
NORME INTERNATIONALE



532

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

Acoustique — Méthode de calcul du niveau d'isophonie

Acoustics — Method for calculating loudness level

Première édition — 1975-07-15

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 532:1975](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c8b11258-7fca-4e8f-8393-e58c327808ad/iso-532-1975)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c8b11258-7fca-4e8f-8393-e58c327808ad/iso-532-1975>

CDU 534.61

Réf. n° : ISO 532-1975 (F)

Descripteurs : acoustique, mesurage acoustique, pression sonore, bruyance, calcul.

AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. 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.

Avant 1972, les résultats des travaux des Comités Techniques étaient publiés comme Recommandations ISO; maintenant, ces documents sont en cours de transformation en Normes Internationales. Compte tenu de cette procédure, le Comité Technique ISO/TC 43 a examiné la Recommandation ISO/R 532 et est d'avis qu'elle peut, du point de vue technique, être transformée en Norme Internationale. La présente Norme Internationale remplace donc la Recommandation ISO/R 532-1966 à laquelle elle est techniquement identique.

La Recommandation ISO/R 532 avait été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Allemagne	Corée, Rép. de	Pays-Bas
Australie	Danemark	Royaume-Uni
Autriche	Finlande	Suède
Belgique	Grèce	Suisse
Brésil	Hongrie	Tchécoslovaquie
Canada	Inde	U.R.S.S.
Chili	Italie	U.S.A.
Colombie	Nouvelle-Zélande	Yougoslavie

Le Comité Membre du pays suivant avait désapprouvé la Recommandation pour des raisons techniques :

France

Les Comités Membres des pays suivants ont désapprouvé la transformation de la Recommandation ISO/R 532 en Norme Internationale :

Canada
U.S.A.

Acoustique – Méthode de calcul du niveau d'isophonie

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

0 INTRODUCTION

Il est souvent souhaitable d'obtenir une seule valeur pour exprimer la sonie ou le niveau d'isophonie d'un son déterminé. Un tel nombre peut être calculé si l'on dispose d'une analyse spectrale du son obtenue à partir de mesurages physiques. On doit comprendre que ce nombre est calculé par un procédé statistique, c'est-à-dire qu'il contient moins d'information que les mesures spectrales qui ont servi à le déterminer.

Cette analyse s'effectue souvent en bandes d'octave ou de tiers d'octave. Les sons dont le spectre en fonction de la fréquence ne présente pas de discontinuité brusque, peuvent être représentés convenablement au moyen d'une analyse en bandes d'octave, mais les sons qui contiennent de telles discontinuités peuvent exiger une analyse en bandes de tiers d'octave pour être convenablement représentés.

La présente Norme Internationale spécifie deux méthodes de calcul de la sonie ou du niveau d'isophonie d'un son

complexe qui diffèrent entre elles par non seulement la méthode d'analyse du son, mais aussi par les principes du calcul. La première méthode (Méthode A) utilise des mesures physiques obtenues par une analyse en bandes d'octave. La seconde (Méthode B) utilise une analyse spectrale en bandes de tiers d'octave.

En plus de la différence des largeurs de bandes utilisées pour les mesurages physiques de base, les deux méthodes diffèrent à d'autres égards et les résultats obtenus ne coïncident pas toujours. La Méthode B fournit en général des résultats un peu plus élevés que les résultats obtenus par la Méthode A avec les mêmes sons, la différence pouvant être de l'ordre de 5 phones, mais elle paraît tenir mieux compte des variations dans les spectres qui sont limités à d'étroites bandes de fréquence.

Les quantités calculées au moyen de l'une ou l'autre méthode doivent être affectées d'une référence spécifique à l'une ou l'autre de ces méthodes suivant le système de symboles et d'abréviations défini dans le tableau 1.

TABLEAU 1 – Désignations pour le calcul des sonies et des niveaux d'isophonie

Méthode	Quantité mesurée		Largeur de bande utilisée pour l'analyse	Champ acoustique
	sonie	niveau d'isophonie		
A	sones (OD)	phones (OD)	octave	diffus
B	{ sones (GD) sones (GF)	{ phones (GD) phones (GF)	1/3 octave	{ diffus libre

SECTION UN

MÉTHODE A DE CALCUL DE LA SONIE D'UN SON COMPLEXE
D'APRÈS UNE ANALYSE EN BANDES D'OCTAVE

1 GÉNÉRALITÉS

Cette section de la présente Norme Internationale spécifie un mode opératoire (Méthode A) de calcul de la sonie des sons complexes à caractère soutenu pour lesquels une analyse en bandes d'octave est appropriée. (On peut naturellement reconstituer une analyse en bandes d'octave d'après une analyse plus détaillée.) Le niveau mesuré dans chaque bande d'octave est transformé en un indice de sonie et on calcule alors la sonie totale en sones (OD) au moyen d'une formule empirique. La sonie totale ainsi calculée peut être transformée en un niveau d'isotonie exprimé en phones (OD) au moyen de la relation donnée dans l'ISO/R 131, *Expression de l'intensité physique et subjective d'un son ou d'un bruit*.

La Méthode A donne aussi des courbes qui fournissent des indications utiles pour l'étude ultérieure du son, en particulier dans le cas où l'on trace l'indice de sonie en ordonnée (voir note en 4.3).

La Méthode A comporte aussi des extensions pour des analyses faites en bandes de tiers d'octave ou de demi-octave. Cependant, pour le calcul de la sonie des bruits qui exigent une analyse en bandes de tiers d'octave, la Méthode B est recommandée.

La Méthode A a l'avantage de la simplicité et est destinée à être appliquée aux sons pour lesquels une analyse en bandes d'octave est appropriée. On rencontre dans cette classe de nombreux bruits intéressants dans la pratique.

Comme l'objet de cette section est de fournir une méthode simple et commode permettant de classer les sons complexes de niveaux et de spectres divers d'après leur intensité subjective, on a admis certaines hypothèses simplificatrices, et certaines approximations linéaires. La méthode est basée sur trois relations :

- 1) Une fonction reliant la sonie en sones au niveau d'isotonie en phones, identique à celle de l'ISO/R 131,
- 2) Une famille empirique de lignes isotoniques pour les bandes de son dans un champ acoustique diffus.
- 3) Une formule reliant la sonie totale d'un son aux indices de sonie des bandes de fréquence qui le composent.

Sur la base de ces relations empiriques, on peut calculer la sonie totale d'un son à l'aide d'un tableau ou d'un diagramme et d'une équation linéaire. Moyennant certaines restrictions indiquées ci-après, on peut attendre de la méthode recommandée qu'elle donne la sonie, ou le niveau d'isotonie, avec une précision suffisante pour les applications pratiques.

2 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Cette section de la présente Norme Internationale spécifie une méthode de calcul de la sonie que ressentirait un auditeur de type moyen dans les conditions suivantes :

2.1 Champ diffus

Le son est supposé parvenir de toutes les directions aux oreilles de l'auditeur avec la même intensité. Cette condition est approximativement réalisée dans une salle ordinaire.

2.2 Type de spectre

La méthode est conçue spécialement pour les types de spectres à large bande que l'on rencontre le plus communément. Des erreurs peuvent apparaître si on l'utilise pour certains types de spectres de raies, ou pour des spectres présentant deux ou plusieurs pointes distantes de plus d'une octave. La grandeur de l'erreur qui peut résulter d'un spectre inhabituel ne peut être déterminée qu'expérimentalement.

2.3 Etat stationnaire

La méthode est conçue plutôt pour les bruits soutenus que pour les bruits intermittents. Cependant, en champ diffus, beaucoup de bruits d'origine impulsive se comportent en fait comme des bruits soutenus, parce que la réverbération a pour effet de réduire les discontinuités temporelles.

NOTES

- 1 L'erreur qui peut résulter de bruits intermittents n'est pas nécessairement imputable au procédé de calcul. Elle peut aussi être affectée par les caractéristiques d'intégration de l'appareil utilisé pour mesurer les niveaux de pression acoustique.
- 2 Comme la sonie dépend de la nature de l'enceinte dans laquelle on entend le son, il est important que des évaluations comparatives de différentes sources de bruit soient basées sur des mesures effectuées dans des enceintes essentiellement semblables.
- 3 Les niveaux de bandes dans le champ diffus doivent être mesurés au moyen d'un microphone omnidirectionnel placé dans le champ acoustique libre à l'emplacement de la tête de l'auditeur.

3 DÉFINITIONS

Dans le cadre de la présente Norme Internationale, les définitions suivantes sont applicables (les définitions de 3.1 et de 3.4 sont communes aux deux méthodes) :

3.1 niveau de pression acoustique (L) : Le niveau de pression acoustique, en décibels, est égal à $20 \log_{10} (p/p_0)$, où p est la pression acoustique mesurée et p_0 une pression acoustique de référence égale à

$$2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2 = 2 \times 10^{-4} \text{ dyn/cm}^2 \text{ (voir ISO/R 131).}$$

3.2 niveau de pression de bande : Niveau de pression acoustique correspondant à la partie du spectre (octave) soumise au mesurage.

3.3 sonie (S) : Désignation numérique de la force d'un son, en sonnes, proportionnelle à sa grandeur subjective estimée par des observateurs normaux. Un sone est la sonie d'un son dont le niveau d'isotonie est 40 phones.

3.4 relation entre sonie et niveau d'isotonie : Le niveau d'isotonie, P , d'un son, en phones, est relié à la sonie, S , en sonnes, par la relation

$$S = 2^{(P - 40)/10}$$

NOTE – Lorsque les niveaux d'isotonie sont évalués d'après les valeurs calculées de la sonie, les résultats peuvent différer de ceux obtenus par un jugement subjectif direct. Il est important, par conséquent, d'indiquer si les valeurs ont été calculées ou ont été mesurées par d'autres moyens.

3.5 indice de sonie : Nombre déterminé par la fréquence moyenne géométrique et le niveau de pression de bande relatif à une bande d'octave, d'après les courbes de la figure 1.

2) Déduire la sonie totale, S_t , en sonnes (OD), au moyen de la formule

$$S_t = S_m + F (\Sigma S - S_m)$$

où S_m est le plus grand indice de sonie et ΣS la somme des indices de sonie de toutes les bandes. Pour les bandes d'octave, la valeur de F est 0,3.

NOTE – La Méthode A peut aussi être appliquée aux analyses faites en bandes de demi-octave et de un tiers d'octave et peut être ainsi utilisée dans les cas où le spectre acoustique tombe sur les restrictions de la Méthode A. Dans de tels cas, la valeur de F est la suivante :

Un tiers d'octave 0,15

Un demi-octave 0,2

4.2 Niveau d'isotonie calculé

La sonie totale peut être convertie en un niveau d'isotonie calculé, en phones (OD), au moyen de la formule

$$S_t = 2^{(P - 40)/10}$$

$$\text{ou } P = 40 + 10 \log_2 S_t$$

Un abaque concrétisant cette relation est inclus dans la figure 1.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

4 SPÉCIFICATIONS

4.1 Calcul de la sonie

La méthode de calcul de la sonie tient au tableau et une formule. Pour raison de commodité, on a aussi donné une représentation graphique (figure 1) du tableau 2. Le tableau ou le diagramme permet de convertir chaque niveau de bande en un indice de sonie, et la formule donne une loi de combinaison des indices de sonie en vue d'obtenir la sonie totale calculée.

On procède de la façon suivante :

- 1) Porter la fréquence moyenne géométrique de chaque bande dans le tableau ou sur l'axe des abscisses de la figure 1. Puis, d'après le niveau de la bande (ordonnées de la figure 1), déterminer l'indice de sonie de chaque bande.

4.3 Tableau des indices de sonie

Dans le tableau 2, les valeurs de l'indice de sonie sont établies pour la fréquence 1 000 Hz. On peut obtenir les valeurs correspondant à d'autres fréquences d'après les règles suivantes. La valeur de l'indice de sonie est constante le long d'une droite ayant une pente de -3 dB/octave. Au-dessus de 9 000 Hz, la pente est de 12 dB/octave. Au-dessous d'une certaine fréquence, la pente est de -6 dB/octave. Les fréquences pour lesquelles a lieu ce changement de pente se trouvent sur une droite ayant une pente de -21 dB/octave, passant par le point de coordonnées 1 000 Hz et 10 dB du niveau de pression de bande.

NOTE – Le diagramme de la figure 1 donne un mode de représentation de la relation entre l'indice de sonie, le niveau de pression de bande et la fréquence. Le paramètre est ici l'indice de sonie. Pour certains usages, il peut être commode d'établir des diagrammes dans lesquels le paramètre est le niveau de pression de bande, l'indice de sonie étant porté en ordonnées.

TABLEAU 2 – Indices de sonie à 1 000 Hz

Niveau de pression de bande dB	Indice de sonie	Niveau de pression de bande dB	Indice de sonie	Niveau de pression de bande dB	Indice de sonie
15		50	2,68	85	23,0
16		51	2,84	86	24,7
17		52	3,0	87	26,5
18	0,10	53	3,2	88	28,5
19	0,14	54	3,4	89	30,5
20	0,18	55	3,6	90	33,0
21	0,22	56	3,8	91	35,3
22	0,26	57	4,1	92	38,0
23	0,30	58	4,3	93	41,0
24	0,35	59	4,6	94	44,0
25	0,40	60	4,9	95	48
26	0,45	61	5,2	96	52
27	0,50	62	5,5	97	56
28	0,55	63	5,8	98	61
29	0,61	64	6,2	99	66
30	0,67	65	6,6	100	71
31	0,73	66	7,0	101	77
32	0,80	67	7,4	102	83
33	0,87	68	7,8	103	90
34	0,94	69	8,3	104	97
35	1,02	70	8,8	105	105
36	1,10	71	9,3	106	113
37	1,18	72	9,9	107	121
38	1,27	73	10,5	108	130
39	1,35	74	11,1	109	139
40	1,44	75	11,8	110	149
41	1,54	76	12,6	111	160
42	1,64	77	13,5	112	171
43	1,75	78	14,4	113	184
44	1,87	79	15,3	114	197
45	1,99	80	16,4	115	211
46	2,11	81	17,5	116	226
47	2,24	82	18,7	117	242
48	2,38	83	20,0	118	260
49	2,53	84	21,4	119	278
				120	298

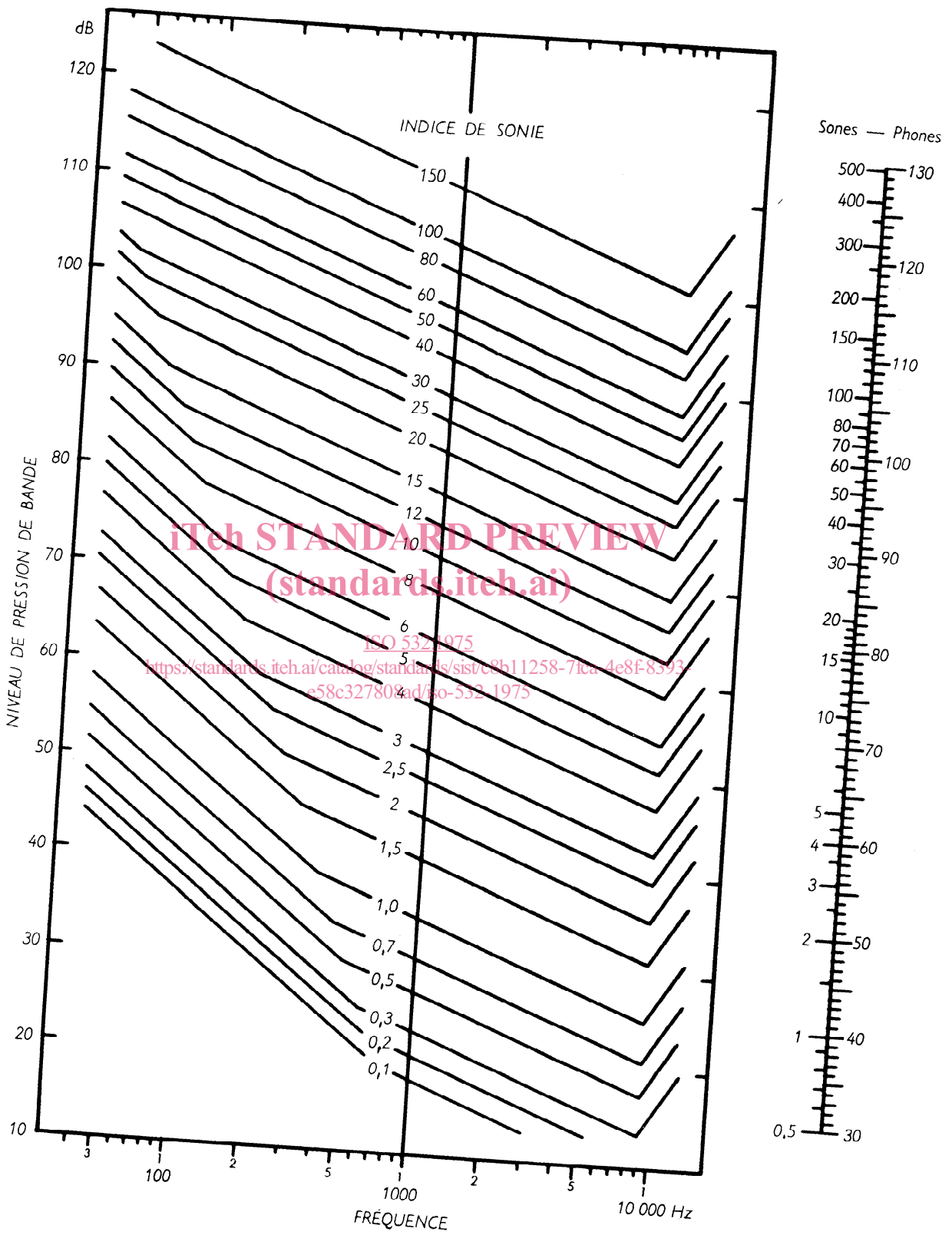


FIGURE 1

SECTION DEUX

MÉTHODE B DE CALCUL DE LA SONIE D'UN SON COMPLEXE
D'APRÈS UNE ANALYSE EN BANDES DE TIERS D'OCTAVE

5 GÉNÉRALITÉS

Cette section de la présente Norme Internationale spécifie un mode opératoire (Méthode B) de calcul de la sonie des sons complexes à caractère soutenu pour lesquels une analyse en bandes de tiers d'octave est approprié. Au moyen d'un ensemble de graphiques, on transforme les niveaux de bandes de tiers d'octave en éléments d'aire qui correspondent à des fractions de sonie. Le niveau d'isotonie est calculé, en phones (GF ou GD), d'après l'aire totale au moyen d'une échelle graduée. Le niveau d'isotonie peut alors être transformé en sonie, exprimée en sones (GF ou GD), en utilisant la relation indiquée dans l'ISO/R 131.

La Méthode B est applicable non seulement aux sons présentant des spectres étendus et réguliers, mais également aux sons ayant des spectres de raies ou des spectres irréguliers et auxquels une analyse en bandes d'octave ne convient pas. De plus, le graphique qui indique la relation entre les composants de la sonie d'un bruit et son spectre donne des indications utiles pour l'étude ultérieure du son, par exemple en vue d'une réduction du bruit.

Comme l'objet de cette section est de fournir une méthode simple et commode permettant de classer les sons complexes de niveaux et de spectres divers d'après leur intensité subjective, on a admis certaines hypothèses simplificatrices, notamment l'approximation linéaire des bandes critiques (*Frequenzgruppen*) assimilées à des bandes de tiers d'octave. La méthode est basée sur cinq relations ou concepts empiriques :

- 1) Les bandes de fréquence les plus larges dans lesquelles le niveau d'isotonie ne dépend que du niveau de pression acoustique (*Frequenzgruppen*) (bandes critiques).
- 2) Une règle reliant la sonie totale d'un son aux contributions apportées par les bandes critiques (*Frequenzgruppen*) qui le composent.
- 3) Une relation entre la fraction de sonie correspondant à chaque bande et la fréquence médiane de cette bande.
- 4) La différence entre les lignes isotoniques pour un son frontal et pour un champ acoustique diffus.
- 5) Une fonction de sonie reliant la sonie, en sones, au niveau d'isotonie, en phones, qui est identique à celle qui est donnée dans l'ISO/R 131.

Sur la base de ces concepts, on peut calculer la sonie totale ou le niveau d'isotonie d'un son à l'aide d'un ensemble de graphiques soit pour un son à incidence frontale, soit pour un champ acoustique diffus.

6 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Cette section de la présente Norme Internationale spécifie une méthode de calcul de la sonie que ressentirait un auditeur normal moyen dans les conditions suivantes :

6.1 Son frontal

Le son est supposé parvenir aux oreilles de l'auditeur uniquement suivant la direction qui lui fait face, à l'air libre ou dans un site non réfléchissant. Dans toutes les enceintes, le son frontal est approximativement réalisé lorsqu'une source de petites dimensions fonctionne à proximité et directement en face de l'auditeur.

6.2 Champ diffus

Le son est supposé parvenir de toutes les directions aux oreilles de l'auditeur avec la même intensité. Cette condition est approximativement réalisée dans une salle ordinaire.

La méthode s'applique à tous les types de spectres.

La méthode est basée sur l'hypothèse que le son est à caractère soutenu plutôt qu'intermittent.

NOTES

- 1 L'erreur qui peut résulter de bruits intermittents n'est pas nécessairement imputable aux procédés de calcul. Elle peut aussi être affectée par les caractéristiques d'intégration de l'appareil utilisé pour mesurer les niveaux de pression acoustique.
- 2 Comme la sonie dépend de la nature de l'enceinte dans laquelle on entend le son, il est important que des évaluations comparatives de différentes sources de bruit soient basées sur des mesures effectuées dans des enceintes essentiellement semblables.
- 3 Les niveaux de bandes de tiers d'octave dans le cas d'un champ diffus doivent être mesurés au moyen d'un microphone omnidirectionnel placé dans le champ acoustique libre à l'emplacement de la tête de l'auditeur. Dans le cas d'un son frontal, on doit mesurer les niveaux de pression en champ acoustique libre.

7 DÉFINITIONS

7.1 niveau de pression de bande : Niveau de pression acoustique correspondant à la partie du spectre (tiers d'octave) soumise au mesurage. Les symboles L_{GF} , L_{GD} signifient des niveaux de pression de bande pour une bande critique (*Frequenzgruppen*) respectivement pour un son frontal F et un champ diffus D.

7.2 bandes critiques (*Frequenzgruppen*) : Bandes critiques remplacées approximativement par des bandes de tiers d'octave au-dessus de 280 Hz et par des groupes de bandes de tiers d'octave pour les fréquences inférieures.

7.3 niveau d'isotonie calculé : Niveau d'isotonie calculé, en phones (GF) ou en phones (GD), par la méthode spécifiée au chapitre 4. Les abréviations GF et GD signifient que le calcul est basé sur des bandes critiques et concernent respectivement un son frontal et un champ diffus. (Voir 3.1 et 3.4.)

NOTE — Le terme phone, sans abréviation qualificative, est à réserver pour l'expression des niveaux d'isotonie déterminés par mesurage subjectif direct.

8 SPÉCIFICATION

La méthode de calcul de niveau d'isotonie comprend trois stades basés sur un ensemble de graphiques. Ces graphiques (figures 2 à 11, selon l'intervalle des niveaux et la nature du champ acoustique) fournissent des moyens de grouper et de transformer les niveaux de bandes de tiers d'octave de manière à donner le niveau d'isotonie total. Les figures 2 à 6 s'appliquent à un son frontal et les figures 7 à 11 s'appliquent à un champ diffus.

Stade 1

Chaque graphique comprend des courbes à échelons désignées par des nombres en rapport avec les niveaux de bandes de tiers d'octave L_1 . Choisir un graphique correspondant au type de champ acoustique approprié et comprenant le niveau maximal de bande de tiers d'octave mesuré. Tracer les niveaux mesurés dans les bandes au-dessus de 280 Hz sous forme de lignes horizontales de telle sorte que les fréquences extrêmes des bandes de tiers d'octave correspondent aux abscisses du graphique et que les niveaux mesurés correspondent au numérotage des courbes à échelons.

Les bandes critiques étant plus larges qu'un tiers d'octave aux basses fréquences, il est nécessaire de grouper les bandes de basse fréquence comme suit pour obtenir les niveaux de bandes critiques correspondants L_1 , L_2 et L_3 avant de les tracer sur le graphique.

- 1) Combiner toutes les bandes jusqu'à la fréquence de coupure de 90 Hz (L_1).
- 2) Combiner les trois bandes de 90 à 180 Hz (L_2).
- 3) Combiner les deux bandes de 180 à 280 Hz (L_3).

On peut comprendre la règle de combinaison d'après l'exemple ci-après :

$$L_2 = 10 \log_{10} (\text{antilog } L_{100}/10 + \text{antilog } L_{125}/10 + \text{antilog } L_{160}/10)$$

où L_{100} , par exemple, représente le niveau mesuré de pression acoustique de bande de tiers d'octave à une fréquence médiane de 100 Hz.

Porter chacun de ces niveaux combinés sous forme d'une ligne horizontale dans toute la largeur de la bande combinée, de façon que les niveaux correspondent au numérotage des courbes à échelons.

NOTE — Lors de la combinaison des niveaux dans les bandes de très basse fréquence, il peut convenir, dans le cas de certains spectres, de pondérer les contributions des bandes de tiers d'octave en conformité avec des lignes isotoniques.

Stade 2

Lorsque les échelons formés par ces lignes horizontales s'élèvent avec la fréquence, joindre les niveaux horizontaux adjacents par les lignes verticales à l'emplacement des abscisses communes. Lorsque le niveau dans la bande de fréquence immédiatement supérieure est plus bas, la jonction se fait par une courbe inclinée vers le bas, obtenue par interpolation au moyen des courbes représentées en traits interrompus sur le graphique, en partant de l'extrémité droite de la ligne horizontale. L'aire délimitée par la représentation ainsi obtenue d'un échelon entier correspond à la sonie totale.

Stade 3

Transformer l'aire délimitée en un rectangle de même aire ayant une base égale à la largeur du graphique, soit par estimation visuelle, soit au moyen d'un planimètre. La hauteur de ce rectangle donne directement le niveau d'isotonie, en phones (GF) ou en phones (GD), au moyen des échelles placées de chaque côté du graphique. La sonie correspondante, en sones (GF) ou en sones (GD), peut être lue sur la seconde échelle.

La Méthode B décrite ci-dessus est basée sur les publications mentionnées dans l'annexe B.

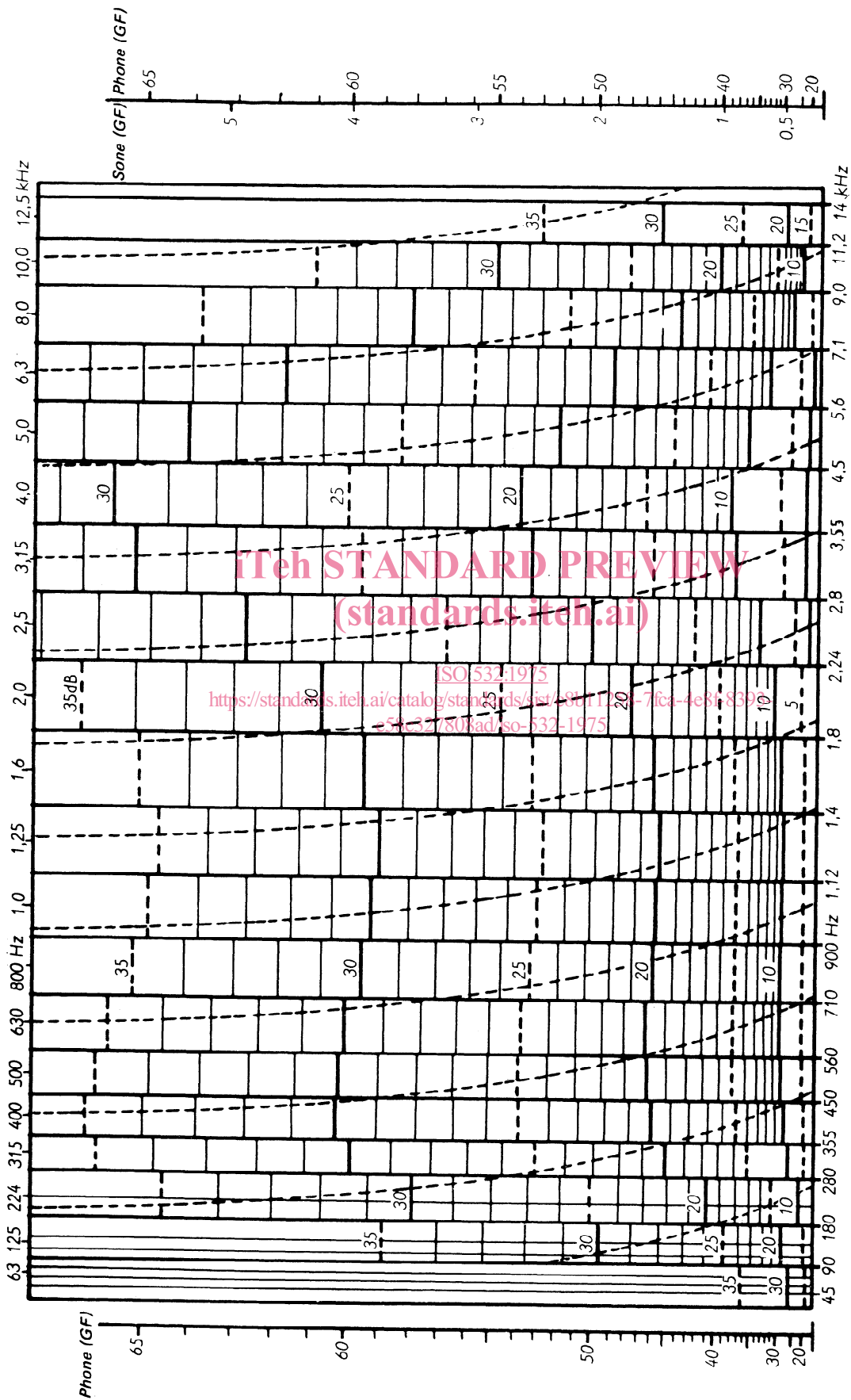


FIGURE 2

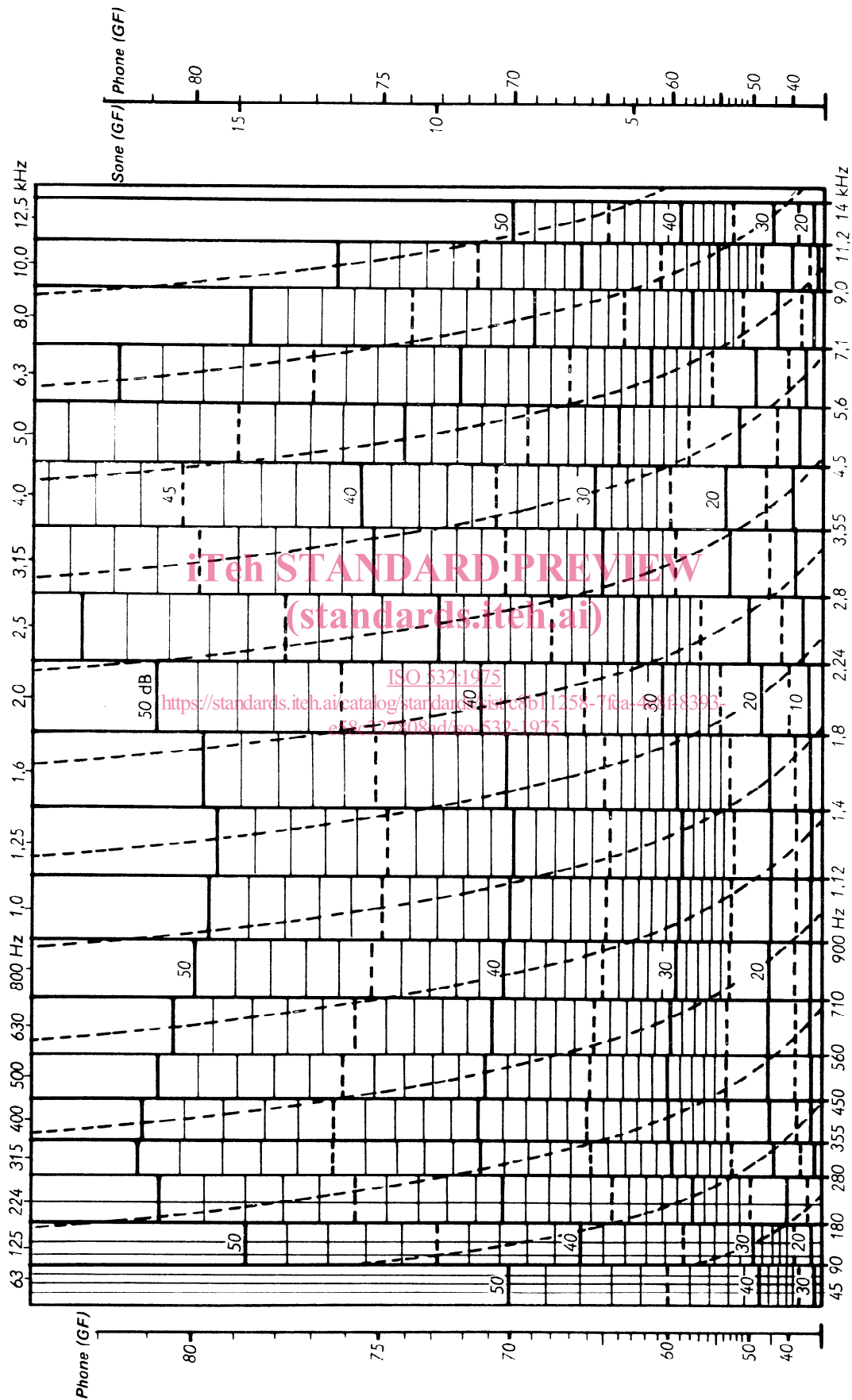


FIGURE 3