

NORME INTERNATIONALE

ISO
226

Première édition
1987-05-01



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION
ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION
МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

Acoustique — Lignes isosoniques normales

Acoustics — Normal equal-loudness level contours

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 226:1987

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7919f81c-7cad-4a4f-824c-db3cd562450e/iso-226-1987>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est normalement confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 226 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*.

Elle annule et remplace la Recommandation ISO/R 226 : 1961 et l'ISO 454 : 1975, dont elle constitue une révision technique.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

Acoustique — Lignes isosoniques normales

0 Introduction

Les courbes qui définissent la relation entre les fréquences de sons purs et leurs niveaux de pression acoustique pour un niveau d'isotonie constant (lignes isosoniques) expriment une propriété essentielle du système auditif humain et sont d'une importance fondamentale en acoustique subjective.

De même que d'autres phénomènes subjectifs, la relation de sonie varie légèrement d'une personne à une autre mais, pour un groupe d'individus, dans une gamme d'âge restreinte, sans altération de l'audition, la valeur de la tendance centrale peut être utilisée pour caractériser le groupe. La présente Norme internationale donne des courbes applicables aux sujets otologiquement normaux, âgés entre 18 et 30 ans.

Les données spécifiées dans la présente Norme internationale correspondent principalement à des sons purs continus, dans des conditions d'écoute binaurculaire, en ondes planes progressives libres, le sujet faisant face directement à la source de bruit (incidence frontale), le niveau de pression acoustique étant mesuré dans le champ d'ondes progressives libre, au niveau du centre de la tête du sujet mais en son absence. Pour d'autres conditions d'écoute ou d'autres configurations du champ acoustique, il existe différentes relations entre le niveau d'isotonie et le niveau de pression acoustique. Un exemple d'une autre configuration de champ acoustique est le champ diffus. La relation entre les conditions d'incidence frontale et celles de champ diffus ainsi que la fonction correspondante des niveaux d'isotonie pour des bandes étroites de bruit en champ diffus sont spécifiées en annexe de la présente Norme internationale.

NOTE — La relation entre les conditions d'incidence frontale et de champ diffus était également donnée dans l'ISO 454; l'inclusion de cette relation dans la présente édition de l'ISO 226 a rendu superflue l'ISO 454 qui a été annulée (voir l'«Avant-propos»).

Le seuil d'audition peut être considéré comme un cas particulier d'isotonie; les niveaux de pression acoustique liminaires correspondants [champ minimal perceptible (MAF)] sont donnés dans la présente Norme internationale. Il est à souligner que le champ minimal perceptible diffère du zéro audiométrique spécifié dans l'ISO 389, puisque cette dernière grandeur correspond à une écoute monaurculaire par écouteurs, les niveaux de pression acoustique étant mesurés sur des coupleurs ou des oreilles artificielles spécifiés. Il n'est donc pas approprié de faire des comparaisons directes entre les données de l'ISO 389 et celles de la présente Norme internationale.

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie la relation entre le niveau de pression acoustique et la fréquence de sons purs (sinusoïdaux) continus, dans des conditions de niveaux d'isotonie constants, dans les conditions suivantes :

- a) la source de bruit fait face directement à l'auditeur (incidence frontale);
- b) le champ acoustique en l'absence de l'auditeur est une onde plane progressive libre;
- c) le niveau de pression acoustique est mesuré dans l'onde plane progressive libre en l'absence de l'auditeur;
- d) l'écoute est binaurculaire;
- e) les conditions d'isotonie sont déterminées par la valeur modale des jugements d'un nombre suffisamment important d'auditeurs;
- f) les auditeurs sont des sujets otologiquement normaux âgés de 18 à 30 ans inclusivement.

La relation est exprimée au moyen d'une équation bilinéaire, le niveau de pression acoustique étant la variable indépendante et le niveau de sonie la variable dépendante, pour les fréquences préférentielles de tiers d'octave comprises entre 20 et 12 500 Hz inclusivement.

NOTES

1 Conventionnellement, la variable dépendante de référence est le niveau de pression acoustique d'un son de 1 000 Hz, c'est-à-dire le niveau d'isotonie en phones. Cependant, la forme de l'équation n'est pas modifiée (mais les coefficients sont différents) si les variables sont interverties ou si un son d'une autre fréquence dans la série des fréquences préférentielles de tiers d'octave est pris comme référence.

2 Les données de la présente Norme internationale sont très proches des relations de niveaux d'isotonie de bandes étroites de bruit aléatoire, de largeurs inférieures à la largeur de bande critique d'audition.

3 La limite supérieure de la gamme de fréquences ne peut pas être étendue à la fréquence préférentielle supérieure de tiers d'octave sans extrapolation des données expérimentales. Pour des informations complémentaires dans l'intervalle de 12 500 à 15 000 Hz, voir la référence [1].

Des présentations, graphiques et sous forme de tableaux résumés, sont données dans les annexes A et B.

L'annexe C spécifie les corrections à appliquer pour obtenir les relations de niveaux d'isotonie pour des bandes étroites de bruit aléatoire dans un champ acoustique diffus ainsi que la fonction de niveaux d'isotonie correspondante.

2 Références

ISO 131, *Acoustique — Expression des intensités physique et subjective d'un son ou d'un bruit aérien.*

ISO 266, *Acoustique — Fréquences normales pour les mesurages.*

ISO 389, *Acoustique — Zéro normal de référence pour l'étalonnage des audiomètres à sons purs en conduction aérienne.*

3 Définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables dans l'hypothèse d'applicabilité des conditions spécifiées au chapitre 1, le cas échéant.

3.1 sonie : Indicateur de sensation auditive selon lequel les sons peuvent être rangés sur une échelle allant des sons les moins intenses vers les plus intenses.

3.2 niveau d'isotonie : Pour un son donné, niveau de pression acoustique d'un son de référence, consistant en une onde plane progressive libre de fréquence 1 000 Hz, émise directement face à l'auditeur, dont l'intensité est jugée, par des sujets otologiquement normaux, égale à celle du son donné. Le niveau d'isotonie est exprimé en phones.

3.3 fonction de niveaux d'isotonie : Pour un son pur de fréquence donnée ou pour une bande étroite de bruit de bande de fréquences donnée, relation entre le niveau d'isotonie, exprimé en phones, et le niveau de pression acoustique, exprimé en décibels.

3.4 ligne isotonique : Sur un graphique ayant comme coordonnées la fréquence et le niveau de pression acoustique, ligne joignant les points dont les coordonnées représentent des sons purs ou des bandes étroites de bruit jugés de même intensité.

3.5 fonction de niveaux d'isotonie normale : Fonction de niveaux d'isotonie correspondant à la valeur modale des jugements de sujets otologiquement normaux, âgés de 18 à 30 ans inclusivement.

3.6 ligne isotonique normale : Ligne isotonique correspondant à la valeur modale des jugements de sujets otologiquement normaux de 18 à 30 ans inclusivement.

3.7 seuil d'audition : Niveau d'un son pour lequel, dans des conditions spécifiées, un individu donne 50 % de réponses correctes de détection, au cours d'essais répétés.

3.8 sujet otologiquement normal : Personne en état normal de santé, exempte de signes ou de symptômes d'affections otologiques, sans cérumen dans les conduits auditifs externes et qui n'a pas été exposée au bruit de façon excessive.

3.9 champ minimal perceptible (MAF) : À une fréquence donnée, niveau de pression acoustique d'un son pur ou d'une bande étroite de bruit, correspondant à la valeur modale du seuil d'audition binaurculaire de sujets otologiquement normaux, âgés de 18 à 30 ans inclusivement.

3.10 bande critique : Bande de fréquences de largeur maximale à l'intérieur de laquelle la sonie d'une bande de bruit aléatoire à distribution continue, et de niveau de pression acoustique constant est indépendante de sa largeur de bande.

4 Spécifications

Le niveau d'isotonie, L_N , en phones, d'un son pur de fréquence f , en hertz, est donnée par l'équation

$$L_N = 4,2 + \frac{a_f(L_f - T_f)}{1 + b_f(L_f - T_f)} \quad \dots (1)$$

où

L_f est le niveau de pression acoustique du son, en décibels (référence : 20 μ Pa);

T_f est le niveau de pression acoustique liminaire du son, en décibels, donné au tableau 1;

a_f et b_f sont des paramètres en fonction de la fréquence, donnés au tableau 1.

L'équation (1) s'applique, à chaque fréquence, aux valeurs de L_f comprises entre la valeur limite inférieure T_f et les valeurs limites supérieures suivantes :

de	20 à 1 000 Hz	: 120 dB
de	1 250 à 8 000 Hz	: 110 dB
à	10 000 et 12 500 Hz	: 100 dB

NOTES

1 L'utilisation de l'équation en dehors de ces limites implique généralement une extrapolation des données expérimentales.

2 Une représentation graphique des lignes isotoniques est donnée en annexe A. L'annexe B donne des tableaux de valeurs numériques donnant le niveau d'isotonie en fonction du niveau de pression acoustique et vice versa, pour des intervalles de 10 phone et de 10 dB respectivement.

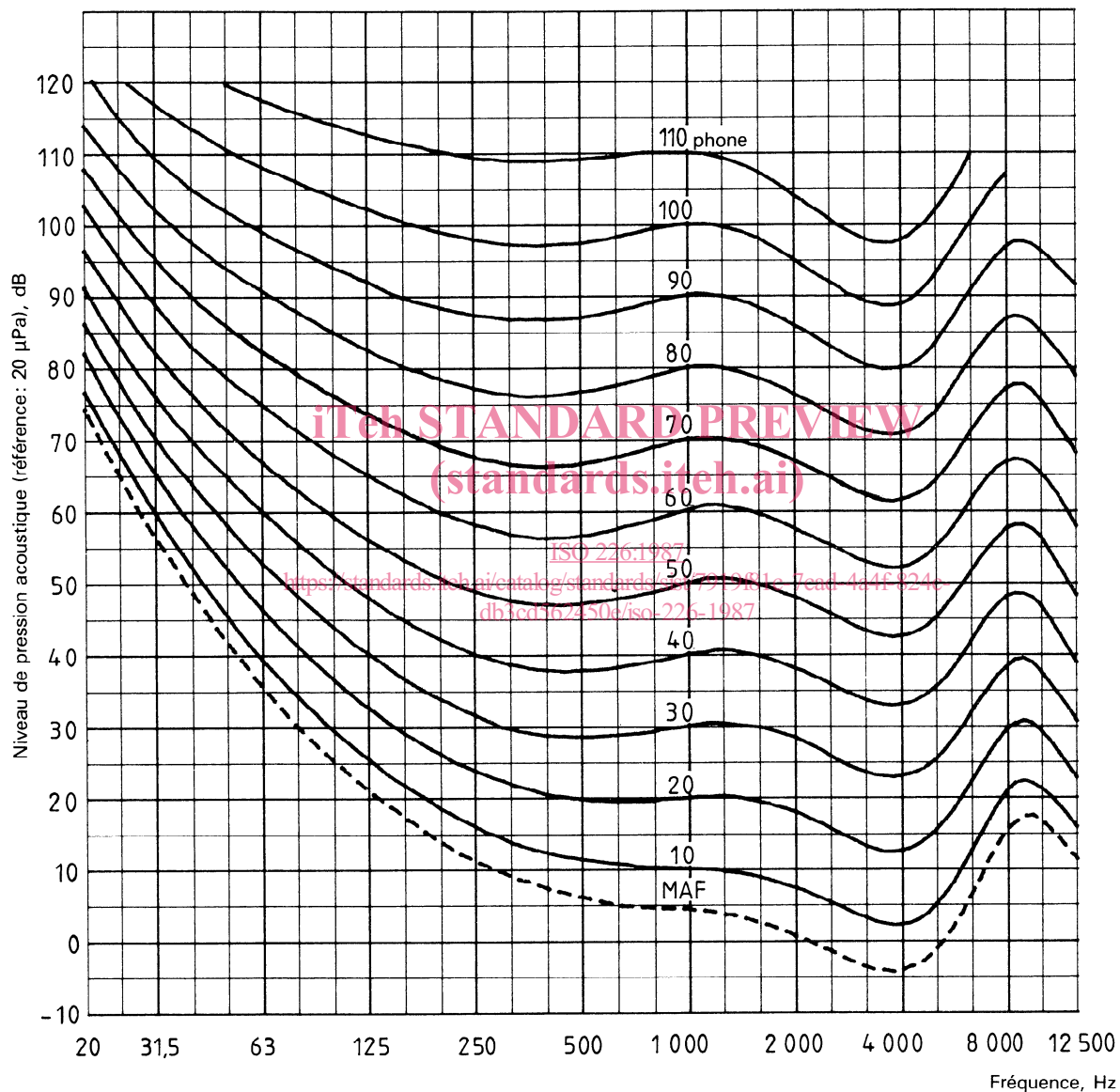
Tableau 1 — Paramètres de la fonction de niveaux d'isotonie

Fréquence, f Hz	a_f dB-1	b_f dB-1	T_f (référence : 20 μ Pa) dB
20	2,347	0,005 61	74,3
25	2,190	0,005 27	65,0
31,5	2,050	0,004 81	56,3
40	1,879	0,004 04	48,4
50	1,724	0,003 38	41,7
63	1,597	0,002 86	35,5
80	1,512	0,002 59	29,8
100	1,466	0,002 57	25,1
125	1,426	0,002 56	20,7
160	1,394	0,002 55	16,8
200	1,372	0,002 54	13,8
250	1,344	0,002 48	11,2
315	1,304	0,002 29	8,9
400	1,256	0,002 01	7,2
500	1,203	0,001 62	6,0
630	1,135	0,001 11	5,0
800	1,062	0,000 52	4,4
1 000	1	0	4,2
1 250	0,967	-0,000 39	3,7
1 600	0,943	-0,000 67	2,6
2 000	0,932	-0,000 92	1,0
2 500	0,933	-0,001 05	- 1,2
3 150	0,937	-0,001 04	- 3,6
4 000	0,952	-0,000 88	- 3,9
5 000	0,974	0,000 55	- 1,1
6 300	1,027	0,000 00	6,6
8 000	1,135	0,000 89	15,3
10 000	1,266	0,002 11	16,4
12 500	1,501	0,004 88	11,6

Annexe A

Représentation graphique des lignes isosoniques et du champ minimal perceptible (MAF)

(Cette annexe fait partie intégrante de la norme.)



NOTES

- 1 Le champ minimal perceptible (MAF), indiqué par la courbe en pointillés, correspond à la ligne isosonique de 4,2 phone.
- 2 Il n'est pas recommandé d'extrapoler les courbes. Pour des indications au-delà de l'intervalle représenté sur le graphique, voir la référence [1].

Figure — Lignes isosoniques normales pour sons purs (écoute binaurculaire en champ libre, incidence frontale)

Annexe B

Valeurs numériques de la fonction de niveaux d'isotonie pour sons purs dans des conditions d'écoute en champ libre

(Cette annexe fait partie intégrante de la norme.)

NOTE — Il est recommandé, pour l'utilisation pratique, d'arrondir les valeurs des tableaux à 0,5 dB ou à 0,5 phone près.

Tableau 2 — Niveau d'isotonie de sons purs, en phones, en fonction du niveau de pression acoustique en champ libre, en décibels, dans l'intervalle de fréquences de 20 à 12 500 Hz

Niveau d'isotonie, phone	Niveau de pression acoustique, dB (référence : 20 µPa)													
	Fréquence, Hz													
	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400
10	76,8	67,7	59,2	51,5	45,1	39,2	33,7	29,1	24,8	21,0	18,1	15,6	13,4	11,9
20	81,3	72,5	64,3	57,1	51,2	45,7	40,5	36,2	32,1	28,5	25,7	23,3	21,4	20,1
30	86,0	77,6	69,7	62,9	57,5	52,4	47,7	43,5	39,7	36,2	33,5	31,4	29,6	28,6
40	91,0	82,9	75,4	69,0	64,0	59,5	55,0	51,1	47,5	44,3	41,7	39,7	38,2	37,4
50	96,2	88,5	81,3	75,4	70,9	66,7	62,7	59,1	55,7	52,6	50,3	48,4	47,1	46,5
60	101,7	94,4	87,6	82,1	78,0	74,3	70,6	67,3	64,2	61,4	59,2	57,5	56,3	56,0
70	107,6	100,7	94,3	89,2	85,5	82,2	78,8	75,8	73,0	70,4	68,4	66,9	66,0	65,8
80	113,7	107,3	101,3	96,6	93,3	90,4	87,4	84,7	82,2	79,9	78,1	76,8	76,0	75,9
90	—	114,4	108,7	104,4	101,5	99,0	96,3	93,9	91,8	89,8	88,1	87,0	86,4	86,4
100	—	—	116,6	112,6	110,1	107,9	105,6	103,6	101,8	100,1	98,7	97,8	97,2	97,3
110	—	—	—	—	119,1	117,2	115,3	113,6	112,3	110,8	109,7	109,0	108,5	108,6
120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7919f81c-7cad-4a4f-824c-db3cd562450e/iso-226-1987>

Tableau 2 (fin)

Niveau d'isotonie, phone	Niveau de pression acoustique, dB (référence : 20 µPa)														
	Fréquence, Hz														
	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	3 150	4 000	5 000	6 300	8 000	10 000	12 500
10	10,9	10,1	9,9	10,0	9,7	8,7	7,2	5,0	2,6	2,2	4,8	12,2	20,4	21,0	15,5
20	19,4	19,1	19,4	20,0	19,9	19,2	17,7	15,4	13,0	12,5	15,0	22,0	29,4	29,2	22,7
30	28,2	28,3	29,0	30,0	30,1	29,5	28,0	25,7	23,2	22,6	25,0	31,7	38,5	37,7	30,4
40	37,3	37,7	38,7	40,0	40,2	39,6	38,1	35,7	33,1	32,5	34,9	41,5	47,8	46,5	38,6
50	46,6	47,2	48,5	50,0	50,2	49,6	48,0	45,5	42,9	42,3	44,7	51,2	57,2	55,6	47,5
60	56,2	57,0	58,4	60,0	60,1	59,5	57,7	55,1	52,5	51,8	54,4	60,9	66,7	65,0	57,0
70	66,0	67,0	68,4	70,0	70,0	69,3	67,3	64,5	61,8	61,3	64,0	70,7	76,4	74,8	67,4
80	76,2	77,1	78,5	80,0	79,8	78,9	76,7	73,7	71,0	70,5	73,5	80,4	86,3	84,9	78,6
90	86,6	87,5	88,7	90,0	89,5	88,4	85,9	82,7	80,0	79,6	82,9	90,1	96,3	95,5	90,9
100	97,4	98,1	99,0	100,0	99,1	97,7	94,9	91,5	88,8	88,5	92,2	99,9	106,6	—	—
110	108,6	109,0	109,5	110,0	108,6	107,0	103,8	100,1	97,4	97,3	101,4	109,6	—	—	—
120	120,0	120,0	120,0	120,0	—	—	—	108,6	105,9	106,0	—	—	—	—	—

Tableau 3 — Niveau de pression acoustique, en décibels, en fonction du niveau d'isotonie, en phones, dans l'intervalle de fréquences de 20 à 12 500 Hz

Niveau de pression acoustique, dB (référence : 20 µPa)	Niveau d'isotonie, phone													
	Fréquence, Hz													
	20	25	31,5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,6	7,7
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,6	12,6	15,8	18,3	19,9
30	—	—	—	—	—	—	4,5	11,3	17,2	22,0	25,5	28,3	30,4	31,6
40	—	—	—	—	—	11,3	19,2	25,2	30,4	34,7	37,9	40,3	42,1	42,8
50	—	—	—	7,2	18,1	26,4	33,2	38,5	43,1	46,9	49,7	51,8	53,2	53,7
60	—	—	11,7	25,0	33,9	40,8	46,5	51,2	55,1	58,5	60,9	62,7	63,9	64,2
70	—	14,9	30,5	41,5	48,7	54,3	59,3	63,2	66,6	69,5	71,7	73,2	74,1	74,2
80	17,2	34,6	47,8	56,9	62,7	67,2	71,4	74,8	77,6	80,1	82,0	83,2	83,9	84,0
90	38,1	52,6	63,6	71,1	75,8	79,5	82,9	85,8	88,1	90,2	91,8	92,8	93,4	93,4
100	56,9	68,9	78,2	84,4	88,2	91,2	94,0	96,3	98,2	99,9	101,2	102,0	102,5	102,4
110	74,0	83,9	91,7	96,9	99,9	102,3	104,6	106,4	107,8	109,3	110,3	110,9	111,3	111,2
120	89,6	97,6	104,2	108,6	110,9	112,9	114,8	116,1	117,1	118,2	119,0	119,4	119,7	119,7

Tableau 3 (fin)

Niveau de pression acoustique, dB (référence : 20 µPa)	Niveau d'isotonie, phone														
	Fréquence, Hz														
	500	630	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	3 150	4 000	5 000	6 300	8 000	10 000	12 500
0	—	—	—	—	—	—	—	5,3	7,6	7,9	5,3	—	—	—	—
10	9,0	9,8	10,1	10,0	10,3	11,2	12,7	14,8	17,1	17,6	15,1	7,7	—	—	—
20	20,7	20,9	20,6	20,0	20,1	20,8	22,2	24,4	26,9	27,4	25,0	18,0	9,5	8,7	16,3
30	32,0	31,8	31,0	30,0	29,9	30,5	32,0	34,3	36,8	37,5	35,0	28,2	20,7	20,9	29,5
40	43,0	42,4	41,3	40,0	39,8	40,4	41,9	44,4	47,0	47,7	45,2	38,5	31,6	32,7	41,6
50	53,6	52,8	51,5	50,0	49,8	50,4	52,0	54,7	57,4	58,1	55,4	48,8	42,4	43,9	52,7
60	63,9	63,0	61,6	60,0	59,9	60,5	62,3	65,2	68,0	68,7	65,8	59,0	53,0	54,7	63,0
70	74,0	73,0	71,6	70,0	70,0	70,8	72,9	76,0	78,9	79,4	76,3	69,3	63,4	65,2	72,4
80	83,7	82,8	81,5	80,0	80,2	81,2	83,6	87,0	90,0	90,4	86,9	79,6	73,6	75,2	81,2
90	93,1	92,4	91,2	90,0	90,6	91,7	94,5	98,3	101,4	101,6	97,6	89,9	83,7	84,9	89,3
100	102,3	101,7	100,9	100,0	101,0	102,5	105,7	109,8	113,0	113,1	108,5	100,1	93,6	94,2	96,9
110	111,3	110,9	110,5	110,0	111,4	113,3	117,1	121,7	124,9	124,7	119,5	110,4	103,3	—	—
120	120,0	120,0	120,0	120,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Annexe C

Fonction de niveaux d'isophonie pour des bandes étroites de bruit aléatoire en champ diffus

(Cette annexe fait partie intégrante de la norme.)

La relation entre les niveaux de pression acoustique de bandes étroites de bruit aléatoire en champ diffus et en champ à incidence frontale pour une sonie constante, c'est-à-dire la différence algébrique entre les niveaux de pression acoustique d'une onde plane progressive libre en incidence frontale et d'un champ diffus, est donnée, en fonction de la fréquence, dans le tableau 4 (voir références [4] à [7]). Cette relation peut être utilisée comme facteur de correction pour obtenir la fonction de niveaux d'isophonie et les lignes isophoniques pour des bandes étroites de bruit aléatoire à partir des spécifications du chapitre 4 de la présente norme internationale correspondant à des sons purs en incidence frontale. Par bande étroite de bruit, on entend ici une bande de largeur inférieure aux largeurs des bandes critiques (voir, par exemple références [2] et [3]).

Le niveau d'isophonie, L_N , en phones, d'une bande étroite de bruit centrée sur la fréquence f , en hertz, est donnée par l'équation

$$L_N = 4,2 + \frac{a_f(L_f - T'_f)}{1 + b_f(L_f - T'_f)} \quad (2)$$

où

L_f est le niveau de pression acoustique de la bande de bruit;

a_f et b_f sont des paramètres qui ont la même valeur que ceux donnés dans le tableau 1.

T'_f est le niveau de pression acoustique liminaire pour la bande de bruit, dans des conditions d'écoute en champ diffus; les valeurs de T'_f sont données dans le tableau 4; elles sont obtenues en soustrayant des valeurs de T_f , données dans le tableau 1, les valeurs de ΔL données dans le tableau 4.

NOTES

1 En pratique, l'utilisation de l'équation (2) pour des bandes de bruit de tiers d'octave au lieu de bandes critiques (ou plus étroites) n'introduit pas d'erreurs supérieures à 1 phone.

2 Les valeurs de ΔL , données dans le tableau 4, correspondent à des sujets otologiquement normaux, âgés de 18 à 25 ans. La présente Norme internationale considère la gamme d'âges élargie de 18 à 30 ans. En pratique, la différence sur les niveaux d'isophonie est négligeable.

Tableau 4 — Paramètres de la fonction de niveaux d'isophonie en champ diffus

Fréquence, f Hz	Valeurs de ΔL ($\Delta L = L_{\text{libre}} - L_{\text{diff}}$) ¹⁾ dB	T'_f (référence: 20 μ Pa) dB
20	0	74,3
25	0	65,0
31,5	0	56,3
40	0	48,4
50	0	41,7
63	0	35,5
80	0	29,8
100	0	25,1
125	0	20,7
160	0	16,8
200	0,3	13,5
250	0,6	10,6
315	0,9	8,0
400	1,2	6,0
500	1,6	4,4
630	2,3	2,7
800	2,8	1,6
1 000	3,0	1,2
1 250	2,0	1,7
1 600	0,0	2,6
2 000	-1,4	2,4
2 500	-2,0	0,8
3 150	-1,9	- 1,7
4 000	-1,0	- 2,9
5 000	0,5	- 1,6
6 300	3,0	3,6
8 000	4,0	11,3
10 000	4,3	12,1
12 500	—	—

1) La valeur de ΔL est la différence algébrique entre les niveaux de pression acoustique d'une onde plane progressive libre en incidence frontale, L_{libre} , et d'un champs diffus, L_{diff} , pour un même niveau d'isophonie.