

---

---

**Industries du pétrole et du gaz naturel —  
Tige de forage en alliage d'aluminium**

*Petroleum and natural gas industries — Aluminium alloy drill pipe*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 15546:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49817651-6acc-41b5-b4b2-9e113b7f24ed/iso-15546-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49817651-6acc-41b5-b4b2-9e113b7f24ed/iso-15546-2002>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 15546:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49817651-6acc-41b5-b4b2-9e113b7f24ed/iso-15546-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49817651-6acc-41b5-b4b2-9e113b7f24ed/iso-15546-2002>

© ISO 2002

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'ISO à l'adresse ci-après ou du 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)

Version française parue en 2003

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

|   |           |
|---|-----------|
| Avant-propos .....  | iv        |
| Introduction .....  | v         |
| <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, définitions et symboles</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>3.1</b> <b>Termes et définitions</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>3.2</b> <b>Symboles</b> .....  | <b>2</b>  |
| <b>4</b> <b>Informations à fournir par l'acheteur</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>5</b> <b>Procédé de fabrication et conditions de livraison</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>5.1</b> <b>Généralités</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>5.2</b> <b>Traitement thermique</b> .....  | <b>4</b>  |
| <b>5.3</b> <b>Traçabilité</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>5.4</b> <b>Conditions de livraison</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>6</b> <b>Exigences des matériaux</b> .....   | <b>5</b>  |
| <b>6.1</b> <b>Groupes de matériaux</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>6.2</b> <b>Examen métalographique</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>6.3</b> <b>Composition chimique</b> .....  | <b>6</b>  |
| <b>6.4</b> <b>Raccords en acier</b> .....   | <b>6</b>  |
| <b>7</b> <b>Configuration et dimensions des tiges</b> .....   | <b>7</b>  |
| <b>7.1</b> <b>Configuration</b> .....   | <b>7</b>  |
| <b>7.2</b> <b>Longueur</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>7.3</b> <b>Dimensions des tiges et des raccords</b> .....  | <b>7</b>  |
| <b>7.4</b> <b>Masse de conception</b> .....   | <b>13</b> |
| <b>7.5</b> <b>Dégagement du refoulement</b> .....   | <b>17</b> |
| <b>7.6</b> <b>Rectitude</b> .....   | <b>17</b> |
| <b>7.7</b> <b>Ovalité et excentricité des tiges</b> .....   | <b>17</b> |
| <b>7.8</b> <b>Exigences de passage du mandrin</b> .....   | <b>17</b> |
| <b>7.9</b> <b>Revêtement interne</b> .....  | <b>18</b> |
| <b>7.10</b> <b>Assemblage tige de forage-raccord</b> .....  | <b>18</b> |
| <b>8</b> <b>Méthodes d'essai</b> .....  | <b>18</b> |
| <b>9</b> <b>Méthodes de mesure</b> .....  | <b>19</b> |
| <b>10</b> <b>Inspection</b> .....   | <b>20</b> |
| <b>11</b> <b>Marquage</b> .....   | <b>20</b> |
| <b>12</b> <b>Emballage, transport et stockage</b> .....   | <b>21</b> |
| <b>13</b> <b>Documentations</b> .....   | <b>21</b> |
| <b>13.1</b> <b>Certificats</b> .....  | <b>21</b> |
| <b>13.2</b> <b>Conservation des archives</b> .....  | <b>21</b> |
| <b>14</b> <b>Conditions de livraison</b> .....  | <b>22</b> |
| <b>Annexe A (normative) Inspection par l'acheteur</b> .....   | <b>23</b> |
| <b>Annexe B (normative) Exigence supplémentaire — Essai de vérification du calcul de la fatigue en vraie grandeur</b> ..... | <b>24</b> |
| <b>Annexe C (normative) Essai de corrosion</b> .....  | <b>26</b> |
| <b>Bibliographie</b> .....  | <b>27</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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

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.

L'ISO 15546 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 67, *Matériel, équipement, structures en mer, pour les industries pétrolière, pétrochimique et du gaz naturel.*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)  
ISO 15546:2002  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49817651-6acc-41b5-b4b2-9e113b7f24ed/iso-15546-2002>

## Introduction

Il convient d'informer les utilisateurs de la présente Norme internationale que des exigences différentes ou complémentaires peuvent être nécessaires pour des applications particulières. La présente Norme internationale n'a pas pour intention d'empêcher un vendeur de proposer, ou un acheteur d'accepter d'autres équipements ou solutions techniques pour une application particulière — ce qui peut notamment s'appliquer dans le cas de technologies innovantes ou en cours de développement. Lorsqu'une alternative est proposée, il sera nécessaire au fabricant d'identifier toutes les différences par rapport à la présente Norme internationale, et de fournir une description détaillée.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 15546:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49817651-6acc-41b5-b4b2-9e113b7f24ed/iso-15546-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49817651-6acc-41b5-b4b2-9e113b7f24ed/iso-15546-2002>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 15546:2002

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49817651-6acc-41b5-b4b2-9e113b7f24ed/iso-15546-2002>

# Industries du pétrole et du gaz naturel — Tige de forage en alliage d'aluminium

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les conditions techniques de livraison, le procédé de fabrication, les exigences de matériau, la configuration et les dimensions, les procédures de vérification et d'inspection pour les tiges de forage en alliage d'aluminium, avec ou sans raccords vissés en acier, convenant à l'emploi dans les opérations de forage et de production dans les industries du pétrole et du gaz naturel.

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 2566-1, *Acier — Conversion des valeurs d'allongement — Partie 1: Aciers au carbone et aciers faiblement alliés*

ISO 6892, *Matériaux métalliques — Essai de traction à température ambiante*

ISO 9303,  *Tubes en acier sans soudure et soudés (sauf à l'arc immergé) pour service sous pression — Contrôle par ultrasons sur toute la circonférence pour la détection des imperfections longitudinales*

ISO 11484,  *Tubes en acier pour service sous pression — Qualification et certification du personnel d'essais non destructifs (END)*

ASTM<sup>1)</sup> A370, *Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products*

ASTM G1, *Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens*

ASTM G44, *Standard Practice for Exposure of Metals and Alloys by Alternate Immersion in Neutral 3,5 % Sodium Chloride Solution*

API<sup>2)</sup> Spec 7, *Rotary Drill Stem Elements*

*Manual on Statistical Planning and Analysis for Fatigue Experiments* — STP-588, ASTM

## 3 Termes, définitions et symboles

### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

1) ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, Pennsylvania, USA, 19428-2959.

2) American Petroleum Institute, 1220 L Street NW, Washington D.C. 20005, USA.

## ISO 15546:2002(F)

### 3.1.1

#### **défaut**

imperfection d'une gravité suffisante pour entraîner le rejet du produit

NOTE Le rejet sera fait sur la base des stipulations de la présente Norme internationale.

### 3.1.2

#### **tige de forage**

tube sans soudure utilisé pour entraîner l'outil de forage et pour la circulation des fluides de forage, les tiges de forage étant assemblées entre elles au moyen de raccords

### 3.1.3

#### **coulée**

métal produit par un seul cycle d'un procédé discontinu de fusion

### 3.1.4

#### **imperfection**

discontinuité ou irrégularité dans le produit

NOTE Les imperfections sont détectées par les méthodes exposées dans la présente Norme internationale.

### 3.1.5

#### **lot**

tubes de mêmes dimensions spécifiées et de même nuance qui sont traités à chaud dans une même opération continue (ou discontinue) et qui proviennent d'une même coulée, ou de différentes coulées regroupées conformément à une procédure écrite

NOTE La procédure écrite donnera l'assurance que les exigences appropriées de la présente Norme internationale sont satisfaites.

### 3.1.6

#### **fabricant**

firme, compagnie ou société responsable du marquage du produit

ISO 15546:2002  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49817651-6acc-41b5-b4b2-021131-7724/iso-15546-2002>

NOTE Le marquage du fabricant garantit que le produit est conforme à la présente Norme internationale, et c'est le fabricant qui est responsable de la conformité à toutes ses dispositions applicables.

### 3.1.7

#### **usine à tubes**

firme, compagnie ou société qui exploite des installations de fabrication de tubes

### 3.1.8

#### **transformateur**

firme, compagnie ou société qui exploite des installations capables de fileter et d'assembler les tiges aux raccords

### 3.1.9

#### **tube sans soudure**

produit tubulaire corroyé fabriqué sans cordon de soudure par déformation à chaud et, si nécessaire, par finition ultérieure à froid du produit tubulaire en vue d'obtenir la forme, les dimensions et les propriétés souhaitées

## 3.2 Symboles

Les symboles suivants sont utilisés dans la présente Norme internationale.

$D$  Diamètre extérieur du corps de la tige, exprimé en millimètres

$D_1$  Diamètre extérieur de l'extrémité refoulée, exprimé en millimètres



|          |  |
|----------|--|
| $D_2$    | Diamètre de la rainure de l'extrémité filetée dans le plan de l'extrémité de la tige, exprimé en millimètres                         |
| $D_3$    | Diamètre extérieur de l'extrémité de la tige de forage, exprimé en millimètres   |
| $D_4$    | Diamètre extérieur du filetage de la tige dans le plan de l'extrémité, exprimé en millimètres  |
| $D_5$    | Diamètre minimal du filetage de la tige au point de mesure, exprimé en millimètres   |
| $D_6$    | Diamètre du joint conique au point de mesure de la tige, exprimé en millimètres  |
| $D_{pt}$ | Diamètre extérieur du renflement de protection, exprimé en millimètres   |
| $D_s$    | Diamètre de chanfrein des raccords, exprimé en millimètres   |
| $D_{se}$ | Diamètre de chanfrein sur la partie élévateur des raccords, exprimé en millimètres   |
| $D_{tj}$ | Diamètre extérieur des raccords, exprimé en millimètres  |
| $d$      | Diamètre intérieur du corps de la tige, exprimé en millimètres   |
| $d_3$    | Diamètre du joint conique au plan de l'extrémité du raccord, exprimé en millimètres  |
| $d_4$    | Diamètre intérieur du filetage des raccords au plan de l'extrémité, exprimé en millimètres   |
| $d_5$    | Diamètre minimal du filetage du raccord au point de mesure, exprimé en millimètres   |
| $d_6$    | Diamètre du joint conique au point de mesure du raccord, exprimé en millimètres  |
| $d_{tp}$ | Diamètre intérieur du raccord mâle, exprimé en millimètres   |
| $d_{tb}$ | Diamètre intérieur du raccord femelle, exprimé en millimètres  |
| $l$      | Distance depuis le plan de l'extrémité du raccord jusqu'à la face intérieure d'épaulement, exprimée en millimètres                   |
| $l_1$    | Longueur de l'extrémité refoulée, exprimée en millimètres  |
| $l_2$    | Longueur de la zone de transition de l'extrémité refoulée, exprimée en millimètres   |
| $l_3$    | Longueur du renflement de protection, exprimée en millimètres  |
| $l_4$    | Longueur de la zone de transition du renflement de protection, exprimée en millimètres   |
| $l_5$    | Surface non finie, exprimée en millimètres   |
| $l_p$    | Longueur de la tige sans raccord, exprimée en mètres (distance entre les extrémités)   |
| $l_{pj}$ | Longueur de la tige avec raccord, exprimée en mètres (distance entre l'extrémité du raccord femelle et l'épaulement du raccord mâle) |
| $l_{tb}$ | Longueur du raccord femelle, exprimée en millimètres   |
| $l_{tp}$ | Longueur du raccord mâle, exprimée en millimètres  |
| $t$      | Épaisseur de la paroi du corps de la tige, exprimée en millimètres   |
| $t_1$    | Épaisseur de la paroi de l'extrémité refoulée, exprimée en millimètres   |

## 4 Informations à fournir par l'acheteur

4.1 En passant commande de tiges de forage sans filetage, avec filetage mais sans raccords, ou avec raccords attachés, l'acheteur doit, dans sa commande, préciser les points suivants:

- a) référence à la présente Norme internationale (c'est-à-dire «ISO 15546»);
- b) quantité;
- c) refoulement intérieur, refoulement extérieur, refoulement extérieur ou intérieur et renflement de protection (voir Tableaux 4 à 7);
- d) condition de livraison des tiges de forage (voir 5.4 et Article 14)
- e) diamètre extérieur (voir Tableaux 4 à 7);
- f) épaisseur de paroi (voir Tableaux 4 à 7);
- g) groupe du matériau (voir Tableau 1);
- h) longueur (voir 7.2, Tableau 3);
- i) date de livraison et instructions d'expédition;
- j) inspection par l'acheteur (voir Annexe A);
- k) autres types de raccords (voir Figure 7).

4.2 Il convient que l'acheteur précise en outre, dans sa commande, toutes exigences relatives aux indications suivantes, qui sont au choix de l'acheteur:

- a) revêtements des tubes (voir 7.9);
- b) exigences de marquage (voir Article 11);
- c) contrôles non destructifs (voir 10.4);
- d) essai de vitesse de corrosion pour le Groupe IV chimie (voir Tableau 1);
- e) certificats d'essai (voir 13.1);
- f) système d'alliage (voir Tableau 1).

## 5 Procédé de fabrication et conditions de livraison

### 5.1 Généralités

Les tiges de forage fournies selon la présente Norme internationale doivent être fabriquées sans soudure.

### 5.2 Traitement thermique

Les tiges de forage doivent être soumises à un traitement thermique de mise en solution suivi d'un processus de vieillissement artificiel ou naturel. Le tube en aluminium ne doit pas être soumis à un écrouissage à l'issue du procédé de traitement thermique final, à l'exception de l'écrouissage consécutif aux opérations normales de redressement ou de filetage.

Les exigences de température et de durée, en ce qui concerne les cycles de traitement thermique de mise en solution et de vieillissement, doivent être déterminées conformément aux spécifications écrites du fabricant. Les températures et durées réelles de traitement thermique doivent être consignées de façon à vérifier que chaque lot de traitement thermique satisfait les exigences documentées du fabricant.

### 5.3 Traçabilité

Le fabricant doit établir et appliquer des procédures garantissant l'identification de la coulée et/ou du lot jusqu'à ce que tous les essais prescrits pour la coulée et/ou le lot aient été effectués et que la conformité aux exigences de la spécification ait été démontrée.

### 5.4 Conditions de livraison

Les tiges de forage en alliage d'aluminium sont normalement fournies sous forme de

- a) tiges à extrémité lisse (avec refoulement extérieur ou intérieur mais sans filetage),
- b) tiges filetées (avec refoulement extérieur ou intérieur mais sans raccord), ou
- c) tiges de forage avec raccord attaché (avec refoulement extérieur ou intérieur).

## 6 Exigences des matériaux

### 6.1 Groupes de matériaux

Les matériaux pour les tiges de forage en alliage d'aluminium après traitement thermique doivent être conformes au Tableau 1. Ils sont répartis en quatre groupes de matériaux

- **Groupe I**, sans exigences complémentaires en ce qui concerne une haute résistance ou une résistance à la corrosion;
- **Groupe II**, ayant une résistance améliorée;
- **Groupe III**, ayant des propriétés mécaniques à température élevée;
- **Groupe IV**, ayant une résistance améliorée à la corrosion.

### 6.2 Examen métallographique

Un échantillon de chaque lot soumis à un traitement thermique doit faire l'objet d'un examen métallographique. La macrostructure doit être homogène, sans crique, piqûre, dédoubleure, retassure, déchirures de surface ou spongiosité. La microstructure ne doit pas contenir de porosités ou fusion eutectique de joints intergranulaires résultant de traitement thermique par mise en solution.

Pour la terminologie relative à l'examen de microstructure, voir l'ASTM B917 et l'ASTM B918.

**Tableau 1 — Exigences des matériaux pour les tiges de forage en alliage d'aluminium**

| Caractéristique  | Unité                | Groupes de matériaux |          |                |          |
|--|----------------------|----------------------|----------|----------------|----------|
|  |                      | I                    | II       | III            | IV       |
| Système d'alliage  |                      | Al-Cu-Mg             | Al-Zn-Mg | Al-Cu-Mg-Si-Fe | Al-Zn-Mg |
| Limite d'élasticité, min.<br>(méthode de limite conventionnelle à 0,2 %)   | MPa                  | 325                  | 480      | 340            | 350      |
| Résistance à la rupture, min.  | MPa                  | 460                  | 530      | 410            | 400      |
| Allongement, min.  | %                    | 12                   | 7        | 8              | 9        |
| Température d'utilisation, max.  | °C                   | 160                  | 120      | 220            | 160      |
| Vitesse de corrosion dans une solution de chlorure de sodium à 3,5 %, max. | g/(m <sup>2</sup> h) | —                    | —        | —              | 0,08     |

Il est permis d'utiliser un système d'alliage d'aluminium alternatif, s'il y a accord de l'acheteur et tant qu'il est conforme aux exigences de l'une des catégories des quatre groupes de matériaux.

Le fabricant doit disposer d'une procédure écrite qui démontre que la limite minimale d'élasticité peut être obtenue à la température maximale d'utilisation définie dans le Tableau 1.

Les essais mécaniques doivent être conformes à l'ISO 6892.

Les utilisateurs doivent être informés que la limite élastique à température ambiante peut être réduite jusqu'à 30 % à la température maximale d'utilisation pour des durées d'exposition supérieures à 500 h.

NOTE Les propriétés mécaniques des alliages données dans ce tableau sont pour une température d'essai de 21 °C ± 3 °C.

**ITeH STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)

**6.3 Composition chimique**

Une analyse chimique de chaque coulée doit être faite. La teneur en plomb résiduelle doit être limitée à 0,005 % en poids pour tous les groupes de matériaux.

[ISO 15546:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49817651-6acc-41b5-b4b2-9e113b7f24ed/iso-15546-2002)

**6.4 Raccords en acier**

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49817651-6acc-41b5-b4b2-9e113b7f24ed/iso-15546-2002>

Les matériaux pour les raccords en acier doivent être conformes au Tableau 2.

**Tableau 2 — Exigences relatives aux propriétés mécaniques des raccords en acier**

| Caractéristique  | Unité | Exigence                                      |
|--|-------|---|
| Résistance à la rupture, min.  | MPa   | 880   |
| Limite d'élasticité, min. (méthode de limite conventionnelle à 0,2 %)  | MPa   | 735   |
| Allongement après rupture, min. (voir Note)  | %     | 13  |
| Exigence relative à l'énergie absorbée de résilience Charpy longitudinale à entaille en V, min. <sup>a</sup> | J     | 70 moyenne sur trois essais (47 pour un seul) |
| Dureté Brinell, min.   | HBW   | 285   |

La détermination des propriétés mécaniques du raccord mâle doit être en accord avec l'ASTM A370.

D'autres longueurs de calibres peuvent être utilisées en accord avec l'acheteur. Dans de tels cas, les valeurs d'allongement correspondantes doivent être obtenues conformément à l'ISO 2566-1. En cas de contestation, la longueur du calibre,  $l_o = 5,65\sqrt{S_o}$  doit être utilisée.

Pour l'emplacement des éprouvettes, se référer à l'API Spec 7.

NOTE Les caractéristiques mécaniques du matériau de raccord données dans le Tableau 2 sont à une température d'essai de 21 °C ± 3 °C.

<sup>a</sup> Par accord entre l'acheteur et le fabricant, et lorsque cela est spécifié dans la commande, l'essai au choc Charpy doit être réalisé à - 10 °C ± 3 °C et doit satisfaire ces exigences.