

---

---

**Industries du pétrole et du gaz naturel —  
Conception et limites de fonctionnement  
des rames à composants en alliage  
d'aluminium**

*Petroleum and natural gas industries — Design and operating limits of  
drill strings with aluminium alloy components*

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

ISO 20312:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6acc674-fa6e-40ff-be82-01c22eeb73b8/iso-20312-2011>



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

ISO 20312:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6acc674-fa6e-40ff-be82-01c22eeb73b8/iso-20312-2011>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

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 2013

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
<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, symboles et abréviations .....</b>	<b>1</b>
<b>3.1</b> <b>Termes et définitions .....</b>	<b>1</b>
<b>3.2</b> <b>Symboles .....</b>	<b>3</b>
<b>3.3</b> <b>Abréviations .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b> <b>Propriétés des ADP et des raccords de tiges .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1</b> <b>Généralités .....</b>	<b>8</b>
<b>4.2</b> <b>Données relatives aux tiges et raccords de tiges neufs .....</b>	<b>8</b>
<b>4.3</b> <b>Poids de flottaison .....</b>	<b>8</b>
<b>4.4</b> <b>Propriétés mécaniques .....</b>	<b>9</b>
<b>4.5</b> <b>ADP avec raccord incorporé et ADP à paroi épaisse .....</b>	<b>12</b>
<b>5</b> <b>Considérations et limites de conception des rames utilisant des ADP .....</b>	<b>16</b>
<b>5.1</b> <b>Considérations relatives aux applications d'une tige de forage en alliage d'aluminium .....</b>	<b>16</b>
<b>5.2</b> <b>Principes généraux de conception de l'assemblage de rames en aluminium .....</b>	<b>17</b>
<b>5.3</b> <b>Influence de la température sur le choix d'un matériau pour tiges de forage .....</b>	<b>18</b>
<b>5.4</b> <b>Résistance aux dommages hydro-abrasifs et corrosifs .....</b>	<b>24</b>
<b>5.5</b> <b>Flambage .....</b>	<b>25</b>
<b>6</b> <b>Exigences de base relatives au calcul des rames contenant des ADP .....</b>	<b>27</b>
<b>7</b> <b>Fonctionnement des tiges de forage .....</b>	<b>28</b>
<b>7.1</b> <b>Gestion des opérations .....</b>	<b>28</b>
<b>7.2</b> <b>Recommandations générales relatives au fonctionnement des tiges de forage .....</b>	<b>28</b>
<b>7.3</b> <b>Limites de résistance à la fatigue .....</b>	<b>33</b>
<b>7.4</b> <b>Limite de capacité de charge combinée .....</b>	<b>34</b>
<b>8</b> <b>Contrôle, identification et classification des tiges de forage en aluminium, basés sur l'usure .....</b>	<b>38</b>
<b>8.1</b> <b>Contrôle .....</b>	<b>38</b>
<b>8.2</b> <b>Marquage et identification des tiges et raccords de tiges, basés sur l'usure .....</b>	<b>41</b>
<b>8.3</b> <b>Classification des tiges basée sur l'usure .....</b>	<b>41</b>
<b>8.4</b> <b>Classification des raccords de tiges basée sur l'usure .....</b>	<b>42</b>
<b>8.5</b> <b>Réparation et rejet de tige .....</b>	<b>43</b>
<b>9</b> <b>Transport et stockage des tiges .....</b>	<b>43</b>
<b>9.1</b> <b>Transport des tiges .....</b>	<b>43</b>
<b>9.2</b> <b>Stockage des tiges .....</b>	<b>44</b>
<b>Annexe A (informative) Conception des tiges de forage, gamme et propriétés techniques des ADP à raccords incorporés et des ADP à paroi épaisse .....</b>	<b>45</b>
<b>Annexe B (normative) Calculs .....</b>	<b>51</b>
<b>Annexe C (informative) Conversion des unités SI en unités USC .....</b>	<b>62</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>63</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 20312 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 67, *Matériel, équipement et structures en mer pour les industries pétrolière, pétrochimique et du gaz naturel.*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)  
ISO 20312:2011  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6acc674-fa6e-40ff-be82-01c22eeb73b8/iso-20312-2011>

## Introduction

La présente Norme Internationale a pour fonction de définir les limites de fonctionnement des tiges de forage en aluminium et de recommander des critères de conception pour la maîtresse-tige contenant de telles tiges de forage en aluminium. La présente Norme Internationale contient des formules et des figures pour faciliter la conception et le choix d'équipements adaptés à des conditions spécifiques de forage.

Dans la présente Norme Internationale, les données sont exprimées en unités du Système International (SI).

Les utilisateurs de la présente Norme Internationale doivent être informés 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 fabricant de proposer, ou un acheteur d'accepter, d'autres équipements ou solutions techniques pour une application particulière, notamment lorsqu'il s'agit d'une technologie innovante ou en cours de développement. Lorsqu'une alternative est proposée, il sera nécessaire au fabricant d'identifier tous les écarts par rapport à la présente Norme Internationale et de fournir une description détaillée.

La présente Norme Internationale contient des dispositions de différentes natures qui sont identifiées par l'emploi de certaines formes verbales:

- «doit» est utilisé pour indiquer qu'une disposition est obligatoire;
- «il convient» est utilisé pour indiquer qu'une disposition n'est pas obligatoire, mais est recommandée au titre de bonne pratique;
- «peut» est utilisé pour indiquer qu'une disposition est optionnelle.

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

[ISO 20312:2011](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6acc674-fa6e-40ff-be82-01c22eeb73b8/iso-20312-2011>

# Industries du pétrole et du gaz naturel — Conception et limites de fonctionnement des rames à composants en alliage d'aluminium

## 1 Domaine d'application

La présente Norme Internationale s'applique à la conception et aux limites de fonctionnement des rames contenant des tiges en alliage d'aluminium fabriquées conformément à l'ISO 15546.

## 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 9712, *Essais non destructifs — Qualification et certification du personnel.*

ISO 15546, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Tige de forage en alliage d'aluminium.*

ASNT Recommended Practice No. SNT-TC-1A, *Personnel Qualification and Certification in Non-destructive Testing.*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6acc674-fa6e-40ff-be82-01c22eeb73b8/iso-20312-2011>

## 3 Termes, définitions, symboles et abréviations

### 3.1 Termes et définitions

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

#### 3.1.1

##### **corps de tige en alliage d'aluminium**

tige en alliage d'aluminium formée par extrusion, incluant des refoulements et un renflement de protection

#### 3.1.2

##### **tige de forage en alliage d'aluminium**

corps de tige en alliage d'aluminium comportant des raccords filetés en acier

#### 3.1.3

##### **filetage femelle**

partie de raccord de tige ayant un filetage interne

#### 3.1.4

##### **flambage**

déflexion latérale instable d'un composant d'une maîtresse-tige sous une force axiale effective de compression

**3.1.5**

**corrosion**

altération chimique défavorable ou destruction d'un métal par l'air, l'humidité ou les éléments chimiques

**3.1.6**

**charge de flambage critique**

charge associée au début du flambage des composants de la maîtresse-tige

**3.1.7**

**déviaton en patte de chien**

variation brusque de direction dans un puits de forage

**3.1.8**

**gravité d'une déviaton en patte de chien**

mesure de l'amplitude du changement dans l'inclinaison et/ou la direction d'un puits de forage, généralement exprimée en degrés par intervalle de 30 m

**3.1.9**

**rame**

assemblage complet de la tête d'injection ou de la commande supérieure au trépan qui peut contenir la tige d'entraînement, les tiges de forage, des réductions, des colliers de forage et d'autres éléments d'assemblage de fond de puits (BHA) tels que stabilisateurs, aléseurs et souricières

**3.1.10**

**force axiale effective**

force créée par des combinaisons défavorables de charge axiale et de pression

**3.1.11**

**flambage hélicoïde**

flambage par lequel les composants de la maîtresse-tige prennent une forme hélicoïdale ou en spirale

**3.1.12**

**fabricant**

entreprise, compagnie ou société responsable du marquage du produit

NOTE Le marquage par le 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.

**3.1.13**

**tige de classe neuve**

classification, basée sur l'usure, d'une tige n'ayant pas été mise en service

**3.1.14**

**filetage mâle**

partie de raccord de tige ayant un filetage extérieur

**3.1.15**

**tige de première classe, tige de classe 2**

classification, basée sur l'usure, d'une tige usagée selon une étendue indiquée dans les Tableaux 12 et 13

**3.1.16**

**flambage sinusoïdal**

flambage des composants d'une maîtresse-tige sous une forme sinusoïdale

**3.1.17**

**zone de contact des coins de retenue**

zone située à une faible distance de l'extrémité du filetage femelle le long du corps de tige, qui est maintenue par les coins de retenue de la tige pendant les opérations d'extraction et de descente



**3.1.18****raccord de tige**

élément de raccord en acier pour tiges de forage composé de deux parties (filetages mâle et femelle)

**3.1.19****filetage de type TT**

filetage de forme trapézoïdale permettant de raccorder un corps de tige en aluminium et un raccord en acier

NOTE Voir l'ISO 15546.

**3.2 Symboles**

$A$	facteur dépendant de la théorie de défaillance choisie pour les calculs et ajusté à l'anisotropie du matériau des tiges de forage
$A_b$	aire de la section du filetage femelle à 9,525 mm de la surface d'appui
$A_{dp}$	aire de la section de la tige de forage
$A_{OD}$	aire de la section circonscrite par le diamètre extérieur de la tige
$A_p$	aire de la section du filetage mâle à 15,875 mm de la surface d'appui
$A_{pb}$	aire de la section du filetage mâle $A_p$ ou du filetage femelle $A_b$ , en retenant la plus faible valeur
$A_z$	aire de la section de la tige de forage dans une partie refoulée
$a_e$	coefficient de dilatation linéique du matériau
$a_w$	aire de la section de la paroi d'une tige en rapport avec l'ovalité de la tige
$B$	variable
$b$	coefficient de réduction de déformation
$C$	diamètre primitif de filetage au point de mesure
$c$	coefficient de couverture de surface
$D_{dp}$	diamètre extérieur du corps de tige
$D_h$	diamètre moyen du puits de forage pour l'intervalle considéré
$D_{max}$	diamètre extérieur maximal de la tige
$D_{min}$	diamètre extérieur minimal
$D_{pt}$	diamètre extérieur du protecteur
$D_{tj}$	diamètre extérieur du raccord de tige
$D_U$	diamètre extérieur de la tige de forage dans une partie refoulée
$\bar{D}$	diamètre extérieur conventionnel d'une tige de forage avec raccord

## ISO 20312:2011(F)

$d_{dp}$	diamètre intérieur du corps de tige
$d_p$	diamètre intérieur de filetage mâle
$E$	module d'élasticité ou module de Young
$F$	variable
$f$	coefficient de frottement
$g$	accélération due à la pesanteur, 9,81 m/s <sup>2</sup>
$H$	hauteur de filetage non tronquée
$H_{dm}$	hauteur de boue de forage
$h$	hauteur de fluide
$h_{DS}$	profondeur d'incidence de la rame
$h_K$	profondeur du puits à la limite supérieure de la section de rame
$h_{K-1}$	profondeur du puits à la limite inférieure de la section de rame
$I$	moment d'inertie du corps de tige par rapport à l'axe transversal (en flexion)
$J$	moment d'inertie de la tige de forage par rapport à son diamètre
$K$	coefficient de charge transversale
$k$	rapport d'écrasement plastique à élastique
$L$	rapport résistance-poids
$L_{1/2}$	moitié de la distance entre les raccords de tige
$L_{Al}$	rapport résistance-poids de l'aluminium
$L_{dp}$	longueur de tige avec raccord (distance entre la face du filetage femelle du raccord et l'épaule du filetage mâle)
$L_{pc}$	longueur de filetage mâle correspondant au filetage femelle
$L_s$	longueur de contact du coin de retenue avec la tige de forage
$L_{St}$	rapport résistance-poids de l'acier
$l_K$	longueur de la section «K»
$M_B$	masse linéique de corps de tige à extrémités lisses
$M_{dp}$	masse linéique de tige de forage
$M_K$	masse linéique de la tige de forage dans la section de rame «K»

$m_b$	masse de corps de tige à extrémités lisses
$m_p$	gain de masse dû au renflement de protection
$m_{tj}$	masse du raccord de tige
$m_u$	gain de masse dû aux refoulements
$n$	nombre de sections de rame
$O_i$	ovalité initiale
$P$	charge appliquée à la rame
$P_0$	pression d'écrasement
$P_c$	pression minimale d'écrasement d'une tige imparfaite
$P_e$	pression de flexion élastique
$P_{ext}$	pression externe nette
$P_{hel}$	force de flambage hélicoïde
$P_i$	pression interne
$P_{iy}$	pression interne à la limite d'élasticité
$P_K$	contrainte de traction appliquée à la section transversale de fond
$P_{max}$	limite d'élasticité maximale en traction du corps de tige de forage
$P_{sin}$	force de flambage sinusoïdal
$P_T$	effort de traction effectif sur le produit tubulaire
$P_y$	pression de limite élastique avec traction simultanée
$P_z$	charge axiale lorsque la contrainte dans le corps de la tige maintenue par les coins de retenue atteint la limite d'élasticité
$p$	pas hélicoïdal de filetage
$Q_c$	lamage du filetage femelle
$R$	rayon de gravité de la déviation en patte de chien au début et à la fin de l'intervalle d'accroissement ou de réduction de la déviation
$R_s$	variable
$R_t$	variable
$S_a$	contrainte axiale moyenne

## ISO 20312:2011(F)

$S_b$	contrainte de flexion maximale admissible
$S_{DL}$	contrainte produite par le poids de flottaison de la rame en dessous d'une déviation en patte de chien
$S_{rs}$	troncature de racine
$s$	déformation due à la flexion subie par un produit tubulaire
$s_0$	effort de flexion critique
$T$	couple appliqué à la rame
$T_j$	couple de vissage recommandé pour les raccords de tiges de forage en aluminium
$T_{max}$	limite d'élasticité maximale en torsion du corps de tige de forage
$T_y$	limite d'élasticité en torsion dans le raccordement
$t_{dp}$	épaisseur de paroi
$t_0$	température de fonctionnement
$t_u$	épaisseur de paroi de la tige de forage dans la partie refoulée
$W_p$	module de torsion de la section polaire du corps de tige
$w_0$	poids par unité de longueur de tige dans l'air
$w_{DL}$	poids de flottaison de la section de rame suspendue en dessous de la déviation en patte de chien
$w_m$	poids par unité de longueur de tige dans la boue
$Y_{min}$	limite d'élasticité minimale du matériau
$\alpha$	angle zénithal de l'intervalle du puits
$\alpha_0$	angle zénithal minimal du puits
$\alpha_H$	angle zénithal au début de l'intervalle d'accroissement ou de réduction de la déviation
$\alpha_K$	angle zénithal à la fin de l'intervalle d'accroissement ou de réduction de la déviation
$\alpha_{SL}$	angle de conicité des coins de retenue
$\bar{\alpha}$	angle zénithal moyen du puits pour l'intervalle considéré d'accroissement ou de réduction de déviation
$\Delta$	conicité
$\Delta L$	allongement total de la rame combinée
$\Delta L_{BHA}$	allongement sous le poids des sections de fond et du BHA
$\Delta l_t$	allongement thermique

$\Delta l_w$	allongement de la section de rame considérée «K» sous son propre poids
$\delta$	espace entre la paroi du puits et le diamètre extérieur moyen de la tige de forage
$\eta$	gradient de température
$\Theta$	gravité d'une déviation en patte de chien
$\theta$	moitié de l'angle de filet
$\mu$	coefficient de Poisson
$\mu_{SL}$	coefficient de frottement entre les coins de retenue et la fourrure principale de la table de rotation
$\pi$	constante, $\pi = 3,141\ 812$
$\rho_{Al}$	masse volumique de l'aluminium, 2 800 kg/m <sup>3</sup>
$\rho_{dm}$	masse volumique de la boue de forage
$\rho_e$	masse volumique équivalente
$\rho_{St}$	masse volumique de l'acier, 7 850 kg/m <sup>3</sup>
$\sigma$	niveau des contraintes normales appliquées aux sections de conception de la rame
$\sigma_{-1}$	limite de fatigue de la tige de forage
$\sigma_b$	charge de rupture du matériau de la tige
$\sigma_e$	contrainte équivalente
$\sigma_i$	intensité de contrainte admissible calculée par rapport aux coefficients normatifs de sécurité
$\sigma_r$	limite apparente d'élasticité réduite
$\tau$	niveau des contraintes tangentielles appliquées à la rame
$\tau_{min}$	contrainte de cisaillement, atteignant la limite d'élasticité conventionnelle minimale
$\varphi$	fonction d'ovalisation
$\psi$	fonction d'imperfection
$\psi_{SL}$	angle de frottement

### 3.3 Abréviations

ADP	tige de forage en alliage d'aluminium
BHA	assemblage de fond
EU	refoulement extérieur
HWADP	tige de forage en aluminium à paroi épaisse
HWSDP	tige de forage en acier lourd
HWDP	tige de forage à paroi épaisse
ID	diamètre intérieur
IU	refoulement intérieur
OD	diamètre extérieur
ROP	vitesse d'avancement
tr/min	tours par minute
SDP	tige de forage en acier
TJ	raccord de tige
WOB	poids sur l'outil

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

[ISO 20312:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6acc674-fa6e-40ff-be82-093e77101e20/ISO-20312-2011)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6acc674-fa6e-40ff-be82-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6acc674-fa6e-40ff-be82-093e77101e20/ISO-20312-2011)

[093e77101e20/ISO-20312-2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6acc674-fa6e-40ff-be82-093e77101e20/ISO-20312-2011)

## 4 Propriétés des ADP et des raccords de tiges

### 4.1 Généralités

Les propriétés dimensionnelles et mécaniques des ADP et des raccords de tiges neufs doivent être telles que spécifiées dans l'ISO 15546. Les tiges peuvent avoir des extrémités extérieures ou intérieures refoulées, et un renflement de protection. Les différents tableaux spécifiés dans le présent article incluent les données sur la résistance à la torsion, la résistance à la traction et la résistance à la pression interne et externe des tiges de forage.

### 4.2 Données relatives aux tiges et raccords de tiges neufs

Les propriétés des tiges et raccords de tiges neufs sont indiquées dans les Tableaux 1 et 2.

### 4.3 Poids de flottaison

Le poids de flottaison des ADP de différents groupes de longueur dans des fluides de masse volumique différente peut être calculé par l'Équation (B.5). La masse volumique équivalente des tiges neuves est indiquée dans les Tableaux 1 et 2. Pour les calculs de masse, la masse volumique de l'alliage d'aluminium supposée dans les Tableaux 1, 2, 5, 6 et 7 est de 2 800 kg/m<sup>3</sup>, et la masse volumique de l'acier est de 7 850 kg/m<sup>3</sup>. Lorsque des alliages d'une autre masse volumique sont utilisés, un coefficient de correction doit être appliqué.

EXEMPLE

**Objectif:** Calculer le poids de 1 m d'ADP 147 × 11; 11,8 m de long; avec des extrémités intérieures refoulées; avec un renflement de protection dans une boue de forage ayant une densité relative de 1 200 kg/m<sup>3</sup>.

**Solution:** Selon le Tableau 2, la masse de 1 m de cette tige est de 21,45 kg et la masse volumique équivalente est de 3 271 kg/m<sup>3</sup>.

Le poids dans la boue sera le suivant:

$$w_m = 21,45 \times 9,81 \times \left(1 - \frac{1200}{3\,271}\right) = 133,2 \text{ N/m}$$

#### 4.4 Propriétés mécaniques

Les propriétés mécaniques d'une tige neuve (limite d'élasticité en traction, limite d'élasticité en torsion, valeurs de pression interne à la limite d'élasticité et de pression d'écrasement) sont indiquées dans le Tableau 3. Les propriétés correspondent à une température de 20 °C. Pour les calculs, il a été supposé que la «section faible» était le corps de tige de forage en aluminium.

Les propriétés mécaniques d'une tige de première classe sont indiquées dans le Tableau 4.

Les propriétés mécaniques d'une tige de classe 2 sont indiquées dans le Tableau 5.

La classification des ADP, basée sur l'usure, est fondée sur 8.3 et sur le Tableau 12.

Les propriétés mécaniques des corps de tiges de forage en aluminium peuvent être affectées par une exposition à une température élevée (voir 5.3).

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

[ISO 20312:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6acc674-fa6e-40ff-be82-01c22eeb73b8/iso-20312-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6acc674-fa6e-40ff-be82-01c22eeb73b8/iso-20312-2011>