



**Norme  
internationale**

**ISO 15590-1**

**Industries du pétrole et du gaz, y  
compris les énergies à faible teneur  
en carbone — Coudes d'usine,  
raccords et brides pour systèmes de  
transport par conduites —**

**Partie 1:  
Coudes fabriqués par induction**

*Oil and gas industries including lower carbon energy — Factory  
bends, fittings and flanges for pipeline transportation systems —*

*Part 1: Induction bends*

**Quatrième édition  
2024-07**

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

[ISO 15590-1:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/74e2d9d8-2a1b-4ca3-8268-8aa740a45247/iso-15590-1-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/74e2d9d8-2a1b-4ca3-8268-8aa740a45247/iso-15590-1-2024>



**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](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

# Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b>	<b>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b>	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b>	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b>	<b>2</b>
<b>4 Symboles et abréviations</b>	<b>5</b>
4.1 Symboles	5
4.2 Abréviations	6
<b>5 Exigences générales</b>	<b>7</b>
5.1 Unités de mesure	7
5.2 Arrondis	7
5.3 Conformité au présent document	7
<b>6 Désignation</b>	<b>7</b>
<b>7 Classe de pression et conception</b>	<b>7</b>
<b>8 Informations fournies par l'acheteur</b>	<b>8</b>
8.1 Informations générales	8
8.2 Informations complémentaires	9
8.3 Informations sur le tube principal	10
<b>9 Fabrication</b>	<b>10</b>
9.1 Tube principal	10
9.2 Coude d'essai de qualification	11
9.3 Cintrage de production	11
9.4 Traitement thermique post-cintrage	11
9.5 Formage et calibrage après cintrage	11
9.6 Soudures d'extrémité de bande/plaque	12
9.7 Tubes raboutés et soudures de contour	12
9.8 Préparation des extrémités	13
<b>10 Essais et inspection</b>	<b>13</b>
10.1 Exigences générales	13
10.2 Étendue des essais et de l'inspection	13
10.2.1 Coude d'essai de qualification	13
10.2.2 Coudes de production	13
10.2.3 Coudes d'essai de production	13
10.3 Composition chimique	14
10.4 Essais physiques	14
10.4.1 Éprouvettes — Généralités	14
10.4.2 Essais de traction	14
10.4.3 Essais de résilience Charpy sur éprouvette à entaille en V	18
10.4.4 Essais de dureté dans le sens de l'épaisseur	20
10.4.5 Essais de dureté superficielle	20
10.4.6 Examen métallographique	21
10.4.7 Essai de déplacement d'ouverture en fond de fissure	21
10.4.8 Essai de cintrage guidé	21
10.4.9 Essais d'aplatissement	21
10.4.10 Contre-essais	22
10.5 Essai non destructif	22
10.5.1 Généralités	22
10.5.2 Inspection visuelle	22
10.5.3 Essais des cordons de soudure	23
10.5.4 Inspection des extrémités de coude	23
10.5.5 Essais par magnétoscopie ou ressuage sur le corps de coude	23
10.5.6 Essais par ultrasons sur le corps de coude	24

# ISO 15590-1:2024(fr)

10.5.7	Niveau de magnétisme résiduel.....	24
10.5.8	Réparations.....	24
10.5.9	Personnel en charge des essais non destructifs.....	24
10.6	Dimensions.....	24
10.7	Calibrage.....	29
10.8	Essai hydrostatique.....	29
<b>11</b>	<b>Document d'inspection.....</b>	<b>29</b>
<b>12</b>	<b>Marquage.....</b>	<b>29</b>
<b>Annexe A</b>	<b>(normative) Spécification du mode opératoire de fabrication (MPS).....</b>	<b>31</b>
<b>Annexe B</b>	<b>(normative) Coudes PSL 2S commandés pour un service en milieu corrosif.....</b>	<b>33</b>
<b>Bibliographie</b> .....		<b>38</b>

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

[ISO 15590-1:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/74e2d9d8-2a1b-4ca3-8268-8aa740a45247/iso-15590-1-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/74e2d9d8-2a1b-4ca3-8268-8aa740a45247/iso-15590-1-2024>

## 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](http://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 propriété 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](http://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 [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 67, *Industries du pétrole et du gaz, y compris les énergies à faible teneur en carbone*, sous-comité SC 2, *Systèmes de transport par conduites*.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 15590-1:2018), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- le titre est modifié pour être cohérent avec le nouveau titre de l'ISO/TC 67 en réponse au développement vert et à faible teneur en carbone;
- le processus de cintrage par induction est classé en processus de chauffage local et processus de chauffage général en fonction de la nuance d'acier;
- les exigences en matière de contrôle des soudures dans la zone de transition sont supprimées;
- une exigence d'essai pour l'extraction d'échantillons du métal de base de l'axe neutre du coude est ajoutée;
- les éprouvettes délaminées avec une épaisseur réduite pour les essais de traction sont ajoutées;
- des exigences pour les contre-essais sont ajoutées;
- une condition supplémentaire pour les essais non destructifs relatifs à la pollution par le cuivre est ajoutée.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 15590 se trouve sur le site web de l'ISO.

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/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).



# Industries du pétrole et du gaz, y compris les énergies à faible teneur en carbone — Coudes d'usine, raccords et brides pour systèmes de transport par conduites —

## Partie 1: Coudes fabriqués par induction

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les conditions techniques de livraison des coudes fabriqués par le procédé de cintrage par induction et destinés aux systèmes de transport par conduites des industries du pétrole et du gaz naturel définis dans l'ISO 13623.

Le présent document est applicable aux coudes cintrés par induction, fabriqués à partir de tubes soudés et non soudés, en aciers non alliés ou faiblement alliés.

NOTE Il s'agit généralement d'aciers C-Mn ou d'aciers faiblement alliés adaptés au niveau et à la nuance correspondant au tube de conduite, conformément à l'ISO 3183.

Le présent document spécifie les exigences de fabrication de deux niveaux de spécification de produit (PSL) des coudes cintrés par induction, correspondant aux niveaux de spécification indiqués pour les tubes dans l'ISO 3183.

Le présent document n'est pas applicable à la sélection du niveau de spécification des produits (PSL) cintrés par induction.

Le présent document n'est pas applicable aux coudes de conduites fabriqués par d'autres procédés.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/74e2d9d8-2a1b-4ca3-8268-8aa740a45247/iso-15590-1-2024>

### 2 Références normatives

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 80000-1:2022, *Grandeurs et unités — Partie 1: Généralités*

ISO 148-1, *Matériaux métalliques — Essai de flexion par choc sur éprouvette Charpy — Partie 1: Méthode d'essai*

ISO 3183, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Tubes en acier pour les systèmes de transport par conduites*

ISO 6507 (toutes les parties), *Matériaux métalliques — Essai de dureté Vickers*

ISO 6508 (toutes les parties), *Matériaux métalliques — Essai de dureté Rockwell*

ISO 6892-1, *Matériaux métalliques — Essai de traction — Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante*

ISO 6892-2, *Matériaux métalliques — Essai de traction — Partie 2: Méthode d'essai à température élevée*

ISO 7438, *Matériaux métalliques — Essai de pliage*

ISO 7539-2, *Corrosion des métaux et alliages — Essais de corrosion sous contrainte — Partie 2: Préparation et utilisation des éprouvettes pour essais en flexion*

## ISO 15590-1:2024(fr)

ISO 8501-1, *Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés — Évaluation visuelle de la propreté d'un subjectile — Partie 1: Degrés de rouille et degrés de préparation des subjectiles d'acier non recouverts et des subjectiles d'acier après décapage sur toute la surface des revêtements précédents*

ISO 10474, *Aciers et produits sidérurgiques — Documents de contrôle*

ISO 10893-4, *Essais non destructifs des tubes en acier — Partie 4: Contrôle par ressuage des tubes en acier sans soudure et soudés pour la détection des imperfections de surface*

ISO 10893-5, *Essais non destructifs des tubes en acier — Partie 5: Contrôle par magnétoscopie des tubes en acier ferromagnétique sans soudure et soudés pour la détection des imperfections de surface*

ISO 10893-8, *Essais non destructifs des tubes en acier — Partie 8: Contrôle automatisé par ultrasons pour la détection des dédoubleures des tubes en acier sans soudure et soudés*

ISO 10893-9, *Essais non destructifs des tubes en acier — Partie 9: Contrôle automatisé par ultrasons pour la détection des dédoubleures dans les bandes/tôles fortes utilisées pour la fabrication des tubes en acier soudés*

ISO 10893-10:2011, *Essais non destructifs des tubes en acier — Partie 10: Contrôle automatisé par ultrasons sur toute la circonférence des tubes en acier sans soudure et soudés (sauf à l'arc immergé sous flux en poudre) pour la détection des imperfections longitudinales et/ou transversales*

ISO 10893-11:2011, *Essais non destructifs des tubes en acier — Partie 11: Contrôle automatisé par ultrasons du cordon de soudure des tubes en acier soudés pour la détection des imperfections longitudinales et/ou transversales*

ISO 13623, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Systèmes de transport par conduites*

ISO 17640, *Essais non destructifs des assemblages soudés — Contrôle par ultrasons — Techniques, niveaux d'essai et évaluation*

ASTM E112, *Standard Test Methods for Determining Average Grain Size*

ASTM E214, *Standard Practice for Ultrasonic Pulse-Echo Straight-Beam Contact Testing*

ASTM E340, *Standard Test Method for Macroetching Metals and Alloys*

ASTM E797, *Standard Practice for Measuring Thickness by Manual Ultrasonic Pulse-Echo Contact Method*

NACE TM0177:2016, *Standard Test Method — Laboratory Testing of Metals for Resistance to Sulfide Stress Cracking and Stress Corrosion Cracking in H<sub>2</sub>S Environments*

NACE TM0284:2016, *Test Method — Evaluation of Pipeline and Pressure Vessel Steels for Resistance to Hydrogen-Induced Cracking*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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

##### arc

partie courbe d'un coude

3.2

**angle de cintrage**

quantité de changement directionnel à travers le coude

3.3

**essai de qualification d'un coude**

**BQT**

essai de qualification consistant à produire un coude conformément à la *MPS* (3.20) et à démontrer qu'il est possible de produire des coudes satisfaisant aux exigences spécifiées dans le présent document

Note 1 à l'article: [L'Article 10](#) spécifie les exigences relatives aux coudes.

3.4

**rayon de cintrage**

distance du centre de courbure jusqu'à l'axe du tube coudé

3.5

**selon accord**

convenu entre le *fabricant* (3.19) et l'*acheteur* (3.23)

[SOURCE: ISO 15590-2: 2021, 3.1]

3.6

**corde**

segment de ligne reliant les points de début et de fin de la zone de coude, mesuré au niveau de l'axe

3.7

**défaut**

*imperfection* (3.12) dont la taille et/ou la densité de population sont supérieures aux critères d'acceptation spécifiés

Note 1 à l'article: [10.5](#) et [l'Article B.7](#) précisent les critères d'acceptation.

3.8

**extrados**

partie extérieure courbe de l'*arc* d'un coude (3.1) [15590-1:2024](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/74e2d9d8-2a1b-4ca3-8268-8aa740a45247/iso-15590-1-2024>

**technologie de chauffage général**

*cintrage par induction* (3.14), processus dans lequel l'ensemble du coude, y compris les sections de l'*arc* (3.1) et de la *tangente* (3.27), est poussé à travers la bobine de chauffage par induction et chauffé jusqu'à la température de cintrage complète

3.10

**coulée**

fournée d'acier préparée en une seule opération de fabrication

3.11

**sous réserve d'accord**

caractéristique spécifiée dans la commande, devant être telle que prescrite, ou plus contraignante, à condition qu'elle ait fait l'objet d'un accord entre le *fabricant* (3.19) et l'*acheteur* (3.23)

[SOURCE: ISO 24139-2:2023, 3.1.5]

3.12

**imperfection**

discontinuité ou irrégularité dans la paroi ou la surface d'un produit qui peut être détectée par des *méthodes d'inspection* (3.15) décrites dans le présent document

3.13

**indication**

preuve obtenue par une *inspection non destructive* (3.22)

**3.14**

**cintrage par induction**

processus continu utilisant le chauffage par induction pour créer une bande circonférentielle étroite chauffée autour du matériau en cours de cintrage

**3.15**

**inspection**

activités consistant à mesurer, examiner, soumettre à essai, peser ou calibrer une ou plusieurs caractéristiques d'un produit, puis à comparer les résultats de ces activités par rapport aux exigences spécifiées afin de déterminer la conformité

**3.16**

**intradós**

partie intérieure courbe de l'*arc* d'un coude (3.1)

**3.17**

**délaminage**

séparation interne du métal qui crée des couches généralement parallèles à la surface du tube/coude

**3.18**

**technologie de chauffage local**

*cintrage par induction* (3.14) processus dans lequel seul l'*arc* (3.1) d'un coude est poussé à travers la bobine de chauffage par induction et chauffé à la température de cintrage maximale

**3.19**

**fabricant**

firme, compagnie ou société responsable de la fabrication et du marquage du produit conformément à des exigences spécifiées

Note 1 à l'article: Les [Articles 9](#) et [10](#) spécifient les exigences relatives aux fabricants.

**3.20**

**spécification du mode opératoire de fabrication**

**MPS (manufacturing procedure specification)**

document spécifiant les propriétés et la description du *tube principal* (3.21), le mode opératoire de cintrage, l'équipement et le cycle de traitement thermique post-cintrage (si nécessaire), les résultats de l'essai de qualification du coude, les modes opératoires des essais non destructifs et les détails des chanfreins de soudure pour la réalisation des coudes

**3.21**

**tube principal**

tronçon de tube droit à partir duquel un coude est cintré par induction

**3.22**

**inspection non destructive**

*inspection* (3.15) destinée à détecter les *imperfections* (3.12) par des méthodes de contrôle radiographique, aux ultrasons ou autres spécifiées dans le présent document et n'engendrant aucune perturbation, contrainte ou rupture des matériaux

**3.23**

**acheteur**

partie chargée de définir les exigences relatives à la commande d'un produit, ainsi que du règlement de cette dernière

**3.24**

**soudage à l'arc sous flux  
SAW (submerged-arc welding)**

procédé de soudage qui produit une fusion et une coalescence des métaux en les chauffant avec un ou plusieurs arcs entre une ou plusieurs électrodes consommables métalliques nues et la pièce, dans lequel l'arc et le métal fondu sont protégés par inertage par flux granulaire

[SOURCE: ISO 15590-4:2019, 3.22]

**3.25**

**condition de service**

condition d'utilisation spécifiée par l'acheteur (3.23) dans la commande

Note 1 à l'article: Dans le présent document, les termes «service en milieu corrosif» et «service en mer» sont des conditions de service.

**3.26**

**soudure d'extrémité**

soudure d'assemblage des extrémités d'une bande ou d'une plaque

**3.27**

**tangente**

section droite aux extrémités d'un coude cintré par induction

**3.28**

**zone de transition**

zone couvrant les points de début et de fin du chauffage par induction, incluant la matière qui s'étend du *tube principal* non chauffé (3.21) jusqu'à la matière portée à la température de cintrage complet

**3.29**

**amincissement de paroi**

réduction de l'épaisseur d'origine d'une paroi de tube pour la ramener à l'épaisseur de paroi de l'*extrados* (3.8) après cintrage

**4 Symboles et abréviations**

ISO 15590-1:2024

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/74e2d9d8-2a1b-4ca3-8268-8aa740a45247/iso-15590-1-2024>

**4.1 Symboles**

$A$	allongement de l'éprouvette de traction après fracture, exprimé en pourcentage
$L_{CVD}$	profondeur d'aspérité
$D_2$ et $D_4$	diamètres extérieurs de deux sommets adjacents
$D_3$	diamètre extérieur du creux intermédiaire
$D$	diamètre extérieur spécifié
$D_a$	diamètre extérieur désigné par le fabricant après calibrage, exprimé en millimètres
$D_b$	diamètre extérieur désigné par le fabricant avant calibrage, exprimé en millimètres
$D_{max}$	diamètre (extérieur ou intérieur) maximal mesuré
$D_{min}$	diamètre (extérieur ou intérieur) minimal mesuré
$l$	distance entre sommets adjacents d'une ondulation
$O$	ovalisation

## ISO 15590-1:2024(fr)

$r_b$	rayon de cintrage axial
$r_p$	rayon nominal à mi-épaisseur du tube principal
$R_m$	résistance ultime à la traction
$R_{t0,5}$	limite d'élasticité pour un allongement total de 0,5 %
$S_r$	ratio de calibrage
$T_{dmin}$	température de calcul minimale spécifiée par l'acheteur
$t_i$	épaisseur minimale de paroi au niveau de l'intrados du coude
$t_{min}$	épaisseur de paroi minimale requise conformément à l'ISO 13623 pour le tube droit adjacent au coude, incluant toute surépaisseur de corrosion

### 4.2 Abréviations

CTOD	essai de déplacement d'ouverture en fond de fissure
CVD	profondeur d'aspérité
HAZ	zone affectée thermiquement
HFW	soudage électrique à haute fréquence pour la fabrication de tubes
HIC	fissuration sous hydrogène
IB	coude cintré par induction
MT	essai par magnétoscopie
NDT	essai non destructif
PSL	niveau de spécification d'un produit
PT	essai par ressuage
RT	essai radiographique
SAWH	soudage hélicoïdal à l'arc sous flux pour la fabrication de tubes
SAWL	soudage longitudinal à l'arc sous flux pour la fabrication de tubes
SI	système international d'unités
SSC	fissuration sous contrainte en présence de sulfure
SWC	fissuration en gradin
UT	essai par ultrasons
WPS	spécification de mode opératoire de soudage