



Norme
internationale

ISO 5735-1

**Infrastructure ferroviaire — Essais
non destructifs sur les rails de voie —**

Partie 1:

**Exigences pour les principes
d'évaluation et d'inspection par
ultrasons**

Railway infrastructure — Non-destructive testing on rails in track —

*Part 1: Requirements for ultrasonic testing and evaluation
principles*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5b91618d-f191-48f5-9039-b5c994208b22/iso-5735-1-2024>

Première édition
2024-03

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 5735-1:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5b91618d-f191-48f5-9039-b5c994208b22/iso-5735-1-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5b91618d-f191-48f5-9039-b5c994208b22/iso-5735-1-2024>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2024

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée 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 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Généralités	3
5 Principe des contrôles par ultrasons en voie	3
6 Vitesse d'auscultation et détection de discontinuités	3
7 Simulation des réflecteurs internes sur des rails de référence	4
Annexe A (normative) Réflecteurs pour rails de référence en Europe	5
Annexe B (normative) Réflecteurs pour rails de référence en Chine	28
Annexe C (normative) Réflecteurs pour rails de référence au Japon	37
Annexe D (informative) Zones de contrôle par ultrasons sur des rails inspectés avec des engins d'auscultation ou des dispositifs déplacés manuellement	47
Bibliographie	52

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 5735-1:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5b91618d-f191-48f5-9039-b5c994208b22/iso-5735-1-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5b91618d-f191-48f5-9039-b5c994208b22/iso-5735-1-2024>

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 (IEC) 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/IEC, 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/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/foreword.html.

Le présent document a été élaboré par le Comité Technique ISO/TC 269, *Applications ferroviaires*, souscomité SC 1, *Infrastructure*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 5735 se trouve sur le site web de l'ISO. www.iso.org/iso-5735-1-2024

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/members.html.

Introduction

Le présent document décrit l'état de l'art des contrôles continus par ultrasons des rails en voie appliqués par les compagnies ferroviaires.

La détection précoce des discontinuités des rails installés en voie est essentielle pour assurer la résistance et la stabilité des rails en voie. Les discontinuités compromettent de manière significative la résistance et l'intégrité des rails. C'est pourquoi il convient de les identifier rapidement afin d'assurer la sécurité des transports.

Le présent document inclut les joints soudés, mais ils ne sont pas décrits en détail.

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 5735-1:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5b91618d-f191-48f5-9039-b5c994208b22/iso-5735-1-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5b91618d-f191-48f5-9039-b5c994208b22/iso-5735-1-2024>

Infrastructure ferroviaire — Essais non destructifs sur les rails de voie —

Partie 1: Exigences pour les principes d'évaluation et d'inspection par ultrasons

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences pour les principes et systèmes d'essai afin d'obtenir des résultats comparables en tenant compte de la position, du type et des dimensions des discontinuités dans les rails. Le présent document n'entend pas fournir de lignes directrices pour la gestion des résultats des contrôles par ultrasons des rails en voie. Le présent document s'applique uniquement aux rails Vignole (fond plat) de masse supérieure ou égale à 43 kg/m.

Le présent document s'applique uniquement aux contrôles continus des discontinuités internes affectant les rails en voie.

Le présent document s'applique uniquement aux équipements d'essai utilisés sur des engins d'auscultation spécifiques ou sur des dispositifs déplacés manuellement. Le présent document considère les joints soudés comme des rails de pleine barre.

Le présent document ne définit pas les exigences pour la validation des véhicules. Le présent document ne s'applique pas aux contrôles par ultrasons des rails en usine.

2 Références normatives

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/5b91618d-f191-48f5-9039-b5c994208b22/iso-5735-1-2024>

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. 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 5577:2017, *Essais non destructifs — Contrôle par ultrasons — Vocabulaire*

3 Termes et définitions

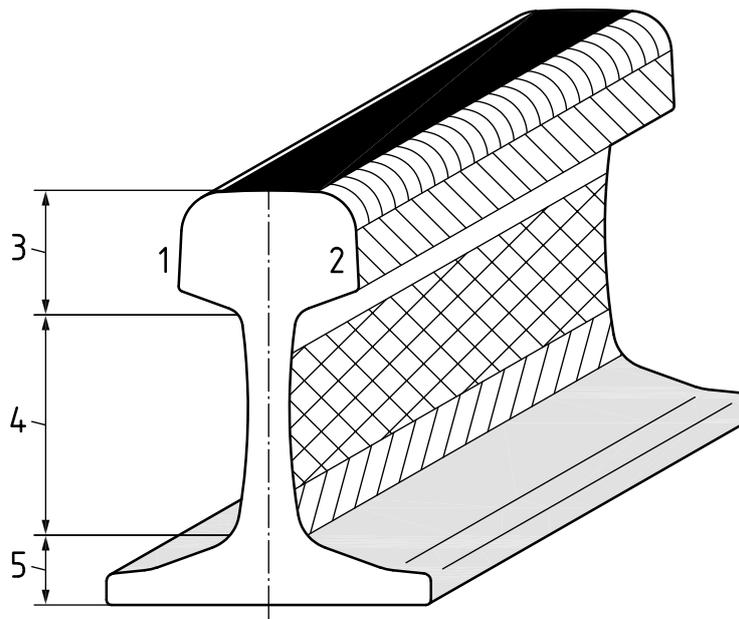
Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 5577, ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes :

- ISO Online browsing platform : disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia : disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

3.1 structure du rail

composants qui constituent le rail (voir la [Figure 1](#))



Légende

- 1 flanc inactif du champignon
- 2 flanc actif du champignon
- 3 champignon
- 4 âme
- 5 patin



table de roulement



congé de roulement



face interne du champignon



congé âme-champignon



âme



congé âme-patin



patin

iTeh Standards

(<https://standards.itih.ai>)

Document Preview

ISO 5735-1:2024

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/5b91618d-f191-48f5-9039-b5c994208b22/iso-5735-1-2024>

Figure 1 — Structure du rail

3.2

réflecteur de référence

dispositif artificiel dont le but est de représenter une discontinuité de dimension, d'orientation et de position connues dans le cadre des contrôles continus par ultrasons

3.3

indication

signal affiché sur l'écran d'un appareil ou d'un système de contrôle par ultrasons en réponse à une impulsion ultrasonore reçue

[SOURCE: : ISO 5577:2017, 6.5.14, modifiée — la partie de la définition « qui peut être séparé du bruit, des échos de surface et des échos de fond » a été remplacée par « d'un système de contrôle par ultrasons en réponse à une impulsion ultrasonore reçue ».]

4 Généralités

Afin de vérifier les performances des systèmes de contrôle continu par ultrasons pour contrôler les rails, des réflecteurs de référence doivent être définis sur une voie d'essai. Ces réflecteurs de référence doivent être enregistrés et restitués à la vitesse normale d'exploitation de l'engin/du système d'essai.

Le rail de référence sur la voie d'essai doit être élaboré à partir d'un rail neuf afin de fournir un profil de champignon et un état de surface de roulement corrects. Les rails présentant de la corrosion sur la table de roulement doivent être nettoyés avant chaque essai afin de permettre une transmission correcte du son, par exemple à l'aide d'une brosse rotative à fils métalliques.

La démonstration d'une indication est effectuée par des essais non destructifs.

Dans le présent document, un système d'essai utilise le son à une gamme de fréquences de 2 MHz à 5 MHz.

Un trou à fond plat (TFP) doit être usiné au diamètre approprié à l'aide d'un foret, puis un autre trou de même diamètre doit être percé à la profondeur nécessaire pour assurer la planéité du fond. La précision du diamètre et de la profondeur doit respecter une tolérance de 0,1 mm. La précision de l'angle doit respecter une tolérance de 0,1°.

Un trou percé latéralement doit être usiné au diamètre approprié à l'aide d'un foret. La précision du diamètre doit respecter une tolérance de 0,1 mm. La précision de l'angle doit respecter une tolérance de 0,1°.

Un usinage par électroérosion doit être réalisé à la forme et à l'orientation souhaitées, dont la précision respecte une tolérance de 0,1 mm. La précision de l'angle doit respecter une tolérance de 0,1°. Pour les longues sections de voie, il est possible d'utiliser un procédé d'électroérosion ou un procédé de découpage par jet d'eau au lieu d'usiner des défauts artificiels (réflecteurs).

En raison de l'usure du rail, les cotes peuvent varier. Si le rail est utilisé pour étalonner la distance et la sensibilité des dispositifs de contrôle par ultrasons (UT), cela doit être pris en compte.

Les dispositifs de contrôle par ultrasons doivent être vérifiés conformément à la spécification et selon les intervalles exigés par le gestionnaire de l'infrastructure.

5 Principe des contrôles par ultrasons en voie

Les ondes ultrasonores transmises dans la structure du rail (voir la [Figure 1](#)) sont réfléchies sur les surfaces extérieures du rail. Les fissures et autres discontinuités présentes dans le rail, et sur la surface extérieure du rail, agissent comme des surfaces réfléchissantes. En réceptionnant, enregistrant et interprétant les signaux ultrasonores renvoyés, il est possible de détecter des discontinuités dans les rails en voie avant qu'elles ne présentent un risque inacceptable pour l'intégrité et la résistance des rails. L'[Annexe D](#) donne des exemples de zones de contrôle sur des rails inspectés avec des engins d'auscultation ou des dispositifs déplacés manuellement.

6 Vitesse d'auscultation et détection de discontinuités

Les faisceaux ultrasonores ont une largeur déterminée par les dimensions et la fréquence du transducteur. Tous les réflecteurs interagissent avec le faisceau ultrasonore. Le faisceau rencontre le réflecteur lorsque l'engin d'auscultation et/ou le dispositif déplacé manuellement circulent sur la voie. L'onde sonore est alors réfléchi et détectée par le transducteur. Tous les systèmes de contrôle par ultrasons utilisent un seuil dans une porte de sélection, et le système enregistre une réponse lorsque la réflexion est supérieure au seuil choisi. En contrôlant le gain du système de contrôle par ultrasons et le seuil de la porte de sélection, il est possible de définir le nombre de réponses pour une dimension donnée de réflecteur.

Lors de l'évaluation d'une représentation de type A, un rapport signal/bruit minimal de 3 est exigé.

Il convient que la représentation de type B d'un réflecteur ne contienne pas d'échos parasites et de répétitions d'échos indésirables.

La taille d'un réflecteur peut être dimensionnée en étalonnant les paramètres du système sur le nombre de réponses connu avec un réflecteur de référence de dimensions connues. La relation entre le nombre de réponses et les dimensions du réflecteur de référence est connue. Cela s'applique à tous les réflecteurs indiqués à l'[Annexe A](#), l'[Annexe B](#) et l'[Annexe C](#).

La vitesse d'essai maximale dépend du profil (longitudinal et transversal) du rail, des dimensions des réflecteurs à détecter, de la largeur du faisceau, de la fréquence d'échantillonnage et du nombre de réponses nécessaires pour pouvoir enregistrer une indication.

La zone de contrôle indirect dépend de la sensibilité du système de contrôle par ultrasons utilisé et de la vitesse d'essai.

7 Simulation des réflecteurs internes sur des rails de référence

Des rails de référence incorporant les ensembles de réflecteurs de référence choisis dans les tableaux de réflecteurs appropriés doivent être élaborés. Ils doivent être installés sur les rails gauche et droit d'une section de voie si des engins d'auscultation sont utilisés. Si seuls des chariots ou des dispositifs déplacés manuellement sont utilisés, les rails de référence peuvent être installés hors voie. La longueur des rails de référence n'est pas définie par le présent document. Les réflecteurs de référence doivent être orientés pour vérifier le fonctionnement des sondes dans les deux directions.

Pour empêcher l'influence de l'eau et des pollutions sur les réponses ultrasonores, les trous et entailles de référence doivent être bouchés par un composé synthétique.

Lorsque des trains circulent sur les rails de référence, le gestionnaire de l'infrastructure doit effectuer une analyse des risques afin de déterminer s'il est nécessaire de renforcer le rail de référence à l'emplacement du réflecteur de référence (par des éclisses ou des moyens similaires) et de déterminer le régime de maintenance des rails de référence.

Lorsque plusieurs valeurs sont indiquées pour une grandeur donnée, l'ensemble des tableaux correspondants de l'[Annexe A](#), de l'[Annexe B](#) et de l'[Annexe C](#) doit être consulté. Si une plage est indiquée pour une grandeur donnée, l'utilisateur peut choisir une valeur dans cet intervalle.

Par exemple, le réflecteur n° 01 (voir le [Tableau A.1](#)) se compose de deux trous dans un rail. Tous les trous ont un diamètre de 6 mm. La distance de la table de roulement par rapport au centre du trou est de 12 mm pour le premier trou et de 20 mm pour le second trou. L'installation du réflecteur n° 01 nécessite le perçement de deux trous dans le rail de référence.

Le réflecteur n° 02 (voir le [Tableau A.1](#)) se compose de quatre trous dans un rail. Deux trous sont percés dans une direction, et deux trous sont percés dans la direction opposée. La distance par rapport à la table de roulement (voir la [Figure A.2](#)) peut être choisie dans une plage de 10 mm à 20 mm. Les perçages par direction ont respectivement des diamètres de 5 mm et 10 mm. L'installation du réflecteur n° 02 nécessite le perçement de quatre trous au minimum dans le rail de référence.

Annexe A
(normative)

Réflecteurs pour rails de référence en Europe

A.1 Cotes des réflecteurs dans les rails de référence

Les rails de référence doivent être élaborés en utilisant les réflecteurs et les cotes du [Tableau A.1](#).

Tableau A.1 — Description des réflecteurs de référence et leurs cotes

N°	Figure	Description	Cotes mm
01	Figure A.1	Réflecteur volumique dans le champignon	$a = 12 ; 20$ $d = 6$
02	Figure A.2	Réflecteur transversal (20°) centré dans l'axe du champignon	$a = 10 \text{ à } 20$ $d = 5 ; 10$
03	Figure A.3	Réflecteur transversal (20°) décentré au niveau du congé du champignon	$a = 10 \text{ à } 20$ $b = 10 \text{ à } 15$ $d = 5 ; 10$
04	Figure A.4	Réflecteur transversal (20°) sur toute la largeur du champignon	$a = 20$ $d = 3$ $l = 7$
05	Figure A.5	Réflecteur transversal (35°) sur toute la largeur du champignon	$a = 20$ $d = 3$ $l = 7$
06	Figure A.6	Réflecteur transversal (53°) sur toute la largeur du champignon	$a = 20$ $d = 3$ $l = 7$
07	Figure A.7	Réflecteur volumique sur le flanc actif du champignon	$a = 25$ $b = 20 ; 25 ; 30 ; 36$ $d = 6 \text{ à } 8$
08	Figure A.8	Réflecteur volumique sur le flanc inactif du champignon	$a = 25$ $b = 20 ; 25 ; 30 ; 36$ $d = 6 \text{ à } 8$
09	Figure A.9	Réflecteur horizontal dans le champignon	$a = 20$ $d = 8 ; 10$
10	Figure A.10	Encoche horizontale dans le trou d'éclissage	$l = 5 ; 10$
11	Figure A.11	Encoche dans le trou d'éclissage en position A	$l = 5 ; 10$
12	Figure A.12	Encoche dans le trou d'éclissage en position B	$l = 5 ; 10$
13	Figure A.13	Encoche dans le trou d'éclissage en position C	$l = 5 ; 10$
14	Figure A.14	Encoche dans le trou d'éclissage en position D	$l = 5 ; 10$
15	Figure A.15	Réflecteur volumique au congé âme-champignon	$d = 6$
16	Figure A.16	Réflecteur volumique au milieu de l'âme	$d = 6$
17	Figure A.17	Réflecteur volumique au congé âme-patin	$d = 6$
18	Figure A.18	Réflecteur transversal au congé âme-champignon (35°)	$d = 3$ $l = 10$
19	Figure A.19	Réflecteur transversal au congé âme-patin (53°)	$d = 3$ $l = 10$

Pour l'explication des symboles, voir les figures correspondantes de [l'Article A.3](#).

Tableau A.1 (suite)

N°	Figure	Description	Cotes mm
20	Figure A.20	Réflecteur longitudinal vertical (version 1)	$a = 20$ $h = 10 ; 15 ; 20$ $l = 50 \text{ à } 100$
21	Figure A.21	Réflecteur longitudinal vertical (version 2)	$a = 20$ $d = 5$ $l = 50 \text{ à } 100$
22	Figure A.22	Encochage au patin	$c_1 = 5$ $c_2 = 10$ $l = 80$ $w = 30$
23	Figure A.23	Encoche de 5 m dans le patin	$c = 5$ $r = 17$
24	Figure A.24	Encoche de 10 mm dans le patin	$c = 10$ $r = 22$
25	Figure A.25	Réflecteurs répétés multiples	$a = 25$ $d = 6$ 10 trous sur 2 000
26	Figure A.26	Réflecteur de contrôle de résolution	$a = 25$ $d = 6$ $l_1 = 8$ $l_2 = 9$ $l_3 = 11$ $l_4 = 13$ $l_5 = 16$ $l_6 = 21$ $l_7 = 26$
Pour l'explication des symboles, voir les figures correspondantes de l'Article A.3 .			

A.2 Détection des réflecteurs de référence

Les réflecteurs de référence indiqués dans le [Tableau A.1](#) doivent être détectables par les sondes avec les angles indiqués dans le [Tableau A.2](#).

Lorsque le fond d'un trou de perçage est utilisé comme réflecteur, le fond du trou doit être usiné avec un fond plat (trou à fond plat, TFP).

Les angles des sondes indiqués dans le [Tableau A.2](#) sont utilisés dans la plupart des engins de contrôle par ultrasons ou dispositifs déplacés manuellement. Le gestionnaire de l'infrastructure doit définir les angles de sonde à utiliser. Le gestionnaire de l'infrastructure doit décider pour quel réflecteur il convient de représenter une atténuation d'écho de fond. Ces éléments dépendent des réflecteurs à détecter.

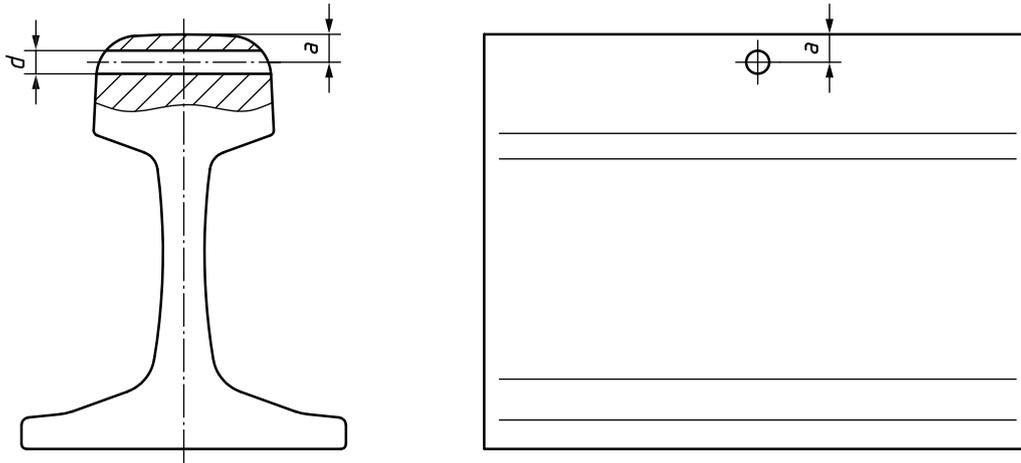
Toutes les sondes d'angle doivent être configurées pour fonctionner dans les deux directions (en avant et en arrière). Les réflecteurs de référence doivent être orientés pour vérifier le fonctionnement des sondes dans les deux directions.

Tableau A.2 — Réflecteurs de référence à détecter avec des angles de sonde définis

N°	Réflecteur	Axe du champignon					Parallèle dans le flanc actif/inactif du champignon	Orienté vers le flanc actif/inactif du champignon
		0°	35° à 40°	50° à 60°	45° à 55° transversal	65° à 70°	65° à 70°	65° à 70°
01	Réflecteur volumique dans le champignon	X	X	X		X	X	X
02	Réflecteur transversal (20°) centré dans l'axe du champignon					X		
03	Réflecteur transversal (20°) décentré au niveau du congé du champignon						X	
04	Réflecteur transversal (20°) sur toute la largeur du champignon					X	X	
05	Réflecteur transversal (35°) sur toute la largeur du champignon			X		X	X	
06	Réflecteur transversal (53°) sur toute la largeur du champignon		X					
07	Réflecteur volumique sur le flanc actif du champignon						X	X
08	Réflecteur volumique sur le flanc inactif du champignon						X	X
09	Réflecteur horizontal dans le champignon	X						
10	Encoche horizontale dans le trou d'éclissage	X						
11	Encoche dans le trou d'éclissage en position A		X					
12	Encoche dans le trou d'éclissage en position B		X					
13	Encoche dans le trou d'éclissage en position C		X					
14	Encoche dans le trou d'éclissage en position D		X					
15	Réflecteur volumique au congé âme-champignon	X	X	X				
16	Réflecteur volumique au milieu de l'âme	X	X					
17	Réflecteur volumique au congé âme-patin	X	X					
18	Réflecteur transversal au congé âme-champignon (35°)			X				
19	Réflecteur transversal au congé âme-patin (53°)		X					
20	Réflecteur longitudinal vertical (version 1)				X			
21	Réflecteur longitudinal vertical (version 2)	X			X			
22	Encochage au patin	X						
23	Encoche de 5 mm dans le patin		X					
24	Encoche de 10 mm dans le patin		X					
25	Réflecteurs répétés multiples	X	X	X		X	X	X
26	Réflecteur de contrôle de résolution	X	X	X		X	X	

A.3 Figures des réflecteurs de référence

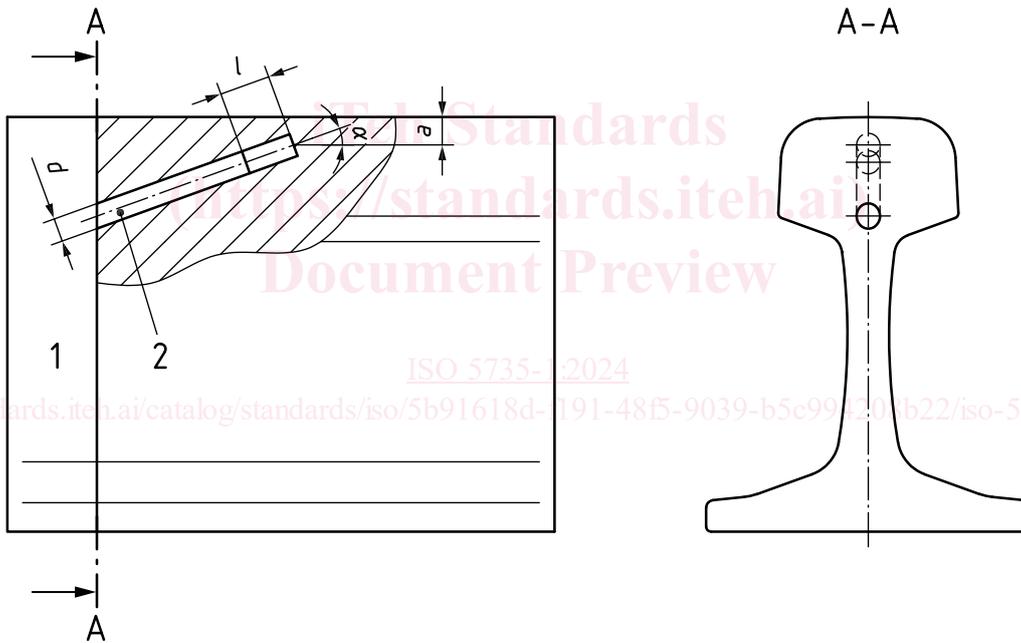
Le présent article spécifie les figures des réflecteurs de référence.



Légende

- a* voir le [Tableau A.1](#)
- d* voir le [Tableau A.1](#)

Figure A.1 — Réflecteur volumique dans le champignon



Légende

- a* voir le [Tableau A.1](#)
- d* voir le [Tableau A.1](#)
- α 20°
- l* 20 mm
- 1 soudure
- 2 bouchon en acier à rail

Figure A.2 — Réflecteur transversal au centre (20°) du champignon