

Deuxième édition
2000-03-01

Version corrigée
2007-08-01

**Industries du pétrole et du gaz naturel —
Entretien et utilisation des tubes de
cuvelage et de production**

Petroleum and natural gas industries — Care and use of casing and tubing

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10405:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/535f6d09-9b4e-482b-8e54-78f05bc13c45/iso-10405-2000)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/535f6d09-9b4e-482b-8e54-78f05bc13c45/iso-10405-2000>



Numéro de référence
ISO 10405:2000(F)

© ISO 2000

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 10405:2000](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/535f6d09-9b4e-482b-8e54-78f05bc13c45/iso-10405-2000)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/535f6d09-9b4e-482b-8e54-78f05bc13c45/iso-10405-2000>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2000

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 22 734 10 79
E-mail copyright@iso.ch
Web www.iso.ch

Imprimé en Suisse

Sommaire

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Manœuvre de descente et de remontée des tubes de cuvelage	2
4.1 Préparation et inspection avant la descente	2
4.2 Vérification du diamètre intérieur des tubes de cuvelage	3
4.3 Accostage, vissage et descente	4
4.4 Vissage sur chantier	5
4.5 Procédure de pose du tube de cuvelage	7
4.6 Entretien des tubes de cuvelage dans le trou	7
4.7 Récupération de tubes de cuvelage	7
4.8 Causes de problèmes relatifs aux tubes de cuvelage	7
5 Manœuvre de descente et de remontée des tubes de production	10
5.1 Préparation et inspection avant la descente	10
5.2 Accostage, vissage et descente	12
5.3 Serrage sur chantier	12
5.4 Remontée des tubes de production	13
5.5 Causes de problèmes relatifs aux tubes de production	14
6 Transport, manutention et stockage	16
6.1 Généralités	16
6.2 Transport	16
6.3 Manutention	17
6.4 Stockage	17
7 Inspection et classement des tubes de cuvelage et de production usagés	18
7.1 Généralités	18
7.2 Procédures d'inspection et de classement	18
7.3 États des parois de tube et des joints filetés	19
7.4 Classement de service	20
8 Reconditionnement	20
9 Soudage sur chantier d'accessoires sur les tubes de cuvelage	20
9.1 Généralités	20
9.2 Exigences relatives aux soudures	21
9.3 Processus	21
9.4 Métal d'apport pour le soudage à l'arc	21
9.5 Préparation du métal de base	21
9.6 Préchauffage et refroidissement	22
9.7 Technique de soudage	22
Annexe A (informative) Unités SI	43

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 3.

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 de la présente Norme internationale 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.

La Norme internationale ISO 10405 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*, sous-comité SC 5, *Tubes de cuvelage, tubes de production et tiges de forage*.

(standards.iteh.ai)

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 10405:1993), dont elle constitue une révision technique.

ISO 10405:2000

L'Annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/535f5d09-9b4e-482b-8e54-78f05bc13c45/iso-10405-2000>

La présente version corrigée comprend de nombreuses modifications rédactionnelles visant à reprendre les termes employés dans l'industrie.

Industries du pétrole et du gaz naturel — Entretien et utilisation des tubes de cuvelage et de production

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale établit les pratiques relatives à l'entretien et à l'utilisation des tubes de cuvelage et de production. Elle contient les pratiques relatives aux manœuvres de descente et de remontée des tubes de cuvelage et de production, y compris la vérification du diamètre intérieur, l'accostage, le vissage et la descente, le serrage sur chantier, la vérification du diamètre intérieur et la pose. Elle contient également des explications de problèmes et traite du transport, de la manutention et du stockage, des inspections et du soudage sur site d'accessoires.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 10400:1993, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Formules et calculs relatifs aux propriétés des cuvelages, tubes de production, tiges de forage et tubes de conduites.*

ISO 10422:1993, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Filetage, calibrage et inspection des filetages des tubes de cuvelage, des tubes de production et de conduites — Spécifications.*

ISO 11960 : — ¹⁾, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Tubes d'acier utilisés comme cuvelage ou tubes de production dans les puits.*

API²⁾ Bul 5A3, *Bulletin on Thread Compounds for Casing, Tubing, and Line Pipe.*

API Bul 5C2, *Bulletin on Performance Properties of Casing, Tubing, and Drill Pipe.*

API Spec 5CT, *Specification for Casing and Tubing.*

AWS³⁾ Spec A5.1, *Covered Carbon Steel Arc Welding Electrodes.*

1) À publier.

2) American Petroleum Institute, 1220 L Street NW, Washington, DC, États-Unis.

3) American Welding Society, 550 N.W. LeJeune Rd, PO Box 351040, Miami, FL 33135, États-Unis.

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 doit

indique qu'une disposition est obligatoire

3.2 il convient de

indique qu'une disposition n'est pas obligatoire mais est recommandée au titre de bonne pratique

3.3 peut

indique qu'une disposition est facultative

4 Manœuvre de descente et de remontée des tubes de cuvelage

4.1 Préparation et inspection avant la descente

4.1.1 Les tubes de cuvelage neufs sont livrés exempts de défauts nuisibles conformément à l'ISO 11960 ou à la spécification API 5CT et dans les limites pratiques des procédures d'inspection qui y sont décrites. Certains utilisateurs ont observé que, pour un nombre restreint d'applications de puits critiques, ces procédures ne permettent pas d'obtenir des tubes de cuvelage suffisamment exempts de défauts pour satisfaire à leurs besoins pour ces applications critiques. Différents services d'essais non destructifs ont été employés par des utilisateurs pour s'assurer que les tubes de cuvelage utilisés présentaient la qualité souhaitée. À la lumière de cette pratique, il est suggéré que l'utilisateur:

- a) se familiarise avec les pratiques d'inspection spécifiées dans les normes et utilisées par les différentes usines ainsi qu'avec la définition de «défaut nuisible» fournie dans ces normes;
- b) évalue de manière rigoureuse tout essai non destructif qu'il utilisera pour les produits tubulaires pour s'assurer que le contrôle décèle et différencie effectivement les défauts nuisibles d'autres variables qui peuvent être et qui sont fréquemment à l'origine, de signaux de «défauts» erronés dans de telles méthodes de contrôle.

4.1.2 Il convient de toujours manipuler les tubes de cuvelage, qu'ils soient neufs, utilisés ou reconditionnés, avec les protecteurs de filetage en place. Il convient de toujours manipuler les tubes de cuvelage sur des râteliers ou des surfaces en bois ou métalliques exempts de cailloux, de sable ou d'impuretés autres que la boue de forage. Lorsque des longueurs de tube de cuvelage sont traînées par inadvertance dans la saleté, il convient de re-nettoyer les filetages et de les préparer de nouveau conformément aux spécifications de 4.1.7.

4.1.3 Il convient d'utiliser des élévateurs à coins pour d'importantes longueurs. Il convient que l'araignée et les coins de l'élévateur soient propres et affûtés et qu'ils se mettent en place correctement. Il convient que les coins de retenue soient particulièrement longs pour des colonnes de cuvelage lourdes. L'araignée doit être horizontale.

NOTE Les marques de coins de retenue et de clés sont nuisibles. Il convient de s'efforcer de réduire ces dommages au minimum en utilisant du matériel moderne et approprié.

4.1.4 Si des élévateurs à collier sont utilisés, il convient d'inspecter soigneusement les surfaces portantes quant à a) une usure irrégulière qui peut être à l'origine d'une prise latérale sur le manchon engendrant le risque de le déboîter et b) la distribution uniforme des charges lorsqu'elles sont appliquées sur la face portante du manchon.

4.1.5 Il convient d'examiner et de surveiller l'araignée et les coins de retenue de l'élévateur pour s'assurer qu'ils s'abaissent tous ensemble. S'ils s'abaissent de manière irrégulière, ils risquent de bosseler le tube ou de le couper gravement.

4.1.6 Il faut tout particulièrement s'assurer, notamment lors de la descente de longues colonnes de cuvelage, que la fourrure ou la cloche des coins de retenue est en bon état. Les clés peuvent être dimensionnées pour assurer 1,5 % de la force d'arrachement calculée [voir ISO 10400 ou Bulletin API 5C3 avec les unités converties en newtons par mètre (N·m), si nécessaire] (150 % du couple guide fourni dans le Tableau 1). Il convient d'examiner les clés quant à l'usure des axes et des surfaces d'articulation. Il convient, le cas échéant, de corriger l'attache du câble de la clé de blocage au point fixe de clé pour qu'elle soit au même niveau que la clé dans la position de maintien des tiges pour éviter une distribution irrégulière des charges sur les surfaces de prise du tube de cuvelage. Il convient de dimensionner le câble de la clé de blocage de manière à réduire les contraintes de flexion sur le tube de cuvelage et à permettre à la clé de vissage de parcourir toute sa course.

4.1.7 Il convient de prendre les précautions suivantes lors de la préparation des filetages d'un tube de cuvelage pour le vissage d'une colonne de cuvelage.

- a) Immédiatement avant la descente, retirer les protecteurs de filetage, tant sur l'extrémité mâle que sur le manchon et nettoyer le filetage soigneusement en répétant l'opération au fur et à mesure que de nouvelles rangées apparaissent.
- b) Contrôler le filetage soigneusement. Il convient d'écarter les filetages endommagés, même faiblement, sauf si un moyen satisfaisant de correction du dommage est disponible.
- c) La longueur de chaque pièce de tube de cuvelage doit être mesurée avant la descente. Il convient d'utiliser un ruban en acier gradué en millimètres (feet), à 3,0 mm (0,01 ft) près. Il convient de réaliser la mesure entre l'extrémité de l'accouplement ou du manchon et la position sur l'extrémité à filetage externe où l'accouplement ou le manchon se termine lorsque le joint est serré à la machine. Sur les joints à filetage rond, cette position est le plan du point de dégagement du filetage; sur les tubes de cuvelage à filetage buttress, cette position est la base de l'empreinte triangulaire sur le tube et sur les tubes de cuvelage extrême line, cette position est l'épaule sur l'extrémité à filetage externe. La somme des longueurs individuelles mesurées de cette manière représente la longueur non chargée de la colonne de cuvelage. La longueur effective sous tension dans le trou peut être obtenue en consultant les graphiques préparés à cet effet et qui sont disponibles dans la plupart des manuels de tube.
- d) Vérifier le vissage de chaque manchon. Si la distance entre l'épaule du joint et le calibre est excessive, vérifier l'étanchéité du manchon. Serrer tout manchon lâche après avoir nettoyé soigneusement les filetages et avoir graissé toutes les surfaces filetées avec de la graisse neuve et avant de remonter le tube dans la tour de forage.
- e) Graisser abondamment toutes les surfaces filetées internes et externes avant le guidage. Il est recommandé d'utiliser une graisse de filetage qui satisfait les objectifs de performances du Bulletin API 5A3; dans des cas particuliers de conditions rudes, il est toutefois recommandé d'utiliser des graisses de filetage haute pression au silicone comme spécifié dans le Bulletin API 5A3.
- f) Placer un protecteur de filetage propre sur l'extrémité mâle du tube de manière à ne pas endommager le filetage lorsque les tubes sont déplacés sur le râtelier et remontés dans la tour de forage. Plusieurs protecteurs de filetage peuvent être nettoyés et utilisés de manière répétée pour cette opération.
- g) Si un train mixte doit être descendu, vérifier que des tubes de cuvelage appropriés sont accessibles sur le râtelier au moment voulu conformément au programme.
- h) Il convient de vérifier soigneusement la capacité des filetages des connecteurs utilisés comme éléments de traction et de levage pour s'assurer que les connecteurs peuvent supporter la charge en toute sécurité.
- i) Lors du vissage de joints courts et de connecteurs, il convient de veiller à ce que les filets correspondants soient de la même dimension et du même type.

4.2 Vérification du diamètre intérieur des tubes de cuvelage

4.2.1 Il est recommandé de vérifier le diamètre intérieur sur la totalité de chaque longueur de tube de cuvelage au moyen de mandrins conformes à l'ISO 11960 ou à la Spécification API 5CT juste avant la descente. Il convient d'écarter les tubes de cuvelage qui échouent à l'essai de passage.

4.2.2 Abaisser ou faire rouler soigneusement les pièces de tube de cuvelage jusqu'à la passerelle de manutention sans les faire tomber. Utiliser, si nécessaire, des câbles de retenue. Éviter les chocs entre les tubes de cuvelage et toute partie de la tour de forage ou autre matériel. Prévoir un câble de retenue à la fenêtre. Pour les trains mixtes ou non marqués, il convient de passer un mandrin ou un «gros lièvre» à travers chaque longueur de tube de cuvelage lorsqu'elle est prise sur la passerelle et remontée sur le plancher de la tour de forage, afin d'éviter de descendre une longueur plus lourde ou d'un diamètre intérieur inférieur au diamètre prévu dans la colonne de cuvelage.

4.3 Accostage, vissage et descente

4.3.1 Ne pas ôter le protecteur de filetage de l'extrémité mâle du tube de cuvelage avant qu'il soit prêt à être abouté.

4.3.2 Graisser, le cas échéant, toute la surface de filetage juste avant l'accostage. Il convient que la brosse ou l'ustensile utilisé pour appliquer la graisse de filetage soit exempt de matière étrangère et il convient que la graisse ne soit jamais diluée.

4.3.3 Lors de l'accostage, abaisser le tube de cuvelage soigneusement afin d'éviter d'endommager le filetage. Accoster à la verticale, de préférence avec l'aide d'une personne sur la passerelle de tubage. Si le tube de cuvelage penche d'un côté après le guidage, le soulever, le nettoyer et réparer tout filetage endommagé avec une lime triangulaire, enlever ensuite soigneusement toute bavure et graisser de nouveau la surface filetée. Après l'accostage, il convient de faire tourner le tube de cuvelage très lentement au démarrage pour s'assurer que les filets s'engagent correctement et ne sont pas faussés. Lorsqu'un câble de vissage est utilisé, il convient qu'il soit appliqué à proximité de l'accouplement.

NOTE Les recommandations relatives au vissage des tubes de cuvelage fournies en 4.3.4 et en 4.4.1 s'appliquent à l'utilisation de clés à tiges automatiques. Voir 4.4.2 pour des recommandations relatives au vissage de tubes de cuvelage au moyen d'un câble de vissage.

4.3.4 L'utilisation de clés automatiques pour le vissage de tubes de cuvelage a révélé la nécessité d'établir des valeurs recommandées de couple pour chaque dimension, poids et nuance de tube de cuvelage. Des études et des essais réalisés dans le passé ont révélé que les valeurs de couple sont affectées par un grand nombre de variables, telles que les variations de conicité, d'avance, de hauteur et de forme du filetage, de finition de surface, de type de graisse de filetage, de longueur du filetage, de poids et de nuance du tube, etc. En raison du grand nombre de variables et de l'importance que ces variables, seules ou en combinaison, peuvent avoir sur la relation entre les valeurs du couple en fonction de la position de vissage, il est évident qu'il faut tenir compte tant du couple appliqué que de la position de vissage. Puisque la formule de la force d'arrachement d'un joint fournie dans le Bulletin API 5C2 contient plusieurs des variables supposées avoir une incidence sur le couple, les possibilités d'utiliser une formule modifiée pour établir les valeurs de couple ont été étudiées. Les valeurs de couple obtenues en prenant 1 % de la valeur d'arrachement calculée se sont généralement révélées être comparables aux valeurs obtenues dans des essais de vissage sur site en utilisant de la graisse de filetage API modifiée conformément au Bulletin API 5A3. Des graisses autres que la graisse de filetage API modifiée peuvent avoir d'autres valeurs de couple. C'est pourquoi la présente procédure a été utilisée pour établir les valeurs de couple de serrage énumérées dans le Tableau 1. Toutes les valeurs sont arrondies à 10 N·m (10 ft·lbf). En raison des grandes variations qui peuvent exister en matière d'exigences de couple applicables à une connexion spécifique, ces valeurs doivent uniquement être considérées comme des valeurs guides. C'est pourquoi il est essentiel d'associer un couple à une position de vissage conformément à 4.4.1. Les valeurs de couple présentées dans le Tableau 1 s'appliquent à des tubes de cuvelage équipés de manchons zingués ou phosphatés. Lors du vissage de connexions avec des manchons étamés, 80 % de la valeur spécifiée peuvent être utilisés comme guide. Les valeurs de couple énumérées ne s'appliquent pas au vissage de manchons avec des anneaux en PTFE (polytétrafluoroéthylène). Lors du vissage de connexions à filetage rond avec des anneaux en PTFE, il est recommandé d'appliquer 70 % des valeurs spécifiées. Des connexions buttress avec des anneaux d'étanchéité en PTFE peuvent nécessiter des valeurs de couple différentes de celles observées normalement pour des filetages buttress standards.

NOTE Le grippage des filetages en matériaux sujets au grippage (aciers au chrome martensitiques, 9 Cr et 13 Cr et aciers inoxydables duplex et alliages à base de Ni) a lieu pendant les mouvements d'accostage ou de descente et de vissage ou dévissage. La résistance des filetages au grippage dépend principalement de la préparation et de la finition de deux surfaces pendant la fabrication et de bonnes pratiques de manutention pendant les manœuvres de descente et de remontée.

Les filetages et le lubrifiant doivent être propres. Il convient d'éviter l'assemblage en position horizontale. Il convient de visser les connexions jusqu'à la position de serrage à main avant de serrer lentement à la machine. Il convient de suivre la procédure inverse pour les démontages.

4.4 Vissage sur chantier

4.4.1 Les pratiques suivantes sont recommandées pour le vissage sur chantier des tubes de cuvelage.

- a) Pour des filetages ronds et un diamètre extérieur entre 114,3 mm (4 1/2 in) et 339,7 mm (13 3/8 in):
 - 1) Au début de la descente des tubes de cuvelage de chaque livraison d'une usine particulière, il est recommandé de visser suffisamment de joints pour déterminer le couple nécessaire pour assurer un bon vissage. Voir 4.4.2 pour le nombre approprié de tours au-delà de la position serrée à la main. Ces valeurs peuvent indiquer qu'il est recommandé de s'écarter des valeurs spécifiées dans le Tableau 1. Si d'autres valeurs sont choisies, il convient que le couple minimal ne soit pas inférieur à 75 % de la valeur sélectionnée. Il convient que le couple maximal ne dépasse pas 125 % du couple sélectionné.
 - 2) Il convient d'équiper la clé automatique d'un indicateur de couple de rotation fiable d'une précision connue. Il convient, lors des premières étapes du vissage, d'observer toute irrégularité de vissage ou de vitesse de vissage dans la mesure où elles peuvent indiquer des filetages faussés, sales ou endommagés ou d'autres conditions défavorables. Afin d'éviter tout grippage lors du vissage sur chantier des connexions, il convient de ne pas réaliser le vissage à des vitesses supérieures à 25 tr/min.
 - 3) Continuer le vissage en observant l'indicateur de couple de rotation d'une part et la position approximative de la face du manchon par rapport au point de dégagement du filetage d'autre part.
 - 4) Les valeurs de couple fournies dans les Tableaux 1 et 2 ont été sélectionnées pour assurer un vissage recommandé dans des conditions normales et il convient de les considérer comme satisfaisantes à condition que la face de l'accouplement soit au niveau du point de dégagement du filetage ou à plus ou moins deux pas de filetage de ce point.
 - 5) Si, lors du vissage, le point de dégagement du filetage est dépassé de deux tours sans atteindre 75 % du couple spécifié dans le Tableau 1, il convient de considérer le joint comme douteux conformément à 4.4.3.
 - 6) Si plusieurs pas de filetage restent exposés alors que le couple spécifié est atteint, appliquer un couple supplémentaire jusqu'à 125 % de la valeur spécifiée dans le Tableau 1. Si la distance entre l'épaule du joint et le calibre (distance entre la face du manchon et le point de dégagement du filetage) est supérieure à trois tours lorsque ce couple supplémentaire est atteint, il convient de considérer le joint comme douteux conformément à 4.4.3.
- b) Pour les connexions de tube de cuvelage à filetage buttress de diamètre extérieur entre 114,3 mm (4 1/2 in) et 508,0 mm (20 in), il convient de déterminer les valeurs de couple de serrage en notant soigneusement le couple nécessaire pour visser chacune des connexions jusqu'à la base du triangle et d'utiliser ensuite la valeur établie de la sorte, pour visser le reste des tubes de ce poids et cette nuance particulière dans la colonne.
- c) Pour les filetages ronds de diamètres extérieurs 406,4 mm (16 in), 473 mm (18 5/8 in) et 508 mm (20 in):
 - 1) Le vissage des tubes de diamètre extérieur 406,4 mm (16 in), 473 mm (18 5/8 in) et 508 mm (20 in) doit, sur chaque connexion, atteindre une position représentée par le point de dégagement du filetage ou la base du triangle en se fondant sur le couple minimal spécifié dans le Tableau 1. Sur les tubes de cuvelage à filetage « 8 filets ronds », un triangle équilatéral de 9,5 mm (3/8 in) est poinçonné à une distance de $L_4 + 1,6$ mm (1/16 in) de chaque extrémité (pour L_4 , voir Figure 2.1 dans l'ISO 10422:1993 ou API Spec 5B). La base de ce triangle constitue une aide pour localiser le point de dégagement du filetage pour les vissages serrés à la machine. L'acceptation ou le rejet du produit ne doit toutefois pas être fondé sur la position du manchon par rapport à la base de ce triangle. Avec ces grandes connexions, il faut veiller tout particulièrement à éviter de fausser les filetages au début du vissage. Il convient de sélectionner des clés capables d'atteindre des couples élevés [67 800 N·m (50 000 ft·lbs)] pour tout le vissage. Prévoir que les valeurs de couple maximal peuvent être cinq fois supérieures au minimum observé lors du vissage jusqu'à la position recommandée.

- 2) Il convient de dévisser et de démonter les joints considérés aux points a) 5) ou a) 6) comme douteux quant au vissage correct afin de déterminer la cause du vissage incorrect. Il convient d'examiner le filetage du tube et le manchon correspondant. Il convient de réparer les filetages endommagés ou les filetages qui ne sont pas conformes à la spécification. Si aucun filetage endommagé ou hors tolérance n'est identifié comme étant la cause d'un vissage incorrect, il convient d'ajuster le couple de serrage pour obtenir un vissage correct [voir point a) 1)]. Il convient de noter qu'une graisse de filetage avec un coefficient de frottement sensiblement différent des valeurs courantes peut être à l'origine d'un vissage incorrect.

4.4.2 Lorsque des clés conventionnelles sont utilisées pour le vissage des tubes de cuvelage, serrer avec les clés jusqu'à un degré approprié de serrage. Il convient de serrer les joints au moins trois tours au-delà de la position serrage à main pour les dimensions 114,3 mm (4 1/2 in) à 177,8 mm (7 in) et au moins trois tours et demi pour les dimensions 193,7 mm (7 5/8 in) et plus, sauf les dimensions 244,5 mm (9 5/8 in) et 273,1 mm (10 3/4 in) de nuance P-110 et 508 mm (20 in) de nuance J-55 et K-55 qu'il convient de serrer quatre tours au-delà de la position serrage à main. Lorsqu'un câble de vissage est utilisé, il est nécessaire de comparer le serrage à la main avec le serrage au câble. Pour cela, serrer les premiers joints à la main, puis se reculer et les serrer au câble. Comparer les positions relatives des deux serrages et utiliser ces informations pour déterminer le moment où le joint est vissé au nombre recommandé de tours au-delà du serrage à la main.

4.4.3 Il convient de dévisser les joints douteux quant à leur étanchéité et de démonter le tube de cuvelage pour réaliser les inspections et les réparations. Une fois cette opération terminée, il convient de contrôler soigneusement le manchon correspondant quant aux filetages endommagés. Il convient de ne jamais réutiliser des joints sans passage en atelier ou nouveau calibrage, même si les joints semblent ne pas être endommagés.

4.4.4 Si le tube de cuvelage a tendance à flotter excessivement à son extrémité supérieure lors du vissage indiquant que le filetage peut ne pas être centré par rapport au tube de cuvelage, il convient de réduire la vitesse de rotation afin d'éviter le grippage du filetage. Si le flottement persiste malgré la réduction de la vitesse de rotation, il convient de démonter le tube de cuvelage pour l'inspecter. Il convient de réaliser une étude approfondie avant d'utiliser de tels tubes de cuvelage dans une position dans la machine soumise à d'importantes charges de traction.

4.4.5 Lors du serrage de l'extrémité chantier, il est possible que le manchon se serre légèrement à l'extrémité usine. Ceci n'indique nullement que le manchon à l'extrémité usine n'est pas assez serré mais simplement que l'extrémité chantier a atteint le serrage auquel le manchon a été vissé dans les ateliers du fabricant.

4.4.6 Il convient de ramasser et de descendre les colonnes de cuvelage avec soin et de prêter une attention particulière lors de l'application des coins de retenue afin d'éviter des charges de choc. La chute d'une colonne, même d'une faible hauteur peut être à l'origine d'un desserrage des manchons au bout de la colonne. Il convient de veiller à ne pas faire reposer la colonne au fond ou la placer en une autre situation de compression en raison du risque de flambage, notamment dans les parties du puits où un élargissement du trou existe.

4.4.7 Il convient que des instructions précises soient disponibles quant à la conception de la colonne de cuvelage, y compris le bon emplacement des différentes nuances d'acier, les poids du tube de cuvelage et les types de joints. Il convient de veiller à descendre le train dans l'ordre précis selon lequel il a été conçu. S'il est impossible d'identifier une longueur, il convient de l'écartier jusqu'à ce qu'il soit possible d'identifier formellement sa nuance, son poids et le type du joint.

4.4.8 Afin de faciliter la descente et pour s'assurer que la charge hydrostatique est apte à contenir la pression de réservoir, il convient de remplir périodiquement le tube de cuvelage avec de la boue pendant la descente. La fréquence à laquelle il convient de réaliser ce remplissage dépend d'un certain nombre de paramètres: le poids du tube dans le trou, le poids de la boue, la pression de réservoir, etc. Dans la plupart des cas, un remplissage toutes les six à dix longueurs suffit généralement. Il ne convient en aucun cas de compromettre l'équilibre hydrostatique de la pression du réservoir par une fréquence de remplissage trop faible. Il convient de réaliser le remplissage avec de la boue d'un poids approprié, en utilisant un flexible de taille appropriée et placé en un endroit commode pour faciliter l'opération de remplissage. Un robinet à tournant à ouverture et à fermeture rapide monté sur le flexible de boue facilite l'opération et évite tout débordement. Si un flexible en caoutchouc est utilisé, il est recommandé de monter le robinet à fermeture rapide à l'endroit où le tuyau est connecté à la conduite de boue plutôt qu'à l'extrémité de ce flexible. Il est également recommandé qu'au moins une autre connexion de décharge reste ouverte sur le système de boue afin d'éviter une montée de pression excessive lorsque le robinet à fermeture rapide est fermé alors que les pompes sont encore en fonctionnement. Il est possible d'utiliser une duse en cuivre à l'extrémité du flexible de boue pour éviter d'endommager les filetages du manchon pendant l'opération de remplissage.

NOTE La pratique de remplissage à la boue susmentionnée est inutile si des sabots automatiques de remplissage et des colliers sont utilisés.

4.5 Procédure de pose du tube de cuvelage

Il convient de fournir des instructions précises quant à la tension correcte de la colonne ainsi qu'à la bonne procédure de pose après le cimentage. Le but est d'éviter des tensions critiques ou des contraintes de traction excessives et dangereuses pendant toute la durée de vie du puits. Lors de la détermination de la bonne tension et de la procédure de pose, il convient de prendre en considération tous les facteurs tels que la température et la pression du puits, la température dégagée par l'hydratation du ciment, la température de la boue et les variations de température pendant les opérations de production. L'adéquation du facteur de sécurité initial de tension de la colonne tel qu'il est conçu a une incidence sur la procédure de pose et il convient donc d'en tenir compte. Si toutefois, après mûre réflexion, il est considéré comme inutile d'élaborer des instructions de pose particulières (ce qui est probablement le cas pour la majorité des puits forés), il convient de poser le tube de cuvelage dans la tête de tubage exactement dans la position dans laquelle il se trouvait lorsque le bouchon de ciment a atteint son point le plus bas ou «tel que cimenté».

4.6 Entretien des tubes de cuvelage dans le trou

Il convient d'équiper les tiges de forage descendues à l'intérieur des tubes de cuvelage de protecteurs appropriés.

4.7 Récupération de tubes de cuvelage

4.7.1 Il convient de positionner les clés de dévissage à proximité du manchon mais pas trop près, car il est impossible d'éviter un léger effet d'écrasement là où les mâchoires sont appliquées sur la surface du tube, tout particulièrement si le joint est serré et/ou le tube de cuvelage léger. Il est généralement possible d'éviter une friction inutile dans le filetage en réservant une distance d'un tiers ou d'un quart du diamètre du tube entre la clé et le manchon. Le martelage du manchon pour dévisser le joint est une pratique nuisible. Si le tapotement est nécessaire, utiliser le côté plat et jamais la panne du marteau. Il ne convient en aucun cas d'utiliser une masse. Tapoter légèrement à proximité du centre et tout autour du manchon, jamais à proximité de l'extrémité ni seulement à deux positions opposées.

4.7.2 Il convient de veiller tout particulièrement à dégager tout le filetage avant de commencer à extraire le tube de cuvelage du manchon. Ne pas arracher le tube de cuvelage du manchon.

4.7.3 Il convient de nettoyer et de graisser tous les filetages ou de les traiter avec un produit qui réduit la corrosion au minimum. Il convient de poser des protecteurs propres sur le tube de cuvelage avant de le déposer.

4.7.4 Avant de stocker ou de réutiliser les tubes de cuvelage, il convient de vérifier les tubes et les filetages et d'identifier les joints défectueux pour un passage en atelier ou un recalibrage.

4.7.5 Lorsqu'un tube de cuvelage est écarté en raison d'un défaut, il est impératif pour éviter que ce type de défaut ne se reproduise de réaliser une étude métallurgique approfondie. Il convient de s'efforcer de retrouver l'élément défectueux dans l'état où il était lors de la défaillance. Lorsqu'une analyse métallurgique approfondie révèle un aspect de la qualité du tube qui est impliqué dans la défaillance, il convient de rendre compte du résultat de l'étude.

4.7.6 Il convient d'entreposer les tubes de cuvelage stockés verticalement dans la tour de forage sur une plateforme en bois solide sans les protecteurs de filetage inférieurs puisque la conception de la majorité des protecteurs ne permet pas de supporter une longueur ou un assemblage sans endommager le filetage mâle.

4.8 Causes de problèmes relatifs aux tubes de cuvelage

4.8.1 Les causes les plus courantes des problèmes relatifs aux tubes de cuvelage sont énumérées de 4.8.2 à 4.8.17.

4.8.2 Une sélection inappropriée par rapport à la profondeur et aux pressions observées.

- 4.8.3** Une inspection insuffisante de chaque longueur de tube de cuvelage ou des filetages d'usine mâles.
- 4.8.4** Un mauvais traitement dans la manutention en usine, lors du transport et sur site.
- 4.8.5** La non-observation des bonnes pratiques de manœuvre de descente et de remontée des tubes de cuvelage.
- 4.8.6** Un mauvais filetage en atelier des filetages mâles.
- 4.8.7** L'utilisation de manchons de mauvaise qualité pour les remplacements et les ajouts.
- 4.8.8** Un traitement inapproprié lors du stockage.
- 4.8.9** L'application d'un couple excessif sur les tubes de cuvelage pour les faire passer par des passages étroits dans le trou.
- 4.8.10** L'application d'une force d'extraction trop forte sur une colonne (pour la libérer). Ceci peut être à l'origine d'un desserrage des manchons au sommet de la colonne. Il convient de les resserrer avec des clés avant la pose finale du train.
- 4.8.11** Le forage rotatif à l'intérieur du tube de cuvelage. Le fait de poser les tubes de cuvelage avec une tension inappropriée après la cimentation est l'une des causes principales de telles défaillances.
- 4.8.12** L'usure des tiges de forage à l'intérieur du tube de cuvelage est particulièrement importante pendant le forage dans des trous inclinés. Des gradients d'inclinaison excessifs dans des trous déviés, ou occasionnellement dans des trous droits lorsque des mesures correctives sont prises, sont à l'origine d'une flexion concentrée du tube de cuvelage qui peut à son tour engendrer une usure interne excessive, notamment lorsque les gradients d'inclinaison sont situés hauts dans le trou.
- 4.8.13** La coupure du câble métallique en cas de pistonnage ou de forage au câble.
- 4.8.14** Le flambage du tube de cuvelage dans une cavité élargie, lessivée et non cimentée si une tension trop importante est relâchée lors de la pose.
- 4.8.15** La chute d'un train, même d'une très faible hauteur.
- 4.8.16** Les fuites de joints, sous une pression externe ou interne, sont une cause courante de problème et peuvent être dues à:
- a) une mauvaise graisse de filetage;
 - b) des opérations de serrage insuffisantes;
 - c) des filetages sales;
 - d) des filetages grippés par des saletés, une négligence lors du guidage, des filetages endommagés, un vissage trop rapide, un serrage trop fort ou un flottement pendant le vissage ou les opérations de serrage;
 - e) un mauvais filetage en atelier des filetages mâles;
 - f) une force d'extraction trop forte appliquée à la colonne;
 - g) la chute d'une colonne;
 - h) un serrage excessif et une rupture;
 - i) un serrage trop haut sur le tube, particulièrement au dévissage. Ceci est à l'origine d'une flexion qui a tendance à gripper les filetages;
 - j) un serrage inapproprié du joint en usine;

- k) l'ovalité ou le faux-rond sur le tube de cuvelage;
- l) des mauvaises pratiques de pose qui sont à l'origine de contraintes dépassant la limite élastique dans les joints filetés.

4.8.17 Corrosion

Tant l'intérieur que l'extérieur des tubes de cuvelage peuvent être endommagés par la corrosion qui peut être identifiée par la présence de piqûres ou de trous dans le tube. La corrosion sur l'extérieur du tube de cuvelage peut être due à un contact avec des fluides ou des formations corrosifs ou par des courants électriques vagabonds passant du tube de cuvelage aux fluides ou aux formations environnantes. Une corrosion grave peut également être due à des bactéries sulfatoréductrices. Les dommages internes dus à la corrosion ont généralement pour origine des fluides corrosifs produits dans le puits, mais ils peuvent être aggravés par les effets abrasifs du matériel de pompage des tubes de cuvelage et de production et par des vitesses élevées de fluide telles que celles observées dans certains puits à pompage pneumatique. La corrosion interne peut également être due à des courants électriques vagabonds (électrolyse) ou à des contacts étroits entre métaux dissemblables (corrosion galvanique bimétallique).

Puisque la corrosion peut être le résultat de conditions très différentes, il est impossible de spécifier un remède simple ou universel pour la maîtriser. Chaque problème de corrosion doit être traité au cas par cas et la solution recherchée à la lumière des facteurs de corrosion connus et des conditions de fonctionnement. L'état du tube de cuvelage peut être déterminé par des examens visuels ou à l'aide d'instruments optiques. Lorsque ces examens ne peuvent être effectués, il est possible de réaliser une mesure du diamètre pour déterminer l'état des surfaces intérieures. Jusqu'à présent, aucun outil n'a été conçu pour déterminer l'état externe d'un tube de cuvelage dans un puits. Des opérations de mesure du diamètre intérieur indiquent l'étendue, l'emplacement et la gravité de la corrosion. Selon l'expérience industrielle actuelle, les pratiques et mesures suivantes peuvent être employées pour maîtriser la corrosion des tubes de cuvelage.

- a) Lorsqu'il est certain qu'une corrosion externe du tube de cuvelage peut arriver ou qu'il ressort d'études des courants électriques vagabonds que des courants relativement élevés pénètrent dans le puits, les mesures suivantes peuvent être prises.
 - 1) Des bonnes pratiques de cimentation, y compris l'utilisation de centreurs, de gratteurs et des quantités appropriées de ciment pour éviter tout contact entre les fluides corrosifs et l'extérieur des tubes de cuvelage.
 - 2) L'isolation électrique des conduits d'écoulement du puits en utilisant des assemblages à brides non conductrices pour réduire ou éviter la pénétration de courants électriques dans le puits.
 - 3) L'utilisation de boues hautement alcalines ou de boues traitées au bactéricide comme fluide de compléation permet d'atténuer la corrosion due aux bactéries sulfatoréductrices.
 - 4) Un système de protection cathodique correctement conçu, semblable à celui utilisé pour les tubes de conduite peut atténuer la corrosion externe des tubes de cuvelage. Les critères de protection des tubes de cuvelage diffèrent légèrement des critères utilisés pour les tubes de conduite. Il convient de consulter la documentation sur la corrosion externe des tubes de cuvelage ou des personnes compétentes en la matière pour des critères de protection correctes.
- b) Lorsqu'il est certain qu'une corrosion interne peut survenir, les mesures suivantes peuvent être prises.
 - 1) Dans les puits à écoulement naturel, garnir l'anneau torique d'eau douce ou de boues alcalines de faible salinité. (Dans certains puits à écoulement naturel, il peut être préférable d'utiliser des inhibiteurs pour protéger l'intérieur des tubes de cuvelage et de production.)
 - 2) Dans les puits pompés, éviter d'utiliser des pompes de tube de cuvelage. Dans les puits pompés, il convient généralement de prolonger le tubage aussi près du fond que possible, quelle que soit la position de la pompe, afin de réduire les dommages dus aux fluides corrosifs sur les tubes de cuvelage.
 - 3) Utiliser des inhibiteurs pour protéger l'intérieur des tubes de cuvelage contre la corrosion.