ensembles de fréquences légèrement différents sont utilisés pour les différentes normes de préaccentuation utilisées en radiodiffusion. La Fig. 4 montre schématiquement comment chaque ensemble de fréquences est décalé par rapport à l'ensemble voisin. Un rapport de décalage d'environ 1,03 est suffisant pour faire en sorte que les signaux pour une norme de préaccentuation, avec ses réglages spécifiques de niveau et de gain, ne puissent être reçus par erreur dans un équipement prévu pour recevoir une autre norme nécessitant des réglages différents. Les bandes passantes des filtres de lecture étant chacune d'environ $\pm 1\%$ autour de f_0 , tout signal d'étalonnage provenant d'une voie voisine sera affaibli d'au moins 30 dB. Cette méthode permet d'alerter l'opérateur à la réception si ses réglages ne sont pas adaptés au signal entrant, et empêche pratiquement toute mesure si la caractéristique de préaccentuation choisie n'est pas la bonne.

TABLEAU 3

Niveaux de signaux, réglages de gain et valeurs relatives
pour les mesures d'intermodulation

Type de préaccentuation	Réponse linéaire	Recommandation UIT-T J.17	50 μ s/15 μ s	50 μ s
<i>Niveau d'entrée (dBu0s) avant préaccentuation</i>				
étalonnage 4 kHz	0,0	0,0	0,0	0,0
composante f_1 8 kHz	+3,0	-2,6	-3,7	-5,6
composante f_2 \approx 12 kHz	+3,0	-3,1	-5,2	-8,8
distorsion \approx 4 kHz	$-\infty$	$-\infty$	$-\infty$	$-\infty$
<i>Niveau (dBu0s) dans le trajet pour signaux préaccentués</i>				
étalonnage 4 kHz	0,0	+3,5	+3,5	+4,1
composante f_1 8 kHz	+3,0	+3,0	+3,0	+3,0
composante f_2 \approx 12 kHz	+3,0	+3,0	+3,0	+3,0
distorsion \approx 4 kHz	-37,0	-37,0	-37,0	-37,0
<i>Niveau de sortie (dBu0s) après désaccentuation</i>				
étalonnage 4 kHz	0,0	0,0	0,0	0,0
composante f_1 8 kHz	+3,0	-2,6	-3,7	-5,6
composante f_2 \approx 12 kHz	+3,0	-3,1	-5,2	-8,8
moyenne efficace 8 kHz + 12 kHz	+3,0	-2,8	-4,4	-6,9
distorsion \approx 4 kHz	-37,0	-40,5	-40,5	-41,1
<i>Taux de distorsion (dB)</i>	-40,0	-37,7	-36,1	-34,2

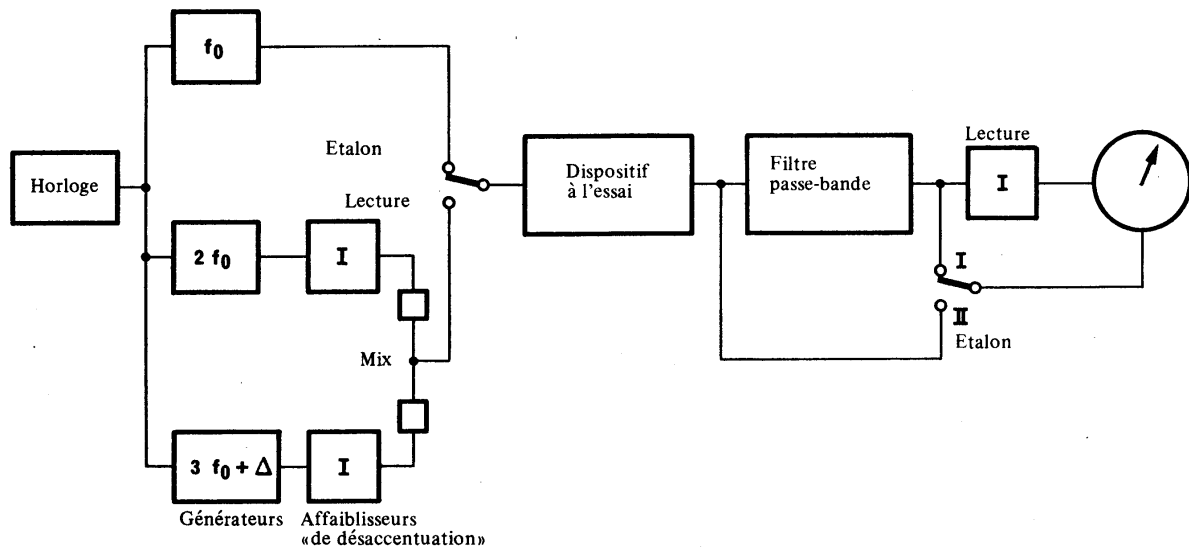


FIGURE 3 — Schéma de principe de l'équipement de mesure

Dans le mode I, les signaux «étalon» et «lecture» sont envoyés séquentiellement.

Dans le mode II, seul le signal «lecture» (deux signaux) est envoyé. Les fréquences du générateur, les affaiblissements et les filtres passe-bande changent avec la préaccentuation.

On prévoit que les caractéristiques à réponse plate ou la Recommandation UIT-T J.17 seront utilisées pour les essais des chaînes de transmission, et que les caractéristiques 50µs/15µs et 50µs seront utilisées pour les essais des chaînes d'émission. Les mesures pour une chaîne constituée de liaisons avec différentes caractéristiques seront effectuées pour la caractéristique ayant la préaccentuation haute fréquence la plus élevée.

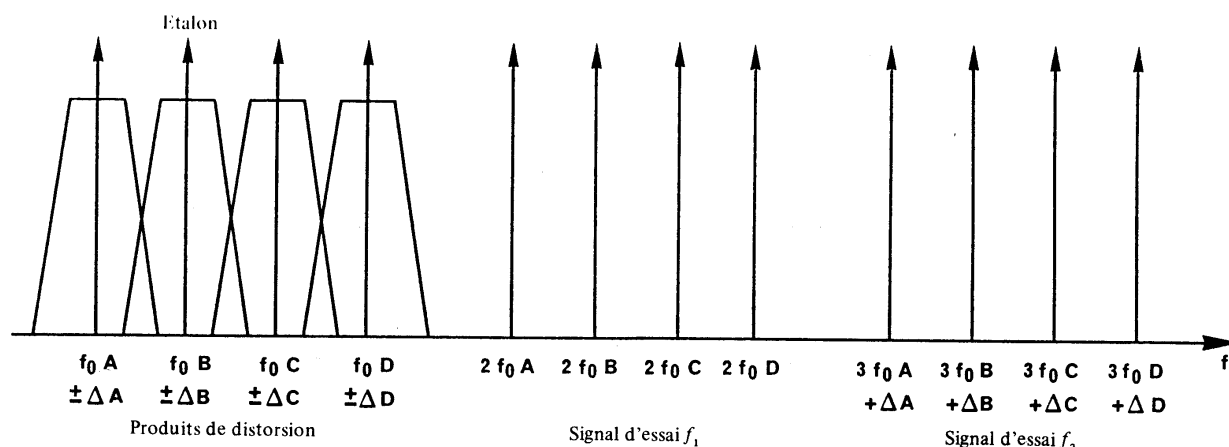


FIGURE 4 – Signaux d'essai et produits de distorsion avec différentes caractéristiques de préaccentuation (A, B, C et D)

D04-sc

1.6 Conclusion

La méthode décrite dans la présente Recommandation est une méthode simple de mesure de distorsion non linéaire à l'extrémité supérieure de la bande audiofréquence. Elle est facile à mettre en œuvre et permet de faire des mesures dans divers circuits préaccentués avec un risque minimal d'erreurs concernant l'alignement des niveaux ou le choix des caractéristiques de préaccentuation.

2 Méthode de mesure du bruit impulsif

Pendant la transmission de signaux sonores, des bruits de courte durée apparaissent fréquemment se traduisant souvent à la reproduction acoustique de manière perceptible et perturbatrice sous forme de clics. Il n'existe pas actuellement de procédures de mesure appropriée du paramètre «bruit impulsif» qui tienne compte de l'effet perturbateur subjectif, c'est-à-dire la gêne.

Des études statistiques subjectives approfondies ont été menées en République démocratique allemande sur tous les facteurs influant sur la gêne subjective due au bruit impulsif. Suite à ces recherches, la méthode de mesure du bruit impulsif suivante est suggérée.

Pour la mesure sélective en fréquence du bruit impulsif, il est proposé de faire appel à la «valeur de crête pondérée d'impulsion \hat{U}_{IW} », définie comme suit:

$$\hat{U}_{IW}(\text{dB}) = 20 \cdot \log \left(\frac{\hat{U}}{U_0} \right) + 20 \cdot \log (k_1 \times k_2 \times k_3)$$

où k_1 , k_2 et k_3 sont les facteurs d'évaluation objective relatifs respectivement à la durée d'impulsion t_i , à la forme de l'impulsion $u(t)$, à la fréquence de récurrence des impulsions f_p qui résultent de tableaux d'évaluation subjective prédéterminés. Le calcul de la valeur \hat{U}_{IW} ne peut être effectué qu'au moyen d'un système de mesure informatisé. Pour ce faire, l'impulsion est d'abord mémorisée

et analysée. L'amplitude d'impulsion U et sa durée t_i peuvent être directement mesurées, ainsi que l'intervalle d'apparition de l'impulsion suivante. La forme de l'impulsion peut être déterminée par analyse spectrale au moyen d'analyseur à transformée de Fourier rapide ou, plus simplement, par comparaison avec des formes d'impulsion prédéterminées. A partir des valeurs mesurées de t_i , $u(t)$ et de f_p , les facteurs k_1 , k_2 et k_3 sont déterminés en utilisant les tableaux d'évaluation subjective puis la valeur de \hat{U}_{IW} est calculée.

Lorsqu'on évalue la qualité des équipements de studio et des liaisons de transmission, la valeur \hat{U}_{IW} peut servir pour mesurer l'important paramètre «bruit impulsif». Pour ce qui est de la spécification d'une valeur admissible, il est nécessaire de procéder à un complément d'étude.
