
**Énergie nucléaire — Technologie du
combustible — Systèmes de tourillons
pour colis de transport de matières
radioactives**

*Nuclear energy — Fuel technology — Trunnion systems for packages
used to transport radioactive material*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10276:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c7266ac-41a4-4ee3-b06f-28292b12b0a4/iso-10276-2019)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c7266ac-41a4-4ee3-b06f-
28292b12b0a4/iso-10276-2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c7266ac-41a4-4ee3-b06f-28292b12b0a4/iso-10276-2019)



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10276:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c7266ac-41a4-4ee3-b06f-28292b12b0a4/iso-10276-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

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
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions, symboles et termes abrégés	1
3.1 Termes et définitions.....	1
3.2 Symboles.....	4
3.3 Termes abrégés.....	4
4 Exigences réglementaires	4
4.1 Généralités.....	4
4.2 Réglementation applicable.....	4
5 Conception	4
5.1 Généralités.....	4
5.2 Méthodologie de conception.....	6
5.3 Matériaux.....	6
5.3.1 Sélection des matériaux.....	6
5.3.2 Caractéristiques mécaniques.....	7
5.4 Cas de chargement en dimensionnement.....	8
5.4.1 Bon assemblage.....	8
5.4.2 Arrimage.....	8
5.4.3 Manutention et/ou basculement.....	9
5.4.4 Cycles de charge pour l'analyse de fatigue.....	10
5.5 Méthodes d'analyse et critères de conception.....	11
5.5.1 Généralités.....	11
5.5.2 Analyse de résistance mécanique à l'aide de méthodes analytiques.....	11
5.5.3 Analyse de résistance mécanique à l'aide de méthodes FEA.....	12
5.5.4 Évaluation du risque de rupture fragile.....	13
5.5.5 Analyse de fatigue.....	13
5.6 Autres exigences et recommandations.....	13
6 Fabrication	15
6.1 Généralités.....	15
6.2 Assemblage.....	15
6.3 Contrôles en cours de fabrication et d'assemblage.....	15
6.3.1 Contrôle dimensionnel et examen visuel.....	15
6.3.2 Contrôle non destructif.....	16
6.4 Essais en cours de fabrication et d'assemblage.....	16
6.4.1 Portée de l'essai.....	16
6.4.2 Analyse chimique.....	17
6.4.3 Essais mécaniques relatifs aux propriétés des matériaux.....	17
6.4.4 Essai statique.....	17
7 Maintenance	18
7.1 Généralités.....	18
7.2 Programme de maintenance.....	19
7.3 Contrôle périodique.....	19
7.3.1 Généralités.....	19
7.3.2 Tourillons démontables.....	20
7.3.3 Tourillons soudés.....	20
7.3.4 Surfaces des tourillons.....	20
7.3.5 Taraudages de fixation dans le corps de l'emballage.....	20
7.3.6 Boulons de fixation.....	20
7.3.7 Dimensions essentielles.....	21
7.4 Essais périodiques.....	21

7.4.1	Types d'essais.....	21
7.4.2	Système de tourillon.....	21
7.4.3	Zones soudées.....	21
7.5	Remplacement des composants.....	21
7.6	Réparations.....	22
7.6.1	Généralités.....	22
7.6.2	Caractéristiques concernées par les réparations et méthodes.....	22
8	Système de management de la qualité.....	23
	Bibliographie.....	24

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10276:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c7266ac-41a4-4ee3-b06f-28292b12b0a4/iso-10276-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c7266ac-41a4-4ee3-b06f-28292b12b0a4/iso-10276-2019>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

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

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

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire*, sous-comité SC 5, *Installations nucléaires, procédés et technologies*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 10276:2010), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- le champ d'application est étendu aux composants de fixation du tourillon (les systèmes de tourillons sont définis comme étant constitués des tourillons et de leurs composants de fixation);
- les références normatives ont été mises à jour (AIEA TS-R-1 remplacé par AIEA SSR-6) et élargies pour inclure l'AIEA SSG-26 (Annexe IV-1 - Arrimage et assujettissement des colis durant le transport);
- assurance de la Qualité est remplacé par Systèmes de Management;
- les cas de chargement sont à définir à l'aide des facteurs d'accélération minimaux donnés dans le Tableau IV-1 de l'Annexe IV de l'AIEA SSG-26;
- les méthodes de calcul (méthodes analytiques et analyse par éléments finis) et les critères minimaux associés sont détaillés de manière plus précise;
- la Bibliographie a été mise à jour et élargie pour inclure les recommandations, les lignes directrices et les normes acceptables par la plupart des Autorités compétentes;
- la structure du document a été légèrement modifiée pour en améliorer la lisibilité et la compréhension.

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.

Introduction

L'objectif du présent document est de fournir aux propriétaires, concepteurs et utilisateurs de colis, ainsi qu'aux organismes de réglementation, un document complet couvrant tous les aspects liés aux systèmes de tourillons. L'expérience et les connaissances étendues des propriétaires, concepteurs, utilisateurs et autorités compétentes ont été prises en compte. Le présent document contient les exigences minimales et formule des recommandations couvrant divers aspects des systèmes de tourillons.

Des dispositifs intermédiaires (désignés parfois «châssis de transport», «supports» ou «berceaux») peuvent être utilisés entre les tourillons d'emballage et le moyen de transport pour soutenir le colis et le fixer pendant le transport. Toutefois, le présent document ne tient pas compte des capacités d'absorption d'énergie de ces dispositifs intermédiaires.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 10276:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c7266ac-41a4-4ee3-b06f-28292b12b0a4/iso-10276-2019>

Énergie nucléaire — Technologie du combustible — Systèmes de tourillons pour colis de transport de matières radioactives

1 Domaine d'application

Le présent document couvre les systèmes de tourillons utilisés pour l'arrimage, le basculement et/ou la manutention d'un colis de matières radioactives pendant les opérations de transport.

Les aspects traités couvrent la conception, la fabrication, la maintenance, le contrôle et le système de management. Les réglementations qui peuvent s'appliquer pendant la manutention dans les installations nucléaires ne sont pas traitées dans le présent document.

Le présent document n'annule ni ne remplace aucune des exigences des règlements internationaux ou nationaux relatifs aux tourillons utilisés pour manutentionner et arrimer les emballages.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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).

AIEA SSR-6 Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA), Norme de sûreté N° SSR-6, Règlement de transport des matières radioactives

AIEA SSG-26 Agence Internationale de l'Énergie Atomique (AIEA) N° SSG-26, Guide d'application du Règlement de transport des matières radioactives

3 Termes et définitions, symboles et termes abrégés

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'AIEA SSR-6 ainsi que les suivants s'appliquent.

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

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

3.1.1

contrainte de flexion

composante variable de la *contrainte normale* (3.1.10), qui peut ne pas être linéaire à travers l'épaisseur

3.1.2

boulons

organes de fixation, y compris vis, goujons, tiges filetés

3.1.3

concepteur

organisation responsable de la conception du colis

3.1.4

organisme d'expertise indépendant

organisme dont l'administration et la gestion sont indépendantes des concepteurs, fabricants ou propriétaires du colis en question, constitué d'experts spécialisés, ou organisme d'assurance chargé de vérifier, de surveiller, d'attester ou de contrôler

3.1.5

contrainte linéarisée

somme de la *contrainte de membrane* (3.1.9) et de la composante linéaire de la *contrainte de flexion* (3.1.1)

3.1.6

cas de chargement

configuration spécifique de transport ou de manutention associée à une masse totale (transport ou manutention), une valeur et une direction d'accélération spécifiées, un nombre donné de tourillons actifs, et un(e) point/zone d'application donné(e) de la charge sur le tourillon

3.1.7

programme de maintenance

document établi par le concepteur détaillant de façon appropriée la fréquence/périodicité des activités de maintenance et des méthodes à utiliser; appliqué par le propriétaire/exploitant

3.1.8

charge maximale de service

la plus grande des valeurs entre la *masse totale (manutention)* (3.1.19) et la *masse totale (transport)* (3.1.20) soumise à la pesanteur (1 g)

3.1.9

contrainte de membrane

composante de la *contrainte normale* (3.1.10) répartie uniformément et égale à la contrainte moyenne à travers l'épaisseur de la section en question

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10276:2019

3.1.10

contrainte normale

composante de la contrainte qui s'exerce perpendiculairement au plan de référence

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c7266ac-41a4-4ee3-b06f-28292b12b0a4/iso-10276-2019>

3.1.11

propriétaire

opérateur

organisation chargée du maintien en bonne condition de l'emballage pour le transport

Note 1 à l'article: Les conditions d'emballage doivent être conformes à l'AIEA SSR-6.

3.1.12

contrainte de pic

contrainte maximale qui apparaît dans un composant en raison de la géométrie, de discontinuités locales ou de contraintes thermiques locales, incluant, le cas échéant, les effets d'une concentration de contraintes

3.1.13

contrôle périodique

contrôle du système de tourillon effectué à intervalles prédéterminés pendant la durée d'utilisation de l'emballage défini dans les *programmes de maintenance* (3.1.7)

3.1.14

système de tourillon principal

système de tourillon qui constitue le moyen principal de manutention et/ou de basculement, d'arrimage et de supportage des colis

3.1.15**plan qualité**

un ou plusieurs documents qui, ensemble, précisent les normes de qualité, les pratiques, les ressources, les spécifications et l'enchaînement des activités pertinentes pour la fabrication

3.1.16**tourillon démontable**

tourillon, sur un colis dont le mode de fixation n'est pas permanent, par exemple fixation par boulons

3.1.17**système de tourillon secondaire**

système de tourillon qui constitue un moyen supplémentaire ou alternatif de manutention et/ou de basculement, d'arrimage et de supportage des colis

3.1.18**arrimage**

fixation du colis au moyen de transport

3.1.19**masse totale (manutention)**

masse maximale d'un colis supporté par les systèmes de tourillons, au cours des manutentions, muni de tous les équipements et accessoires nécessaires, y compris le contenu radioactif et l'eau, le cas échéant

3.1.20**masse totale (transport)**

masse maximale d'un colis muni de tous ses accessoires (systèmes amortisseurs de chocs, protections neutroniques, capots, châssis de transport le cas échéant, etc.), présenté en configuration de transport et supporté par les systèmes de tourillons

3.1.21**cycle de transport**

voyage aller et retour complet d'un colis entre deux chargements complets

ISO 10276:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sis/4c7266ac-41a4-4ee3-b06f-28292b12b0a4/iso-10276-2019>

3.1.22**tourillon**

projection, de forme typiquement cylindrique, fixée sur un emballage par divers moyens et utilisée pour l'arrimage, le basculement et/ou la manutention (3.1.18) du colis; les parties fixées de façon permanente au tourillon sont considérées comme faisant partie du tourillon

Note 1 à l'article: Un tourillon est un exemple de prise d'arrimage tel que défini dans l'Annexe IV de l'AIEA SSG-26.

3.1.23**méthode de fixation du tourillon**

méthode de fixation du tourillon (par exemple soudage, boulonnage, fixation filetée, ajustement serré et boulonnage ou toute combinaison de ces méthodes) au corps de l'emballage

3.1.24**composants de fixation du tourillon**

composants servant à la fixation, tels que le soudage au corps de l'emballage, des boulons, des disques de cisaillement démontables, taraudage ou logement dans le corps de l'emballage, embases démontables, etc. utilisés pour fixer le tourillon sur le corps de l'emballage

3.1.25**système de tourillon**

assemblage d'un tourillon (3.1.22) et de tous les composants de fixation du tourillon (3.1.24)

3.1.26**tourillon soudé**

tourillon directement fixé à l'emballage par soudage

3.2 Symboles

K_{Ic}	ténacité
$R_e(T)$	limite d'élasticité clairement définie ou limite d'élasticité minimale à 0,2 % d'allongement résiduel (limite d'allongement à 0,2 %) à la température de service, T
$R_m(T)$	résistance à la rupture minimale garantie à la température de service, T
T	température de service

3.3 Termes abrégés

CM	contrôle par magnétoscopie
CND	contrôle non destructif
CPR	contrôle par ressuage
CSC	corrosion sous contrainte
CUS	contrôle par ultrasons
FEA	Analyse par éléments finis (Finite Element Analysis)
VT	contrôle par examen visuel (Visual inspection test)

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

4 Exigences réglementaires

ISO 10276:2019

4.1 Généralités

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c7266ac-41a4-4ee3-b06f-28292b12b0a4/iso-10276-2019>

Dans le présent document, le verbe «devoir» à l'indicatif désigne une exigence, l'expression «il convient» ou «il est recommandé» désigne une recommandation et le verbe «pouvoir» à l'indicatif indique une permission et non une exigence ou une recommandation. Les tournures impératives désignent également des exigences. Pour être conformes au présent document, toutes les opérations doivent être effectuées conformément aux exigences qu'il spécifie, mais pas nécessairement conformément à ses recommandations.

L'expression «il est possible» ou «pouvoir être utilisé» désigne une possibilité plutôt qu'une permission.

4.2 Réglementation applicable

Le principal document applicable est l'AIEA SSR-6. Il convient de prendre en compte les autres règlements de transport applicables, nationaux ou internationaux, afin de tenir compte de toute différence avec le Règlement de Transport de l'AIEA.

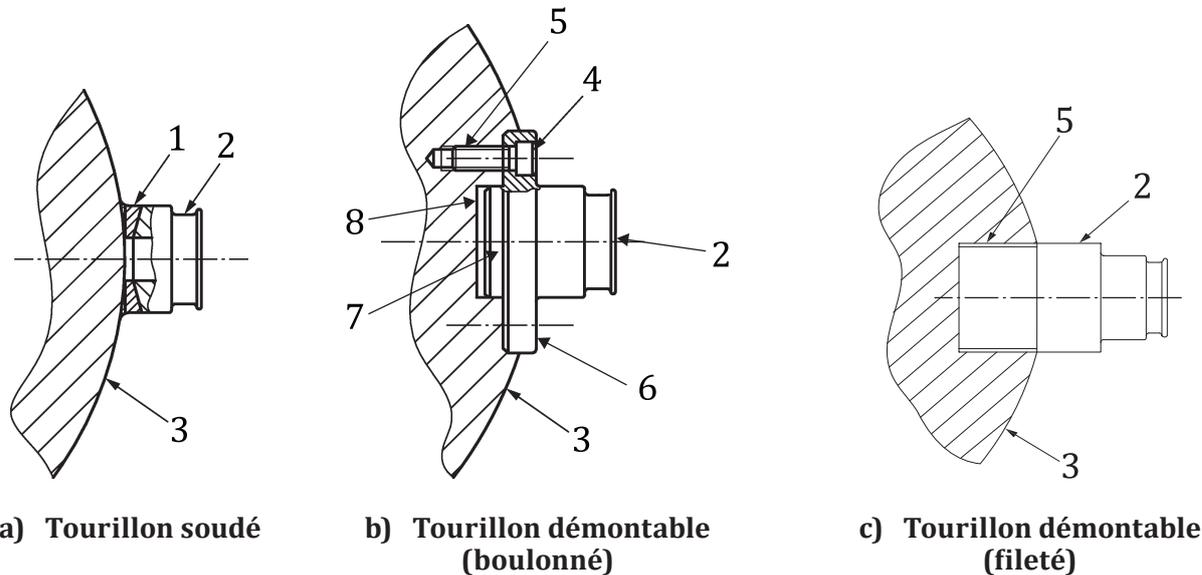
Le présent document ne dispense pas les parties concernées d'observer les spécifications établies par les règlements applicables dans les centrales nucléaires (par exemple, KTA 3905^[3] ou ANSI N 14.6^[4]).

5 Conception

5.1 Généralités

5.1.1 Les systèmes de tourillons faisant partie du modèle de colis doivent être conçus conformément à l'AIEA SSR-6, en tenant également compte de l'AIEA SSG-26, et en particulier de son Annexe IV.

5.1.2 La fixation d'un tourillon à un emballage peut se faire par soudage, boulonnage, fixation filetée, ajustement serré et boulonnage ou toute combinaison de ces méthodes. Le présent document s'applique à ces méthodes de fixation du tourillon; voir les [Figures 1](#) a), b) et c).



Légende

1	soudure	5	taraudage dans le corps de l'emballage
2	tourillon	6	embase
3	corps de l'emballage	7	disque de cisaillement
4	boulon de fixation	8	logement dans le corps de l'emballage

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.itech.ai)
ISO 10276:2019
<https://standards.itech.ai/catalog/standards/sist/4c7266ac-41a4-4ee3-b06f-26292612b0a4/iso-10276-2019>

Figure 1 — Exemples de tourillons

5.1.3 Les tourillons sont fixés aux emballages pour permettre:

- l'arrimage du colis pendant le transport; et/ou
- la manutention ou bien la manutention et le basculement du colis (les tourillons sont utilisés pour basculer certains types de colis de la position horizontale à la position verticale et vice-versa).

5.1.4 Le concepteur doit tenir compte de la manière dont le colis est supporté par les tourillons pendant le transport et la manutention et/ou le basculement. Pour ces situations, la répartition de la charge pour les systèmes de tourillons doit être évaluée. Le concepteur doit tenir compte du nombre de tourillons sur le colis remplissant une fonction particulière (par exemple levage, basculement, supportage) et de la valeur, de la direction des forces et de la manière dont elles sont appliquées sur les tourillons (point d'application, largeur, angle de répartition, etc.). Voir [5.4](#) pour plus de détails.

La charge transférée par le système de tourillon au corps de l'emballage doit être prise en compte, mais n'est pas l'objet du présent document.

5.1.5 La conception du système de tourillon doit pouvoir fonctionner dans la plage de températures définie dans le Règlement de transport de l'AIEA. En particulier, les températures minimales et maximales de fonctionnement induites par la puissance thermique nominale et par les conditions ambiantes les plus défavorables doivent être prises en compte. La dilatation thermique différentielle entre le moyen de transport et l'emballage peuvent ajouter des contraintes au système de tourillon, à moins de dispositions de conception particulières pour éviter ces effets.

5.1.6 Il convient que le concepteur s'assure que la combinaison de l'environnement, des matériaux des composants, des revêtements des boulons, de la résistance des boulons, de leur classe et des contraintes de traction, ne rend pas le système de tourillon susceptible d'être soumis aux effets de fissuration par corrosion sous contrainte (CSC). Lorsque la conception ne permet pas d'éviter les effets de la CSC, le concepteur doit spécifier un programme de contrôles destiné à détecter les effets précurseurs de la CSC et à permettre le remplacement des boulons avant qu'ils ne soient endommagés.

5.1.7 La conception de tout système de tourillons doit être telle que, dans les conditions normales et accidentelles de transport, les forces s'exerçant sur ces systèmes ne diminuent pas l'aptitude du colis à satisfaire aux exigences du Règlement de transport de l'AIEA.

5.1.8 Le concepteur doit spécifier des limites spécifiques relatives à l'état de surface. Les surfaces lisses et les variations continues de section favorisent la décontamination ainsi que la tenue à la fatigue. Les zones de rétention des liquides doivent être évitées. L'application de produits d'étanchéité ou l'utilisation de joints peut empêcher l'infiltration de liquides.

5.1.9 Dans la mesure du possible, la facilité des opérations de décontamination doit être intégrée dès la conception des systèmes de tourillons, en particulier en ce qui concerne les tourillons fixés par des boulons.

5.2 Méthodologie de conception

L'analyse structurelle des systèmes de tourillons doit comprendre une analyse de la résistance mécanique et une analyse de fatigue. Si nécessaire, il est recommandé de prendre en considération des questions telles que la rupture fragile et le risque d'instabilité structurelle.

Cette analyse peut généralement être effectuée grâce aux méthodes suivantes:

- méthodes analytiques; [ISO 10276:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c7266ac-41a4-4ee3-b06f-28292b12b0a4/iso-10276-2019)
- analyse par éléments finis (FEA); ou [28292b12b0a4/iso-10276-2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c7266ac-41a4-4ee3-b06f-28292b12b0a4/iso-10276-2019)
- une combinaison des deux.

L'applicabilité de la méthode choisie doit être vérifiée et justifiée par le concepteur.

Dans le cas de systèmes de tourillons à géométrie et à situation de charge complexes, l'analyse par éléments finis est préférable car elle permet d'obtenir des résultats plus détaillés des contraintes et des déformations pour des structures complexes.

Des précisions sur les méthodes et les critères sont données en [5.5](#).

5.3 Matériaux

5.3.1 Sélection des matériaux

Les matériaux utilisés pour les systèmes de tourillons doivent être choisis ou traités pour éviter la corrosion, y compris les effets de la fissuration par corrosion sous contrainte, le cas échéant, pendant la durée de vie de l'emballage. Cela comprend, sans s'y limiter, les aspects suivants:

- l'environnement pendant l'opération de chargement (eau borée, humidité, agents de protection ou de décontamination qui peuvent inclure de l'eau déminéralisée, acide oxalique, vapeur, acide nitrique, solution caustique, acide NaOH-tartrique, lubrifiants, ou autres produits spécifiques);
- les conditions atmosphériques (maritime, pluie, neige, etc.) pendant le transport ou l'entreposage;
- la graisse pour boulons, les produits d'étanchéité (utilisés dans la conception de l'emballage);