
**Contrôles non destructifs par ultrasons —
Blocs de référence et modes opératoires
des essais pour la caractérisation des
faisceaux des transducteurs utilisés dans les
contrôles par contact**

iTeh STANDARD PREVIEW
*Ultrasonic non-destructive testing — Reference blocks and test procedures
for the characterization of contact search unit beam profiles*
(standards.iteh.ai)

ISO 12715:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/758e04f6-96c1-4d21-b44f-f402f93decc4/iso-12715-1999>



Sommaire

1	Domaine d'application	1
2	Références normatives	1
3	Symboles et unités	2
3.1	Symboles	2
3.2	Abréviations	3
4	Description des blocs de référence	3
4.1	Bloc en demi-cylindre à gradins (HS)	3
4.2	Bloc à trous latéraux (SDH)	4
5	Techniques et modes opératoires	4
5.1	Traducteurs droits	4
5.1.1	Amplitude du faisceau d'un traducteur droit	4
5.1.2	Amplitude du faisceau d'un traducteur droit focalisé	9
5.2	Traducteur d'angle	9
5.2.1	Profil longitudinal du faisceau d'un traducteur d'angle	9
5.2.2	Profil latéral du faisceau d'un traducteur d'angle	13
5.2.3	Profil longitudinal du faisceau d'un traducteur d'angle focalisé	13
5.2.4	Profil latéral du faisceau d'un traducteur d'angle focalisé	14
5.3	Traducteurs à émetteur et récepteur séparés	14
Annexe A	(normative) Étalonnage de la base de temps	20
Annexe B	(normative) Faisceau en mode temps de vol	22
Annexe C	(informative) Angle de bigle, résolution dans les champs proche et éloigné	24
Bibliographie	25

© ISO 1999

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

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 en général 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. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 12715 a été élaborée par le comité technique ISO /TC 135, *Essais non destructifs*, sous-comité SC 3, *Moyens acoustiques*.

Les annexes A et B constituent des éléments normatifs de la présente Norme internationale. L'annexe C est donnée uniquement à titre d'information.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 12715:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/758e04f6-96c1-4d21-b44f-f402f93decc4/iso-12715-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/758e04f6-96c1-4d21-b44f-f402f93decc4/iso-12715-1999>

Introduction

Dans le domaine des contrôles non destructifs par ultrasons, il est courant d'utiliser un traducteur droit ou un traducteur d'angle, ou encore un traducteur à émetteur et récepteur séparés, pour effectuer des contrôles par contact et par réflexion. Pour pouvoir détecter et caractériser de façon fiable un défaut repéré à l'intérieur d'un matériau de construction, il est nécessaire de connaître le champ acoustique (ou le faisceau) émis par le traducteur à l'aide duquel on effectue le contrôle par contact. La présente Norme internationale définit deux blocs de référence métalliques à utiliser pour différents matériaux tels que les pièces forgées ou laminées en acier, ou en alliage de titane et d'aluminium. Les traducteurs utilisés dans la présente Norme internationale travaillent dans un domaine de fréquences compris entre 1 MHz et 15 MHz. La fréquence dépend, en général, de la microstructure des matériaux à contrôler: pour les pièces en acier, le domaine de fréquence le mieux adapté va de 1 MHz à 5 MHz, pour les pièces en alliage d'aluminium et titane, il s'étend de 5 MHz à 15 MHz.

Les deux blocs de référence présentés ici sont les blocs en demi-cylindre à gradins (HS) d'une part, et le bloc à trous latéraux (SDH) d'autre part. Ils permettent de caractériser le faisceau émis par un traducteur qu'il soit de type droit, focalisé, d'angle ou à émetteur et récepteur séparés. La présente Norme internationale définit les méthodes et les modes opératoires à suivre pour caractériser les faisceaux émis dans les matériaux solides par les traducteurs.

Dans les contrôles ultrasonores par réflexion, l'impulsion réfléchie (appelée ici écho) permet de déceler les discontinuités présentes dans le matériau. Ces discontinuités (appelées ici défauts) peuvent prendre différentes formes (porosités, manques de matière ou fissures), être plus ou moins grandes, et se situer à proximité de la surface ou dans l'épaisseur du matériau. Elles peuvent également être regroupées et orientées dans différentes directions. Une onde ultrasonore incidente rencontrant un défaut peut être réfléchie (ou réfractée) sous forme d'une onde longitudinale (également connue sous le nom d'onde de compression) ou bien transversale (onde de cisaillement), ou encore des deux, avec des réfractions et des réflexions multiples. Pour pouvoir, à l'intérieur d'un matériau, localiser un défaut et le caractériser avec précision par sa forme et sa taille, le champ acoustique produit par le traducteur doit être connu.

Le champ acoustique produit par un traducteur, lors d'un contrôle par contact, à l'intérieur d'un matériau solide, est fonction du type et de la taille du traducteur ainsi que de la largeur de bande du domaine de fréquences dans lequel il travaille. D'autres paramètres tels que le foyer, l'angle d'incidence dans l'objet contrôlé, les caractéristiques du matériau, ou celles de l'instrument utilisé pour effectuer le contrôle par ultrasons, doivent également être pris en compte.

L'ISO 2400 définit un bloc de référence appelé IIW n° 1. Pour les contrôles effectués à l'aide de traducteurs droits, ce type de bloc est utilisé pour vérifier ou établir la résolution dans le champ proche, la résolution dans le champ éloigné et le réglage de la linéarité de la base de temps (ou horizontale) de l'équipement de contrôle. Pour les contrôles effectués à l'aide de traducteurs d'angle, le bloc est utilisé pour déterminer le point d'émergence du traducteur ainsi que l'angle de réfraction. Ce bloc permet également de vérifier la vitesse de propagation de l'onde longitudinale (de compression) et transversale (de cisaillement) dans le matériau contrôlé.

L'ISO 7963 définit un bloc d'étalonnage de petite dimension appelé IIW n° 2, assez bien conçu pour les contrôles sur le terrain. Cette Norme internationale donne, en outre, des conseils relatifs au choix du matériau du bloc de référence et à sa préparation, sans oublier les tolérances mécaniques à respecter. Elle décrit également des modes opératoires d'essai permettant de contrôler l'angle de réfraction et de vérifier la sensibilité des différents signaux.

Le champ acoustique d'un traducteur droit peut être calculé ou mesuré par un contrôle en immersion en suivant les modes opératoires donnés dans l'ISO 10375.

La présente Norme internationale définit deux blocs de référence pour les contrôles par ultrasons et propose une méthodologie générale liée à l'utilisation de ces blocs en vue de décrire les champs acoustiques ou les faisceaux émis en effectuant des contrôles par contact. La terminologie utilisée dans la présente Norme internationale est conforme à l'ISO 5577.

La présente Norme internationale a pour objectif

- de déterminer les axes des transducteurs pour assurer une certaine cohérence entre les essais;
- d'établir un profil de champ acoustique ou de faisceau complet dans les matériaux solides que ce soit pour les transducteurs droits ou pour les transducteurs d'angle (y compris les transducteurs focalisés et les transducteurs à émetteur et récepteur séparés);
- de décrire une méthode de calcul de l'angle de réfraction des ondes lors des contrôles effectués sur des matériaux autres que l'acier, à l'aide d'un transducteur d'angle conçu pour l'acier;
- d'établir une méthode de mesure du faisceau pour des applications futures (transducteur électrodynamique (EMAT), par exemple);
- d'établir une méthode permettant de mesurer le faisceau latéral d'un transducteur d'angle;
- de fournir les moyens permettant d'étalonner la base de temps des transducteurs d'angle utilisés avec des systèmes d'imagerie ultrasonore (voir annexe A);
- de fournir des moyens permettant de mesurer le faisceau en mode temps de vol pour des transducteurs utilisés dans les systèmes d'imagerie ultrasonore (voir annexe B);
- de présenter une technique permettant, grâce à une méthode manuelle et grâce à l'utilisation d'un scanner mécanique ainsi que d'un système à imagerie en temps universel, d'obtenir à la fois l'amplitude et le faisceau en mode temps de vol (voir Figure B.1);
- de fournir des moyens permettant de déterminer l'angle de bigle, ainsi que les résolutions dans les champs proche et éloigné des transducteurs (voir annexe C).

NOTE La décision de rédiger le présent document a été prise en 1985 lors de la réunion de l'ISO/TC 135/SC 3 à Philadelphie, États-Unis. Le domaine d'application et le corps du texte ont été discutés par les membres du TC 135/SC 3/GT 1 en 1987, à Yokohama, Japon, puis en 1989, à Berlin, Allemagne, en 1991, à Ispra, Italie, en 1993, à Pretoria, Afrique du Sud, en 1995, à Berlin, Allemagne et en 1997, à Paris, France.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 12715:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/758e04f6-96c1-4d21-b44f-f402f93decc4/iso-12715-1999>

Contrôles non destructifs par ultrasons — Blocs de référence et modes opératoires des essais pour la caractérisation des faisceaux des transducteurs utilisés dans les contrôles par contact

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale définit deux types de blocs de référence en métal, le bloc en demi-cylindre à gradins (HS) et le bloc à trous latéraux (SDH). La présente Norme internationale décrit les modes opératoires permettant de mesurer le champ acoustique ou la forme du faisceau émis par les transducteurs utilisés dans des essais par contact. Parmi les transducteurs utilisés, on compte le transducteur droit, le transducteur d'angle (ondes de compression et de cisaillement réfractées), le transducteur focalisé et le transducteur à émetteur et récepteur séparés. Le diamètre ou la longueur du transducteur ne doit pas être supérieur à 25 mm. La présente Norme internationale inclut dans sa méthodologie des lignes directrices relatives à l'utilisation de transducteurs utilisés avec différents types de métaux y compris les pièces forgées ou laminées en acier ou en alliage d'aluminium et de titane. Le domaine de fréquences des transducteurs utilisés dans la présente Norme internationale s'étend de 1 MHz à 15 MHz (le contrôle des aciers s'effectuant entre 1 MHz et 5 MHz, et celui des pièces à grain fin tels que les pièces en aluminium, entre 5 MHz et 15 MHz). Pour utiliser la présente Norme internationale avec des matériaux autres que l'acier, il convient d'être averti que la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans ces matériaux peut être différente de celle observée dans l'acier, et que les transducteurs d'angle sont en général spécifiquement conçus pour contrôler les aciers. La loi de réfraction de Snell décrite dans la présente Norme internationale permet de calculer correctement les angles de réfraction dans d'autres matériaux. La présente Norme internationale s'applique aux transducteurs d'angle dans tous les angles généralement utilisés (de 0° à 70°), ainsi qu'aux transducteurs focalisés et à émetteur et récepteur séparés. La présente Norme internationale ne s'applique pas aux transducteurs d'ondes de surface (ondes de Rayleigh).

Les modes opératoires décrits dans la présente Norme internationale peuvent être utilisés pour tout ou partie; ils peuvent également être utilisés en association avec d'autres normes. Pour contrôler des matériaux très minces ou au contraire très épais, les blocs de référence décrits ici peuvent être proportionnellement plus ou moins gros, en fonction de la taille du faisceau du transducteur avec lequel ils doivent être contrôlés. La présente Norme internationale ne traite pas de l'estimation des dimensions de défauts équivalents, qui nécessite le recours à des blocs de référence percés de trous à fond plat. Si la présente Norme internationale ne définit pas de critères de réception proprement dits, elle établit les bases techniques qui permettront à ses utilisateurs d'en définir.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 7963:1985, *Soudures sur acier — Bloc d'étalonnage n° 2 pour l'examen par ultrasons des soudures.*

ISO 10375:1997, *Essais non destructifs — Contrôle par ultrasons — Caractérisation des transducteurs et des champs acoustiques.*

3 Symboles et unités

3.1 Symboles

Symbole	Spécification	Unité
A	Amplitude maximale de l'écho	dB
d_{FL}	Diamètre du faisceau à la longueur focale	mm
F_D	Profondeur du champ	mm
F_L	Distance focale	mm
H_i	Distance mesurée le long de la surface de contrôle entre le point d'incidence et le $i^{\text{ème}}$ trou ^a	mm
L_x, L_y, L_z	Axes des traducteurs	
R	Rayon des huit trous ^b	mm
T_1	Instant auquel le signal est réfléchi par le demi-gradin du côté 1	s
T_2	Instant auquel le signal est réfléchi par le demi-gradin du côté 2	s
T_d	Temps de propagation	s
v_l	Vitesse de propagation de l'onde longitudinale (compression) dans l'objet contrôlé	mm·s ⁻¹
v_s	Vitesse de propagation de l'onde transversale (cisaillement) dans l'objet contrôlé	mm·s ⁻¹
v_w	Vitesse de propagation de l'onde longitudinale (compression) dans le matériau du sabot	mm·s ⁻¹
X, Y, Z	Axes du bloc de référence	mm
Y_i	Distance mesurée le long de l'axe des Y entre le $i^{\text{ème}}$ trou et le point correspondant à l'amplitude maximale d'écho ^a	mm
Y_{i1}, Y_{i2}	Position des deux points le long de l'axe des Y où l'amplitude de l'écho diminue de 6 dB (points à -6 dB)	-
Z_i	Distance entre le point d'incidence et la surface réfléchissante du $i^{\text{ème}}$ trou ^a	mm
Z_β	Axe du faisceau longitudinal d'un transducteur d'angle	-
$Z_{\beta i}$	Distance mesurée le long de l'axe du faisceau d'un transducteur d'angle entre le point d'incidence et le centre du $i^{\text{ème}}$ trou ^a	mm
$Z_{\beta L}$	Axe du faisceau latéral d'un transducteur d'angle	-
α_w	Angle d'incidence	degrés
β	Angle de réfraction	degrés
β_l	Angle de l'onde longitudinale (de compression) réfractée dans l'objet contrôlé	degrés
β_s	Angle de l'onde transversale (de cisaillement) réfractée dans l'objet contrôlé	degrés
γ	Angle de bigle ^c	degrés

^a $i = 1, 2, 3, \dots$

^b Diamètre = 1,5 mm.

^c Voir Figure 4 de ISO 10375:1997.

3.2 Abréviations

Face B	Base du bloc SDH
Face F	Face avant du bloc SDH
Face L	Face gauche du bloc SDH
Face R	Face droite du bloc SDH
Face T	Face supérieure du bloc SDH
FS	Hauteur plein écran ou hauteur totale du repère gradué de l'unité d'affichage
HS	Bloc en demi-cylindre à gradins
IP	Impulsion de départ
P	Traducteur
P_i	Position du capteur sur le bloc de référence
R_v	Connexion au récepteur
SDH	Trou latéral
SDH_i	$i^{\text{ième}}$ trou latéral
T_r	Connexion à l'émetteur

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 12715:1999

4 Description des blocs de référence

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/758e04f6-96c1-4d21-b44f-f402f93decc4/iso-12715-1999>

Les deux blocs de référence décrits dans la présente Norme internationale sont en métal. Ils doivent être fabriqués dans un matériau dont les caractéristiques acoustiques sont analogues ou équivalentes à celles du matériau dans lequel la pièce à contrôler est fabriquée. Les exigences générales applicables à ces blocs en ce qui concerne les tolérances mécaniques, la rugosité de surface, et les repères de l'échelle gravée, doivent être conformes à l'ISO 7963. La forme géométrique et les dimensions de ces deux blocs sont décrites dans les paragraphes suivants.

4.1 Bloc en demi-cylindre à gradins (HS)

Les cotes d'un bloc HS, en millimètres, sont indiquées sur la Figure 1. Ce bloc doit être fabriqué en usinant un cylindre plein. Une fois qu'il a reçu sa forme cylindrique à gradins, il est découpé le long de son axe longitudinal, et usiné jusqu'à obtenir l'état de surface prescrit. Les rayons des demi-gradins sont de 20 mm, 40 mm, 50 mm, 80 mm et 100 mm, une gorge à 85 mm et 91 mm. La largeur des gradins ayant un rayon de 20 mm à 80 mm est de 25 mm; la largeur du gradin de 100 mm est de 30 mm; celle de la gorge pratiquée à 85 mm est de 2 mm; et enfin la largeur du gradin ayant un rayon de 91 mm est de 28 mm. Graver sur le côté plat du bloc une ligne marquant le centre de la gorge (axe des X), une autre ligne marquant l'axe central partageant le bloc en deux moitiés égales (axe des Y), et enfin deux lignes marquant les limites entre deux gradins adjacents. En cours d'utilisation, il convient que le bloc repose sur un support en bois approprié. La structure de ce support ne doit ni abîmer le bloc ni créer, par sa présence, un phénomène d'amortissement des ondes.

4.2 Bloc à réflecteurs cylindriques (SDH)

Les cotes d'un bloc SDH, en millimètres, sont indiquées sur la Figure 2. Ce bloc doit mesurer 300 mm de longueur, 25 mm de largeur et 100 mm de hauteur et être percé de huit réflecteurs cylindriques identiques de 1,5 mm de diamètre, identifiés dans le corps du texte comme suit: SDH₂, SDH₃, SDH₄, SDH₅, SDH₁₀, SDH₂₀, SDH₃₀ et SDH₄₅₆. L'axe de ces réflecteurs cylindriques doit être parallèle aux faces supérieure et inférieure du bloc. Les différentes faces du bloc sont identifiées comme suit: face supérieure (T), base (B), face droite (R), face gauche (L), et face avant (F) et constituent les principales surfaces du bloc. L'emplacement du réflecteur cylindrique se mesure à partir du centre des réflecteurs cylindriques percés sur les faces supérieure et inférieure du bloc. Les petites lignes gravées sur les bords des faces F et T sont là pour indiquer l'emplacement des axes des réflecteurs cylindriques. L'emplacement du SDH₄₅₆ est gravé sur les faces T, B, R et F. Le numéro qui suit les trois lettres SDH correspond à la distance entre le centre du réflecteur cylindrique et la face T, sauf en ce qui concerne le numéro 456. Par exemple, la distance entre le centre du réflecteur cylindrique SDH₂ et la face T est de 2 mm. Les distances entre le centre du réflecteur cylindrique SDH₄₅₆ et les faces B, R et T, sont, respectivement, de 40 mm, de 50 mm et de 60 mm. Le premier réflecteur cylindrique, noté SDH₂, est situé à 40 mm de la face L, et la distance qui le sépare des deux réflecteurs cylindriques voisins est de 30 mm. Les angles de réfraction (compris entre 0° et 70 °) sont indiqués par de petites lignes gravées sur la face F, sur le bord entre les faces F et B. Les vitesses de propagation nominales des ondes de compression et de cisaillement dans le matériau sont déterminées de façon empirique une fois le bloc fabriqué, et peuvent être gravées sur l'une des faces F du bloc SDH.

5 Techniques et modes opératoires

5.1 Traducteurs droits

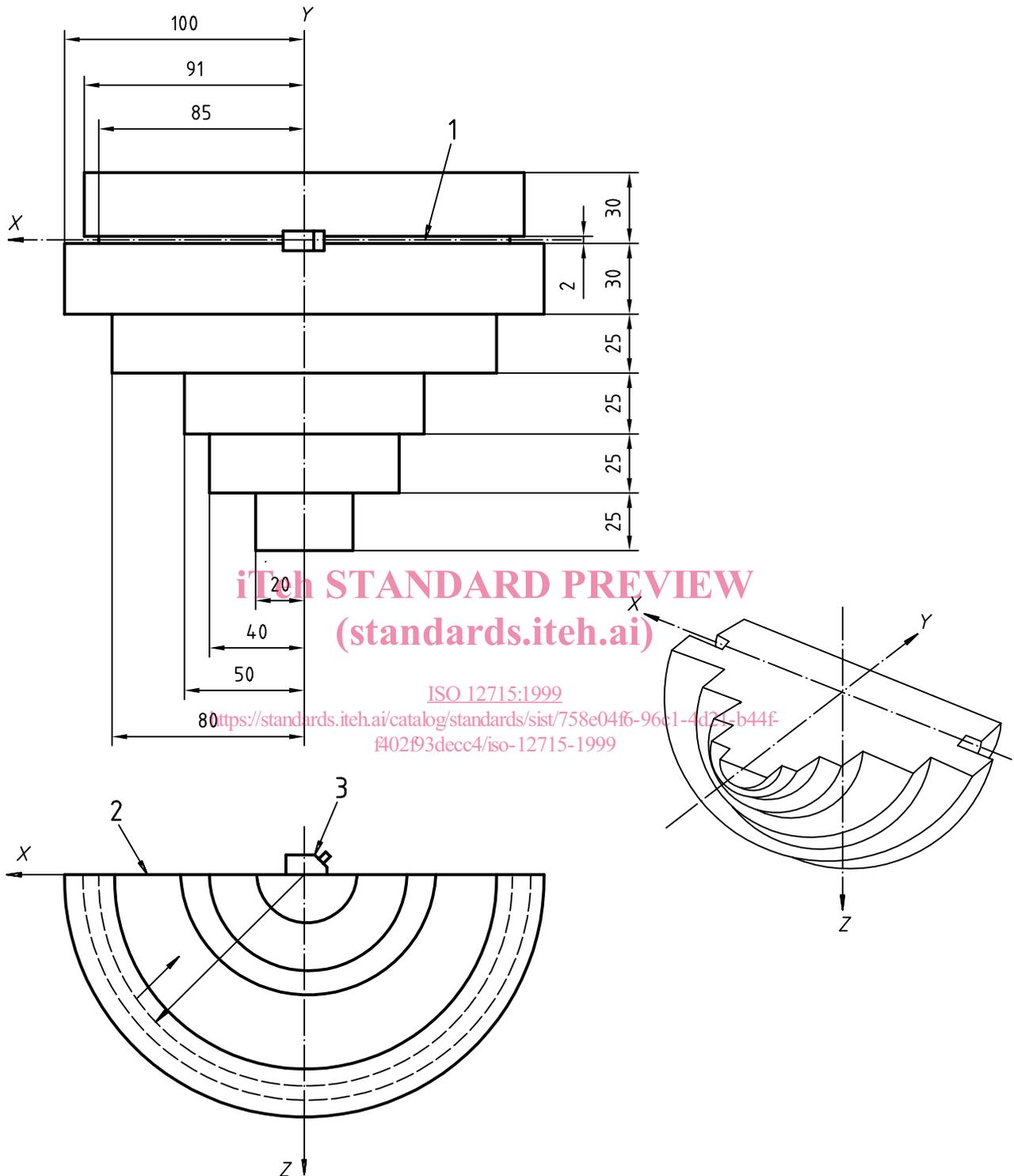
5.1.1 Amplitude du faisceau d'un traducteur droit

Placer le traducteur sur la face T, au-dessus du premier SDH, comme illustré à la Figure 3. Si le signal reçu en écho sur l'unité d'affichage de l'instrument se situe dans la zone de silence de l'appareil, ignorer ce trou et poursuivre le contrôle sur le trou suivant jusqu'à ce que le signal reçu en écho puisse être mis en évidence. Déplacer le traducteur jusqu'à ce que le signal réfléchi par le trou soit à son maximum. Régler le gain pour obtenir une amplitude de signal correspondant à 80 % environ de la hauteur totale du repère gradué de l'unité d'affichage de l'instrument (appelée ci-après FS). Le signal doit être supérieur d'au moins 2 dB au bruit de fond. Déplacer le traducteur le long de l'axe des Y, de part et d'autre de la position correspondant à l'amplitude d'écho maximale, jusqu'à ce que l'amplitude maximale de l'écho diminue de 6 dB. Consigner dans un rapport l'écart d'amplitude maximale (A), le point où elle se situe (Y_i), les deux points (Y_{i1} et Y_{i2}) correspondant à une diminution de 6 dB de l'amplitude maximale (points à -6 dB), ainsi que la profondeur (Z_i) du trou contrôlé.

Répéter ces essais pour chaque trou du bloc SDH. La profondeur (Z_i) du trou SDH_i se mesure à partir du centre de ce trou, l'onde étant réfléchi par la surface supérieure du trou. Cette technique, pour être exacte, ne nécessite aucune correction du rayon, le risque d'erreur engendré par cette différence étant relativement faible par rapport aux autres sources d'erreurs inhérentes aux contrôles ultrasonores. La Figure 4 représente le faisceau produit, dans l'objet contrôlé, par un traducteur droit.

Il est à noter que l'amplitude varie dans le champ proche, ce qui est dû à la diffraction des bords du traducteur. Au-delà du champ proche se situe le champ éloigné où l'amplitude décroît lorsque la distance s'accroît. Le calcul de la longueur du champ proche est donné dans l'ISO 10375.

Dimensions en millimètres

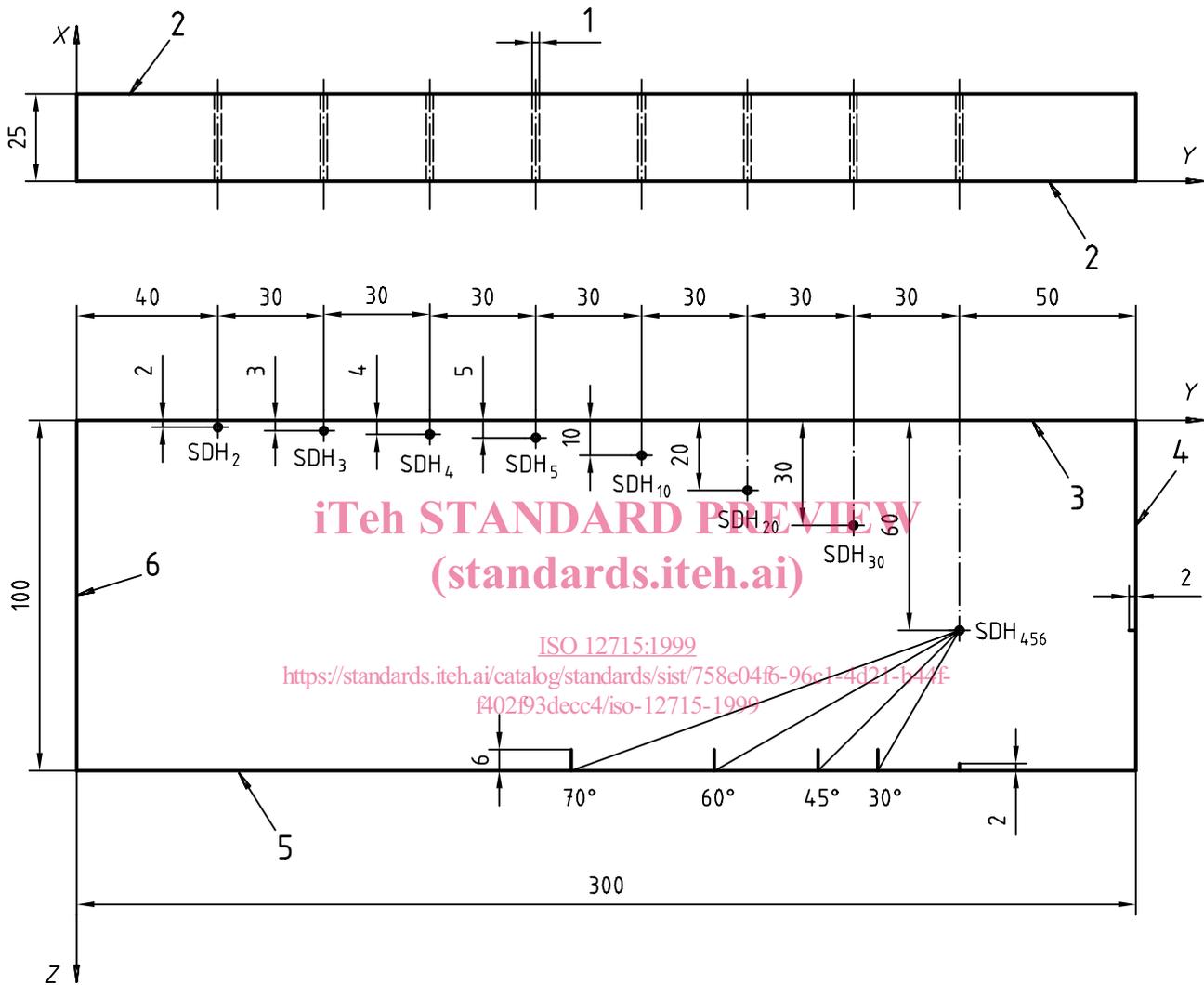


Légende

- 1 Ligne médiane de la gorge
- 2 Face avant (face F)
- 3 Traducteur d'angle

Figure 1 — Bloc en demi-cylindre à gradins (HS)

Dimensions en millimètres



Légende

- 1 Réflecteur cylindrique de 1,5 mm de diamètre
- 2 Face avant (face F)
- 3 Face T
- 4 Face R
- 5 Base (face B)
- 6 Face L

Figure 2 — Bloc à trous latéraux (SDH)