



Norme
internationale

ISO 23936-3

**Industries du pétrole et du gaz,
y compris les énergies à faible
teneur en carbone — Matériaux
non métalliques en contact avec les
fluides relatifs à la production de
pétrole et de gaz —**

**Partie 3:
Thermodurcissables**

Oil and gas industries including lower carbon energy — Non-metallic materials in contact with media related to oil and gas production —

Part 3: Thermosets

**Première édition
2026-07**

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2026

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
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, définitions et abréviations	2
3.1 Termes et définitions	2
3.2 Abréviations	5
4 Exigences techniques	5
4.1 Exigences générales	5
4.2 Mises en garde	6
4.3 Traçabilité	6
4.4 Identification des éprouvettes	7
4.4.1 Aperçu du codage	7
4.4.2 Moulage	7
4.4.3 Orientation	8
4.4.4 Forme	8
4.4.5 Post-traitement	8
4.4.6 Façonnage	8
4.4.7 Fabrication des éprouvettes pour les essais de vieillissement de Niveau 2, Niveau 3 et Niveau 4	9
4.5 Validation de la conformité	9
5 Niveau 1 – Caractérisation des propriétés des matériaux	9
5.1 Généralités	9
5.2 Rapports	10
5.2.1 Rapport de données sur les matériaux	10
5.2.2 Certificat de conformité	11
6 Niveau 2 – Stabilité des matériaux (à court terme)	11
6.1 Généralités	11
6.2 Critères d'essai	11
6.2.1 Généralités	11
6.2.2 Température d'exposition	11
6.2.3 Durées d'exposition	11
6.2.4 Fluides d'essai	12
6.2.5 Méthodes d'essai des propriétés	12
6.2.6 Critères de seuil	13
6.3 Considérations en matière de pré-conditionnement	13
6.4 Rapports	13
7 Niveau 3 – Stabilité des matériaux (vieillissement accéléré)	14
7.1 Généralités	14
7.2 Températures d'exposition	14
7.3 Durées d'exposition	14
7.4 Fluides d'exposition	15
7.5 Gonflement initial	15
7.6 Méthodes d'essai des propriétés	15
7.7 Critères de seuil	15
7.8 Considérations en matière de pré-conditionnement	16
7.9 Rapports	16
8 Niveau 4 – Stabilité des matériaux (à long terme)	16
8.1 Exigences générales pour l'évaluation de Niveau 4	16
8.2 Températures d'exposition	17
8.3 Durées d'exposition	17
8.4 Fluides d'exposition	17

8.5	Gonflement initial	17
8.6	Méthodes d'essai des propriétés	17
8.7	Considérations en matière de pré-conditionnement	17
8.8	Seuil de référence	18
8.9	Critères de seuil	18
9	Considérations supplémentaires en matière d'essais	18
9.1	Vieillissement du fluide	18
9.2	Essais fonctionnels	20
Annexe A	(normative) Fluides, conditions, équipements et procédures d'essai pour le vieillissement des matériaux thermodurcissables	21
Annexe B	(informative) Guideline for maximum long-term operating temperatures for common thermosets used in oil and gas environment	38
Bibliographie		39

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

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'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de brevet.

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

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

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 67, *Industries du pétrole et du gaz, y compris les énergies à faible teneur en carbone*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 23936 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Les matériaux non métalliques sont utilisés dans les industries du pétrole et du gaz pour un large éventail de composants. Le présent document a pour objet d'établir des exigences et des lignes directrices pour une planification systématique et efficace, ainsi que pour la sélection des matériaux non métalliques afin d'obtenir des solutions techniques économiques, prenant en compte les contraintes éventuelles dues à des questions de sécurité ou environnementales, ou relatives à ces deux aspects.

De nombreux acteurs de l'industrie, allant des opérateurs et fournisseurs aux ingénieurs et aux autorités, tirent profit du présent document. Celui-ci couvre les types génériques appropriés de matériaux non métalliques (par exemple, thermdurcissables) et inclut les expériences techniques existantes les plus diverses.

Ces informations viennent à l'appui de la sélection des matériaux. Elles peuvent être appliquées pour aider à prévenir les défaillances coûteuses résultant de la dégradation de l'équipement lui-même, qui pourraient présenter un risque pour la santé et la sécurité du public et du personnel ou pour l'environnement. Le présent document vient en complément du document relatif aux matériaux métalliques en service corrosif (série ISO 15156). Par la forme, il diffère des recommandations fournies à l'utilisateur concernant la dégradation potentielle des propriétés recherchées dans le cadre d'une utilisation avec des équipements destinés à des environnements de production de l'industrie pétrolière et gazière. La série ISO 15156 fournit les limites d'application et exigences de qualification pour les matériaux métalliques dans des environnements contenant du H_2S , qui sont uniquement liées aux mécanismes pertinents de fissuration assistée par l'environnement.

Ce document reconnaît qu'un plus large éventail de compositions et de paramètres ont une incidence sur la dégradation des matériaux non métalliques et, par conséquent, il fournit des recommandations facilitant la sélection des matériaux pour les applications d'exploration et de production d'hydrocarbures en se fondant sur la stabilité dans des conditions d'essai appropriées.

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

Industries du pétrole et du gaz, y compris les énergies à faible teneur en carbone — Matériaux non métalliques en contact avec les fluides relatifs à la production de pétrole et de gaz —

Partie 3: Thermodurcissables

ATTENTION — Les matériaux non métalliques sélectionnés à l'aide du présent document sont résistants aux environnements trouvés dans les industries du pétrole et du gaz, mais pas nécessairement dans toutes les conditions de service. Dans tous les cas, dans le cadre du présent document, il incombe à l'utilisateur de l'équipement de s'assurer que les matériaux sélectionnés sont appropriés pour le service prévu.

1 Domaine d'application

Le présent document fournit des principes généraux, des exigences et des recommandations pour l'évaluation de la stabilité des thermodurcissables y compris les résines chargées de fibres courtes ou de particules et à l'exclusion des composites renforcés de fibres continues pour les équipements utilisés dans les environnements d'exploration et de production de pétrole et de gaz. Ces procédures peuvent être adaptées à l'application dans des environnements à faible teneur en carbone. Le présent document fournit en outre des recommandations concernant l'assurance qualité.

Le présent document traite de la résistance des thermodurcissables à la détérioration des propriétés qui peut être provoquée par une interaction physique ou chimique avec les milieux de pétrole et de gaz produits et injectés, et avec un traitement chimique. Les interactions avec la lumière du soleil et les rayonnements ionisants sont exclues du domaine d'application du présent document.

L'application du présent document ne convient pas nécessairement aux processus et équipements de raffinage ou en aval.

Les équipements considérés incluent, mais sans s'y limiter, les pipelines, les conduites, les chemisages, les joints et les joints d'étanchéité ainsi que les rondelles non métalliques. Les applications pour exposition à court terme comprennent les bouchons de pompage, les composants des bouchons mécaniques d'isolation de fond, les bouchons essuyeurs de ligne, les boules, les outils de pose et les outils de fracturation. Les applications pour exposition à long terme comprennent les paliers et les rondelles. Le présent document exclut les produits tubulaires, les réservoirs et les éléments similaires produits à partir de matériaux renforcés de fibres continues.

Le cloquage résultant de la décompression rapide du gaz est exclu du domaine d'application du présent document.

Le présent document s'applique à l'évaluation de la stabilité des thermodurcissables dans des conditions simulées de production d'hydrocarbures afin d'aider à la sélection des matériaux pour les équipements conçus et construits selon des critères de conception conventionnels. Les conceptions utilisant d'autres critères sont exclues du champ d'application du présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour

les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 75-1, *Plastiques — Détermination de la température de fléchissement sous charge — Partie 1: Méthode d'essai générale*

ISO 75-2, *Plastiques — Détermination de la température de fléchissement sous charge — Partie 2: Plastiques et ébonite*

ISO 178, *Plastiques — Détermination des propriétés en flexion*

ISO 306, *Plastiques — Matières thermoplastiques — Détermination de la température de ramollissement Vicat (VST)*

ISO 527-1, *Plastiques — Détermination des propriétés en traction — Partie 1: Principes généraux*

ISO 604, *Plastiques — Détermination des propriétés en compression*

ISO 868, *Plastiques et ébonite — Détermination de la dureté par pénétration au moyen d'un duromètre (dureté Shore)*

ISO 1183-1, *Plastiques — Méthodes de détermination de la masse volumique des plastiques non alvéolaires — Partie 1: Méthode par immersion, méthode du pycnomètre en milieu liquide et méthode par titrage*

ISO 6721-11, *Plastiques — Détermination des propriétés mécaniques dynamiques — Partie 11: Température de transition vitreuse*

ISO 2039-2, *Plastiques — Détermination de la dureté — Partie 2: Dureté Rockwell*

ISO 3451-1, *Plastiques — Détermination du taux de cendres — Partie 1: méthodes générales*

ISO 11357-2, *Plastiques — Analyse calorimétrique différentielle (DSC) — Partie 2: Détermination de la température et de la hauteur de palier de transition vitreuse*

ASTM D638, *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics*

ASTM D648, *Standard Test Method for Deflection Temperature of Plastics Under Flexural Load in the Edgewise Position*

ASTM D695, *Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics*

ASTM D785, *Standard Test Method for Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials*

ASTM D790, *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials*

ASTM D792, *Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement*

ASTM E1640, *Standard Test Method for Assignment of the Glass Transition Temperature By Dynamic Mechanical Analysis*

ASTM D2240, *Standard Test Method for Rubber Property Durometer Hardness*

ASTM D5630, *Standard Test Method for Ash Content in Plastics*

3 Termes, définitions et abréviations

3.1 Termes et définitions

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

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

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

3.1.1

lot

quantité spécifiée d'une matière première, d'un article de conditionnement ou d'un produit fabriqué en une opération ou en une série d'opérations, telle qu'elle puisse être considérée comme homogène

[SOURCE: ISO 22716:2007, 2.3, modifiée — Le terme «définie» a été remplacé par «spécifiée».]

3.1.2

certificat de conformité

document émis par le fabricant conformément aux exigences spécifiques

Note 1 à l'article: Les exigences spécifiques doivent être l'exigence indiquée dans le présent document ou dans le bon de commande.

3.1.3

composant

pièce thermodurcissable finie et individuelle

3.1.4

composition

mélange intime d'un ou plusieurs polymères avec d'autres substances telles que des charges, plastifiants, catalyseurs et colorants

[SOURCE: ISO 472:2013, 2.184]

3.1.5

processus de conversion

procédé de fabrication qui transforme une *composition* (3.1.4) en une pièce ou un *composant* (3.1.3) plastique

3.1.6

fluide

liquide et/ou gaz

3.1.7

joint d'étanchéité

composant (3.1.3) d'étanchéité comprimé dans un joint

3.1.8

température de transition vitreuse

température d'un matériau polymère à laquelle ses propriétés mécaniques passent de l'état élastique (vitreux) à l'état visqueux (caoutchouteux)

3.1.9

revêtement intérieur

matière thermoplastique destinée à protéger les surfaces de tuyaux, de *tuyauteries* (3.1.16), de *conduites* (3.1.15) ou d'équipements en contact avec un milieu

3.1.10

sous-lot

partie d'un lot ou partie d'une matière thermodurcissable fabriquée en continu

3.1.11

température maximale de fonctionnement

température maximale à laquelle est soumis un *composant* (3.1.3), y compris les écarts par rapport à des fonctionnements normaux, tels que le démarrage ou l'arrêt

3.1.12

température nominale maximale

température limite supérieure à laquelle le matériau peut être utilisé indépendamment de l'environnement

3.1.13

résine pure

résine thermodurcissable sans additif

3.1.14

température de fonctionnement

température à laquelle est soumis un *composant* (3.1.3) au cours du fonctionnement normal

3.1.15

conduite

composants (3.1.3) d'un système de conduite raccordés les uns aux autres afin de transporter des *fluides* (3.1.6) entre les stations et/ou usines, comprenant tuyaux, gares de racleurs, composants, accessoires, manchettes de raccordement, colonnes montantes, vannes d'isolement et vannes de sectionnement

[SOURCE: ISO 13623:2017, 3.1.15, modifiée – La note 1 à l'article a été supprimée]

3.1.16

tuyauterie

tuyau ou système de tuyaux destiné au transport de *fluides* (3.1.6)

Note 1 à l'article: Des interruptions par différents *composants* (3.1.3), tels que des pompes, des machines, des récipients, etc., n'empêchent pas l'intégration dans un système de tuyauteries unique.

3.1.17

pré-conditionnement

exposition à des conditions spécifiées dans des *fluides* (3.1.6) pertinents avant le vieillissement

3.1.18

vieillissement en temps réel

vieillissement correspondant à la température, au temps, au *fluide* (3.1.6) et au matériau de l'environnement de service

3.1.19

température ambiante

température de $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$

3.1.20

joint

dispositif polymère déformable conçu pour séparer des milieux différents

3.1.21

court terme

durée inférieure ou égale à 56 jours

3.1.22

gonflement

augmentation du volume due à l'absorption de *fluides* (3.1.6)

3.1.23

thermodurcissable

résine polymère qui, lorsqu'elle est durcie par la chaleur et/ou par réaction chimique, se transforme en un matériau essentiellement infusible et insoluble par réticulation chimique des chaînes polymères

Note 1 à l'article: Les thermodurcissables types comprennent, notamment, les résines époxydes, les résines phénoliques, les résines mélamine-formaldéhyde et urée-formaldéhyde, les résines de polyesters non saturés et les résines d'ester vinylique.

3.1.24**rondelle**

plaque plate d'un matériau ayant un trou en son centre utilisé pour y asseoir les têtes de boulons et les écrous, entre autres

3.2 Abréviations

COC	certificat de conformité
COV	coefficient de variation
DMA	analyse mécanique dynamique
DSC	analyse calorimétrique différentielle
HDT	température de fléchissement à chaud
KCl	chlorure de potassium
QC	contrôle qualité
RGD	décompression rapide des gaz
ST	température de ramollissement

4 Exigences techniques**4.1 Exigences générales**

La sélection d'un thermodurcissable dépend des propriétés du matériau et de son comportement au vieillissement dans un fluide. Le présent document établit quatre niveaux d'essai dans le but de comparer les propriétés de divers thermodurcissables. Des données relatives aux propriétés des matériaux sont générées aux quatre niveaux pour permettre une comparaison cohérente des matériaux en question. Des données génériques doivent être obtenues au Niveau 1 et au Niveau 2, y compris concernant les critères de seuil, uniquement dans le but de fournir des informations pour la présélection. Lorsque l'utilisateur nécessite des données sur la stabilité des matériaux soumis à un vieillissement accéléré dans un fluide multiphasique contenant de l'H₂S, le Niveau 3 doit s'appliquer. Lorsque l'utilisateur a besoin de données sur la stabilité du matériau au-delà de 56 jours, ainsi que d'un effort d'estimation de la durée de vie à long terme, le Niveau 4 doit s'appliquer.

La conformité de Niveau 1 consiste à caractériser et documenter les propriétés des matériaux dans un rapport de données sur les matériaux. Le rapport de données sur les matériaux comprend un COC pour les essais de contrôle qualité des lots. Voir [5.1](#) et le [Tableau 1](#) pour la liste des exigences de documentation relatives aux propriétés des matériaux. Les propriétés physiques et mécaniques doivent être caractérisées avec les matériaux dans un état non vieilli. Ces propriétés standard aident à la sélection des matériaux qui satisfont à la spécification de conception. En outre, certains essais relatifs aux propriétés sont utilisés pour l'assurance qualité et le contrôle qualité. Les essais de Niveau 1 établissent un référentiel pour les essais de niveau supérieur.

La conformité de Niveau 2 se rapporte au comportement de stabilité (vieillissement) des matériaux sur 28 jours et doit être accompagnée d'un rapport. [L'Article 6](#) fournit les exigences pour la conformité de Niveau 2. L'effet des trois premiers fluides donnés en [6.2.4](#) sur les propriétés des matériaux doit être examiné par des études de vieillissement en temps réel. La résistance d'un matériau aux changements chimiques, physiques ou mécaniques est déterminée.

La conformité de Niveau 3 se rapporte au comportement de stabilité (vieillissement accéléré) des matériaux sur 56 jours et doit être décrite dans un rapport. [L'Article 7](#) fournit les exigences pour la conformité de Niveau 3. Les effets des évaluations du vieillissement avec trois températures sur les propriétés des

matériaux doivent être étudiés. Les évaluations de Niveau 3 ont pour objet d'accélérer les changements de propriétés des matériaux, en particulier dans les fluides multiphasiques contenant de l'H₂S.

La conformité de Niveau 4 se rapporte à une évaluation de la stabilité des matériaux (à long terme) sur 180 jours ou plus. L'évaluation de Niveau 4 a pour objet de prédire la dégradation progressive du matériau; par conséquent, les recommandations en matière de seuil de conformité sont fournies à des fins d'estimation de la durée de vie. Les essais doivent être décrits dans un rapport comprenant un compte rendu complet de l'analyse des données et des informations détaillées sur la méthodologie d'évaluation des données. Le rapport doit inclure une analyse utilisant un modèle pour prédire les durées de vie. Les utilisateurs doivent évaluer les critères de seuil, les résultats de l'estimation de la durée de vie, ainsi que les méthodologies employées afin de déterminer l'adéquation des matériaux pour l'application. Bien qu'Arrhenius soit le modèle de contrainte de vie le plus connu, il peut arriver qu'il ne représente pas bien un ensemble de données. Il convient alors d'utiliser un modèle de contrainte de vie différent.

Les rapports doivent détailler les essais et analyses et faire référence au présent document, c'est-à-dire l'ISO 23936-3:2026.

Il est admis que les études en laboratoire utilisant les conditions standard d'essai ne fournissent pas de données pouvant être utilisées pour la conception. L'utilisateur peut exiger des essais d'aptitude à l'usage ou d'autres essais pour simuler les conditions de production afin de permettre la sélection des matériaux pour l'application finale. Les essais fonctionnels des composants ne sont pas détaillés dans le présent document.

Pour certains thermodurcissables hautement résistants, les produits chimiques utilisés pour le vieillissement au Niveau 3 et au Niveau 4 n'ont aucun effet thermochimique significatif, et ce même à des températures plus élevées. Dans ces cas, le premier changement de propriété observable concernerait l'absorption du fluide ou une fusion, plutôt qu'un mécanisme de dégradation induit par le produit chimique.

4.2 Mises en garde

Il convient que les concepteurs ne présument pas que les propriétés fournies dans un rapport de données sur les matériaux, tel que défini à [l'Article 5](#), représentent précisément les propriétés trouvées dans la géométrie des produits finis. La méthode de conversion est connue pour avoir un impact sur ces propriétés et il convient de le prendre en compte lors la conception.

L'utilité et la certitude de l'estimation de la durée de vie peuvent augmenter lorsque des données à plus long terme sont utilisées pour établir la tendance en matière de dégradation. Les essais de Niveau 3, allant jusqu'à 56 jours, sont privilégiés pour les estimations de durée de vie à court terme (jusqu'à 1 an) et peuvent présenter une certitude moindre pour les estimations de durée de vie à long terme (plus de 1 an). Les essais de Niveau 4 nécessitent des données allant jusqu'à 180 jours ou plus, dans le but d'obtenir une meilleure certitude pour l'estimation de la durée de vie à long terme.

Dans certains cas, la dégradation progressive des thermodurcissables sur de longues périodes à des températures bien supérieures à la température de service cible n'est pas observée. Les données et l'effort d'estimation de la durée de vie restent néanmoins utiles, étant donné qu'ils démontrent la stabilité du matériau dans cet environnement d'essai.

4.3 Traçabilité

Pour qu'un composant final reste conforme au présent document, il doit être produit à partir d'un thermodurcissable conforme au présent document. L'ensemble du processus de fabrication du composé doit être entièrement traçable. Les enregistrements de conformité doivent indiquer l'édition du présent document utilisée dans l'évaluation. Toute référence à la conformité à la série ISO 23936 doit inclure la partie et l'édition (année) de la norme utilisée, par exemple ISO 23936-3:2026.

Chaque composition et le COC associé doivent être traçables jusqu'au fabricant de la composition. Chaque entreprise qui participe à la fabrication d'une composition conforme au présent document doit conserver pendant un minimum de 10 ans les registres de traçabilité, comprenant ses procédures, lieux et dates de fabrication.