

ISO/TC 135/SC 3

Secrétariat: DIN

Début de vote:  
2014-01-27

Vote clos le:  
2014-03-27

---

---

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

*Non-destructive testing — Ultrasonic testing — Reference blocks and test procedures for the characterization of contact probe sound beams*

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.



Numéro de référence  
ISO/FDIS 12715:2014(F)

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**  
Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3440ffac-4250-4045-b4df-67f6b9a600bc/iso-12715-2014>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2014

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Symboles et abréviations</b> .....	<b>2</b>
4.1    Symboles.....	2
4.2    Abréviations.....	3
<b>5</b> <b>Description des blocs de référence</b> .....	<b>3</b>
5.1    Généralités.....	3
5.2    Bloc en demi-cylindre à gradins.....	3
5.3    Bloc à réflecteurs cylindriques.....	5
<b>6</b> <b>Techniques et modes opératoires</b> .....	<b>6</b>
6.1    Traducteur droit.....	6
6.2    Traducteur d'angle.....	10
6.3    Traducteur à émetteur et récepteur séparés.....	17
<b>Annexe A (normative) Réglage de la base de temps (réglage de l'échelle)</b> .....	<b>20</b>
<b>Annexe B (normative) Faisceau en mode temps de vol</b> .....	<b>22</b>
<b>Annexe C (informative) Angle de bigle et résolution dans les champs proche et éloigné</b> .....	<b>24</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>25</b>

## 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 procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/CEI, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou sur la liste ISO des déclarations de brevets reçues (voir [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Les éventuelles appellations commerciales utilisées dans le présent document sont données pour information à l'intention des utilisateurs et ne constituent pas une approbation ou une recommandation.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, aussi bien que pour des informations au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: Foreword - Supplementary information.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 135, *Essais non destructifs*, sous-comité SC 3, *Essais aux ultrasons*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 12715:1999), qui a fait l'objet d'une révision technique.

## Introduction

Dans le domaine des essais 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 réflecteur repéré à l'intérieur d'un matériau, il est nécessaire de connaître le faisceau acoustique (ou le profil du faisceau) généré par le traducteur au contact de l'objet contrôlé. La présente Norme internationale définit deux blocs de référence métalliques à utiliser pour différents métaux, tels que les pièces forgées ou laminées en acier ou en alliage d'aluminium et de titane. 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 structure des matériaux à contrôler: pour les pièces en acier, le domaine de fréquences le mieux adapté va de 1 MHz à 5 MHz, tandis que pour les pièces en alliage d'aluminium et de 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 réflecteurs cylindriques (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 techniques et les modes opératoires à mettre en œuvre pour caractériser les faisceaux émis dans les métaux par les traducteurs.

Dans les contrôles ultrasonores par réflexion, l'impulsion réfléchie (écho) permet de déceler les discontinuités présentes dans le matériau. Ces discontinuités (porosités, manques de matière ou fissures de tailles et de formes différentes) peuvent se situer à proximité de la surface ou dans l'épaisseur du matériau. Elles peuvent également être regroupées et orientées dans différentes directions. Une impulsion ultrasonore incidente rencontrant ces discontinuités 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 une discontinuité et la caractériser avec précision par sa forme et sa taille, il est nécessaire de connaître le faisceau acoustique émis et reçu par le traducteur et l'appareil.

Le faisceau acoustique produit par un traducteur, lors d'un contrôle par contact, à l'intérieur d'un matériau solide, est fonction du type, de la taille et de la bande passante du traducteur, ainsi que d'autres paramètres, tels que le foyer, l'angle de réfraction du faisceau dans l'objet contrôlé, les propriétés du matériau ou les caractéristiques de l'appareil utilisé pour effectuer le contrôle par ultrasons.

L'ISO 2400 définit un bloc de référence en acier, appelé bloc d'étalonnage n° 1. Pour les contrôles effectués à l'aide de traducteurs droits, ce type de bloc est utilisé par exemple 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 (angle du faisceau). Ce bloc permet également de déterminer la vitesse de propagation de l'onde longitudinale (de compression) et transversale (de cisaillement) dans le matériau contrôlé.

L'ISO 7963 définit un bloc en acier de petite dimension, appelé bloc d'étalonnage n° 2, assez bien conçu pour les contrôles sur le terrain. L'ISO 7963 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 faisceau 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.

En complément de l'ISO 2400 et de l'ISO 7963, 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 faisceaux acoustiques ou les profils de faisceaux émis en effectuant des contrôles par contact.

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 faisceau acoustique complet dans les métaux 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 correct 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, par exemple un transducteur électromagnétique-acoustique (EMAT);
- 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 l'[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 l'[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 d'imagerie ultrasonore, d'obtenir à la fois l'amplitude et le faisceau en mode temps de vol (voir la [Figure B.1](#)), et
- de fournir des moyens permettant de déterminer l'angle de bigle, ainsi que les résolutions dans les champs proche et éloigné des transducteurs d'angle (voir l'[Annexe C](#)).

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.itih.ai)  
Full standard available on  
<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/34911e-4250-4045-b4df-67f6b9a600bc/iso-12715-2014>

# Contrôles non-destructifs — Contrôles 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 blocs de référence en métal: le bloc en demi-cylindre à gradins (HS) et le bloc à réflecteurs cylindriques (SDH). La présente Norme internationale décrit les modes opératoires permettant de mesurer le profil des faisceaux acoustiques générés par les transducteurs en contact avec l'objet contrôlé. Parmi les transducteurs utilisés, on compte les transducteurs droits, les transducteurs d'angle (ondes de compression et de cisaillement réfractées), les transducteurs focalisés et les transducteurs à émetteur et récepteur séparés. La longueur du transducteur ne doit pas être supérieure 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 grains fins, telles 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 de l'onde ultrasonore 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 homogènes et à grains fins. 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).

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 d'acceptation proprement dits, elle établit les bases techniques qui permettront à ses utilisateurs d'en définir.

## 2 Références normatives

Les documents suivants, en totalité ou en partie, sont référencés de façon normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 5577, Essais non destructifs — Contrôle par ultrasons — Vocabulaire

ISO 7963, Essais non destructifs — Contrôle par ultrasons — Spécifications relatives au bloc d'étalonnage n° 2

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 5577 s'appliquent.

## 4 Symboles et abréviations

### 4.1 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles suivants s'appliquent.

Symbole	Désignation	Unité
$A$	amplitude maximale de l'écho	dB
$F_w$	largeur du faisceau à la distance focale	mm
$F_D$	distance focale	mm
$F_L$	longueur focale	mm
$H_i$	distance mesurée le long de la surface de contrôle entre le point d'émergence du traducteur et le $i^{\text{ème}}$ trou <sup>a</sup>	mm
$L_x, L_y, L_z$	axes du traducteur	—
$R$	rayon des huit réflecteurs cylindriques <sup>b</sup>	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 (de compression) dans l'objet contrôlé	mm/s
$v_s$	vitesse de propagation de l'onde transversale (de cisaillement) dans l'objet contrôlé	mm/s
$v_w$	vitesse de propagation de l'onde longitudinale (de compression) dans le matériau du sabot	mm/s
$x, y, z$	axes du bloc de référence (plan x-y, surface z perpendiculaire à la surface et en dessous)	mm
$y_i$	distance mesurée le long de l'axe y entre le $i^{\text{ème}}$ trou et le point correspondant à l'amplitude maximale de l'écho <sup>c</sup>	mm
$y_{i1}, y_{i2}$	position des deux points le long de l'axe y où l'amplitude de l'écho diminue de 6 dB (points à -6 dB)	—
$z_i$	profondeur du centre du $i^{\text{ème}}$ trou par rapport à l'une des surfaces latérales <sup>d</sup> du bloc SDH <sup>c</sup>	mm
$z_\beta$	axe longitudinal du faisceau d'un traducteur d'angle	—
$z_{\beta i}$	distance mesurée le long de l'axe du faisceau entre le point d'émergence du traducteur et le centre du $i^{\text{ème}}$ trou <sup>c</sup>	mm
$z_{\beta L}$	axe latéral du faisceau d'un traducteur d'angle	—
$\alpha_w$	angle d'incidence (angle du sabot)	°
$\beta$	angle de réfraction (angle du faisceau)	°
$\beta_l$	angle de l'onde longitudinale (de compression) réfractée dans l'objet contrôlé	°
$\beta_s$	angle de l'onde transversale (de cisaillement) réfractée dans l'objet contrôlé	°
$\gamma$	angle de bigle <sup>e</sup>	°
<sup>a</sup>	$i = 1, 2, 3...$	
<sup>b</sup>	Diamètre = 1,5 mm.	
<sup>c</sup>	$i = 2, 3...$	
<sup>d</sup>	Faces T, B, R et L.	
<sup>e</sup>	Voir l'ISO 10375:1997, Figure 4.	

## 4.2 Abréviations

FSH	hauteur totale d'écran du repère gradué de l'unité d'affichage
HS	bloc en demi-cylindre à gradins
IP	impulsion de départ
P	traducteurs
$P_i$	position du traducteur sur le bloc de référence
$R_v$	connexion au récepteur
SDH	réflecteur cylindrique
$SDH_i$	$i^{\text{ème}}$ réflecteur cylindrique
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
$T_r$	connexion à l'émetteur

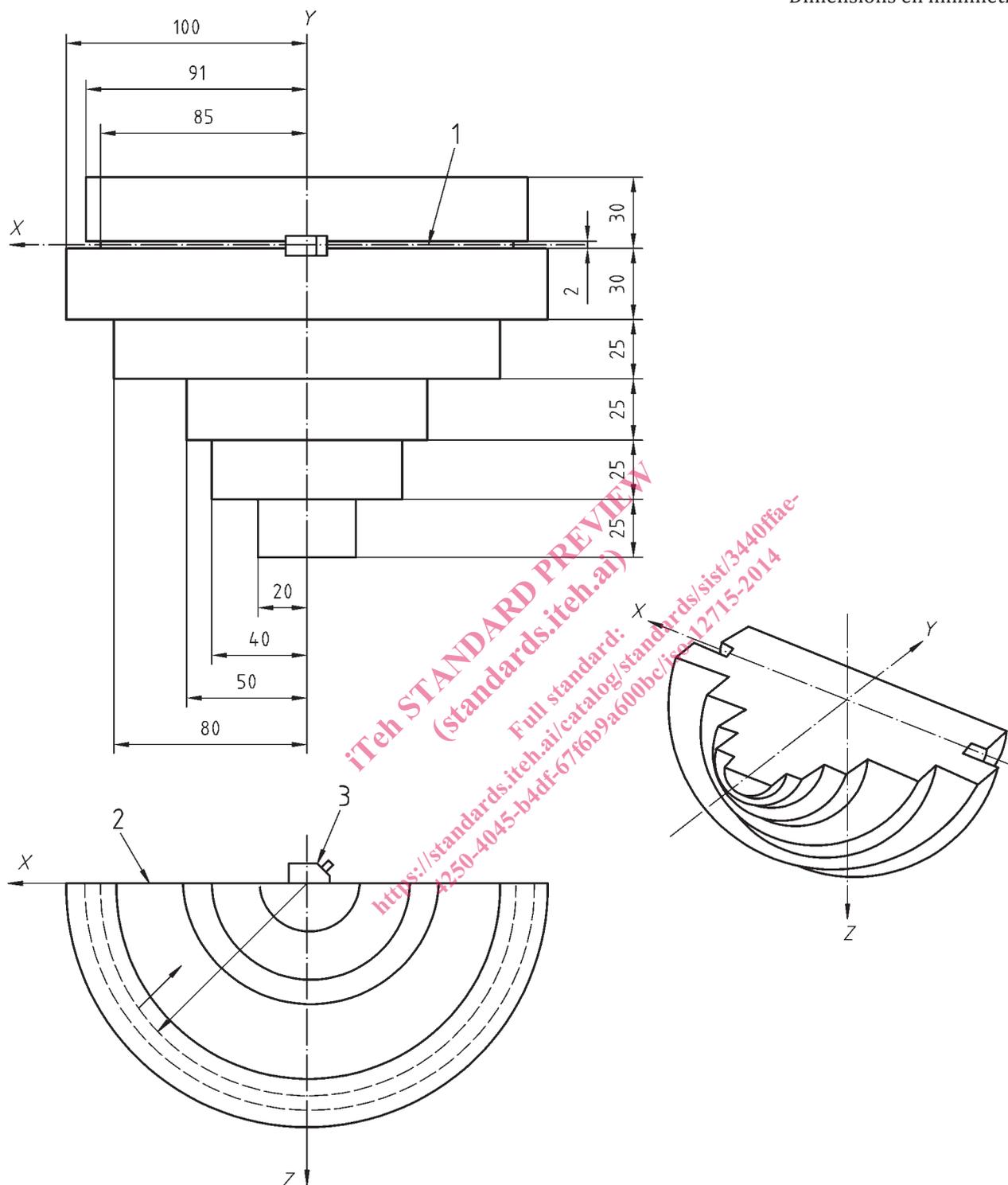
## 5 Description des blocs de référence

### 5.1 Généralités

Les deux blocs de référence décrits dans la présente Norme internationale sont en métal. Ils doivent être fabriqués dans un matériau dont les propriétés acoustiques sont analogues ou équivalentes à celles de l'objet contrôlé. Il convient que 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 soient identiques à celles indiquées dans l'ISO 7963. La forme géométrique et les dimensions de ces deux blocs sont décrites en [5.2](#) et [5.3](#).

### 5.2 Bloc en demi-cylindre à gradins

Les cotes d'un bloc HS 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, avec 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  $x$ ), une autre ligne marquant l'axe central partageant le bloc en deux moitiés égales (axe  $y$ ), et enfin deux lignes marquant les limites entre deux gradins adjacents. En cours d'utilisation, il convient que le bloc repose sur un support approprié. La structure de ce support ne doit ni abîmer le bloc ni créer, par sa présence, un phénomène d'amortissement des ondes.



**Légende**

- 1 ligne médiane de la gorge
- 2 face avant
- 3 traducteur d'angle

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

### 5.3 Bloc à réflecteurs cylindriques

Les cotes d'un bloc SDH sont indiquées sur la [Figure 2](#). Ce bloc mesure 300 mm de longueur, 25 mm de largeur et 100 mm de hauteur; il est percé de huit réflecteurs cylindriques identiques de 1,5 mm de diamètre. Ces derniers sont identifiés comme suit: SDH<sub>2</sub>, SDH<sub>3</sub>, SDH<sub>4</sub>, SDH<sub>5</sub>, SDH<sub>10</sub>, SDH<sub>20</sub>, SDH<sub>30</sub> et SDH<sub>456</sub>. L'axe longitudinal 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), cette dernière désignant l'une ou l'autre des grandes surfaces du bloc. L'emplacement d'un réflecteur cylindrique est mesuré par la distance entre le centre du réflecteur cylindrique et les faces supérieure, inférieure ou extrêmes 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 réflecteur SDH<sub>456</sub> est gravé sur toutes 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 réflecteur SDH<sub>456</sub>. Par exemple, la distance entre le centre du réflecteur cylindrique SDH<sub>2</sub> et la face T est de 2 mm. Les distances entre le centre du réflecteur cylindrique SDH<sub>456</sub> et les faces B, R et T sont respectivement de 40 mm, de 50 mm et de 60 mm. Le premier réflecteur cylindrique, noté SDH<sub>2</sub>, est situé à 40 mm de la face L, et la distance qui sépare les réflecteurs cylindriques suivants est de 30 mm. Les angles de réfraction (compris entre 0° et 70 °) sont indiqués par de petites lignes gravées sur les faces F, sur le bord entre les faces F et B. Les vitesses de propagation nominales des ondes longitudinales et transversales dans le matériau sont déterminées de façon empirique une fois le bloc usiné, et peuvent être gravées sur l'une des faces F du bloc SDH.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)  
Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3440ffac-4250-4045-b4df-67f6b9a600bc/iso-12715-2014>