
**Industries du pétrole et du gaz
naturel — Matériaux pour utilisation
dans des environnements contenant
de l'hydrogène sulfuré (H₂S) dans la
production de pétrole et de gaz —**

Partie 1:

**Principes généraux pour le choix des
matériaux résistant à la fissuration**

ISO 15156-1:2020
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/420d9dec-2027-4016-a207-
d5a6bf0ec860/iso-15156-1-2020
*Petroleum and natural gas industries — Materials for use in H₂S-
containing environments in oil and gas production —
Part 1: General principles for selection of cracking-resistant materials*



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 15156-1:2020

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/420d20ee-2027-4016-a207-d5a6bf0ec860/iso-15156-1-2020>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2020

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	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
4 Abréviations	6
5 Principes généraux	7
6 Évaluation et définition des conditions de service en vue du choix des matériaux	7
7 Choix des matériaux résistant à la SSC/SCC, en présence de sulfures, à partir des listes et tableaux existants	8
8 Qualification de matériaux pour service H₂S	9
8.1 Description et documentation des matériaux.....	9
8.2 Qualification basée sur l'expérience sur site.....	9
8.3 Qualification basée sur des essais de laboratoire.....	9
8.3.1 Généralités.....	9
8.3.2 Échantillonnage des matériaux pour les essais de laboratoire.....	9
8.3.3 Choix des méthodes d'essai de laboratoire.....	10
8.3.4 Conditions d'essai.....	10
8.3.5 Critères d'acceptation.....	10
9 Rapport de la méthode de sélection ou de qualification	10
Bibliographie	12

[ISO 15156-1:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/420d20ee-2027-4016-a207-d5a6bf0ec860/iso-15156-1-2020)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/420d20ee-2027-4016-a207-d5a6bf0ec860/iso-15156-1-2020>

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 www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 67, *Matériel, équipement et structures en mer pour les industries pétrolière, pétrochimique et du gaz naturel*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 12, *Matériel, équipement et structures en mer pour les industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel*, du Comité européen de normalisation (CEN) conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 15156-1:2015), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- nouvelles définitions pour «fissuration en milieu hydrogénant induite par couplage galvanique» (voir 3.14), «activité chimique» (voir 3.27) et «fugacité» (voir 3.28);
- ajout d'une description étendue des facteurs affectant la sensibilité des matériaux à la fissuration par l'H₂S. La description étendue inclut des recommandations spécifiques fournies à l'Annexe C de l'ISO 15156-2:2020 pour les systèmes en phase gazeuse utilisant la fugacité de l'H₂S (comme alternative à la pression partielle d'H₂S) et l'application de règles thermodynamiques non idéales pour les systèmes liquides sans phase gazeuse.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 15156 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 conséquences de la rupture soudaine des composants métalliques des champs de pétrole et de gaz, associée à leur exposition à des fluides de production contenant de l'hydrogène sulfuré (H₂S), ont conduit à l'élaboration de la première édition de la NACE MR0175. Cette norme a été publiée en 1975 par la National Association of Corrosion Engineers (Association nationale des ingénieurs en prévention de la corrosion), connue désormais sous l'appellation NACE International.

La première édition ainsi que les éditions suivantes de la NACE MR0175 ont établi des limites de pression partielle d'H₂S au-delà desquelles des mesures contre la fissuration sous contrainte par l'H₂S (SSC, Sulfide Stress Cracking) ont toujours été jugées nécessaires. Elles ont également fourni des recommandations concernant le choix et la spécification de matériaux résistant à ce type de fissuration lors du dépassement des seuils d'H₂S. Des éditions plus récentes de la NACE MR0175 ont également spécifié des limites de résistance pour certains alliages résistant à la corrosion, en termes de composition et de pH de milieu, de température et de pressions partielles d'H₂S.

La Fédération européenne de la corrosion (EFC, European Federation of Corrosion) a publié séparément la Publication EFC 16 en 1995 et la Publication EFC 17 en 1996. Ces documents sont généralement complémentaires de ceux de la NACE, bien que différents dans leur domaine d'application et leur contenu.

En 2003, la série de normes ISO 15156 et la NACE MR0175/ISO 15156 ont été publiées pour la première fois. Ces documents identiques sur le plan technique ont utilisé les sources susmentionnées pour spécifier des exigences et des recommandations concernant la qualification et le choix de matériaux destinés à être utilisés dans des environnements aqueux contenant de l'H₂S dans la production de pétrole et de gaz. Ils sont complétés par les méthodes d'essai de la NACE TM0177 et de la NACE TM0284.

La révision du présent document (ISO 15156-1) implique une consolidation de toutes les modifications apportées qui ont été approuvées et publiées dans la Circulaire technique 1, ISO 15156-1:2015/ Cir.1:2017, publiée par le secrétariat de l'Agence de Maintenance de la série ISO 15156 au DIN.

Les modifications ont été élaborées et approuvées par le vote des groupes représentatifs issus de l'industrie de production de pétrole et de gaz. La grande majorité de ces modifications sont issues des questions soulevées par les utilisateurs des documents. Une description du processus ayant permis l'approbation de ces modifications est disponible sur le site web de maintenance de la série ISO 15156, à l'adresse www.iso.org/iso15156maintenance.

Lorsque les experts de l'industrie de production de pétrole et de gaz les estiment nécessaires, les futures modifications provisoires devant être apportées au présent document seront traitées de la même manière et impliqueront des mises à jour provisoires du présent document qui se présenteront sous la forme de Rectificatifs techniques ou de Circulaires techniques. Il convient que les utilisateurs du présent document soient conscients que de tels documents peuvent exister et qu'ils peuvent avoir un impact sur la validité des références datées citées dans le présent document.

L'Agence de Maintenance de la série ISO 15156 au DIN, a été créée après son approbation par le Bureau de Gestion Technique de l'ISO, communiquée dans le document 34/2007. Ce document décrit la création de l'Agence, qui comprend des experts de la NACE, de l'EFC et de l'ISO/TC 67, ainsi que le processus d'approbation des amendements. Il est disponible sur le site web de maintenance de la série ISO 15156 et auprès du Secrétariat de l'ISO/TC 67. Ce site web permet également d'accéder aux documents associés qui fournissent plus de détails sur les activités de maintenance de la série ISO 15156.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 15156-1:2020

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/420d20ee-2027-4016-a207-d5a6bf0ec860/iso-15156-1-2020>

Industries du pétrole et du gaz naturel — Matériaux pour utilisation dans des environnements contenant de l'hydrogène sulfuré (H₂S) dans la production de pétrole et de gaz —

Partie 1: Principes généraux pour le choix des matériaux résistant à la fissuration

AVERTISSEMENT — Les matériaux métalliques choisis à l'aide du présent document résistent à la fissuration dans les conditions de service définies pour les environnements contenant de l'H₂S dans la production de pétrole et de gaz, mais ils ne sont pas nécessairement insensibles à la fissuration en toutes conditions de service. Il est de la responsabilité de l'utilisateur des équipements de choisir des matériaux appropriés au service voulu.

1 Domaine d'application

Le présent document décrit les principes généraux, spécifie des exigences et donne des recommandations concernant le choix et la qualification de matériaux métalliques destinés à être exposés à des environnements contenant de l'H₂S, dans les équipements utilisés dans la production de pétrole et de gaz ainsi que dans les installations de traitement du gaz naturel, où la rupture d'un équipement peut présenter un risque pour la santé et la sécurité du public et du personnel ou pour l'environnement. Il peut être appliqué pour aider à prévenir les dommages coûteux occasionnés par la corrosion aux équipements. Il complète, sans toutefois s'y substituer, les exigences concernant les matériaux des codes de construction, normes ou autres réglementations appropriées.

Le présent document traite de tous les mécanismes de fissuration pouvant être induits par l'H₂S, à savoir la fissuration sous contrainte par l'H₂S et/ou tout autre agent dépassivant, la décohésion interne et la fissuration en gradins, la décohésion interne sous contrainte, la fissuration des zones de plus faible dureté et la fissuration en milieu hydrogénéant induite par couplage galvanique.

Le [Tableau 1](#) donne une liste non exhaustive d'équipements relevant du domaine d'application du présent document et comprenant une liste d'équipements pouvant en être exclus.

Le présent document s'applique à la qualification et au choix des matériaux pour les équipements conçus et construits sur la base des méthodes de calcul sous charge contrôlée. Pour les conceptions effectuées sur la base de méthodes de calcul basées sur le niveau de déformation acceptable, voir l'[Article 5](#).

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

Tableau 1 — Liste des équipements

Le présent document s'applique aux matériaux utilisés avec les équipements suivants	Exclusions
Équipements de forage, de construction des puits et d'entretien des puits	Équipements exposés uniquement à des fluides de forage de composition contrôlée ^a Trépan Bloc d'obturation de puits (BOP, Blowout Preventer) ^b Systèmes de tubes prolongateurs de forage Colonnes de travail Câble et équipement de travail au câble ^c Tubes de cuvelage de surface et intermédiaires
Puits, y compris les équipements de subsurface, les équipements destinés à l'allègement au gaz (<i>gas lift</i>), les têtes de puits et les christmas trees	Pompes à tiges de pompage et tiges de pompage ^d Pompes submersibles électriques Autre équipement d'allègement artificiel Coins
Conduites, lignes de collecte, installations et unités de traitement sur sites de production	Installations de stockage et de traitement du pétrole brut fonctionnant à une pression absolue totale inférieure à 0,45 MPa (4,5 bar)
Matériel de traitement des eaux	Installations de traitement des eaux fonctionnant à une pression absolue totale inférieure à 0,45 MPa (4,5 bar) Matériel d'injection d'eau et de rejet d'eau
Installations de traitement du gaz naturel	—
Conduites de transport de liquides, gaz et fluides polyphasiques	Conduites de gaz conditionné pour un usage commercial général et domestique
Pour tous les équipements ci-dessus	Composants chargés uniquement par compression
<p>^a Voir l'ISO 15156-2:2020, A.2.3.2.3 pour plus d'informations.</p> <p>^b Voir l'ISO 15156-2:2020, A.2.3.2.1 pour plus d'informations.</p> <p>^c Les lubrificateurs des câbles et les dispositifs de liaison des lubrificateurs ne sont pas exclus.</p> <p>^d Pour les pompes à tiges de pompage et les tiges de pompage, se référer à la NACE MR0176.</p>	

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 15156-2, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Matériaux pour utilisation dans des environnements contenant de l'hydrogène sulfuré (H₂S) dans la production de pétrole et de gaz — Partie 2: Aciers au carbone et aciers faiblement alliés résistant à la fissuration, et utilisation de fontes*

ISO 15156-3, *Industries du pétrole et du gaz naturel — Matériaux pour utilisation dans des environnements contenant de l'hydrogène sulfuré (H₂S) dans la production de pétrole et de gaz — Partie 3: ARC (alliages résistant à la corrosion) et autres alliages résistant à la fissuration*

3 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 <http://www.electropedia.org/>

3.1

bloc d'obturation de puits

BOP

dispositif mécanique capable de confiner la pression, utilisé pour contrôler les fluides de puits et les fluides de forage lors des opérations de forage

3.2

brasage

assemblage de métaux par insertion entre ces métaux d'une mince couche fondue (d'épaisseur capillaire) d'un métal d'apport non ferreux et de point de fusion inférieur

3.3

acier au carbone

alliage de carbone et de fer contenant un pourcentage maximal de 2 % de fraction massique de carbone et de 1,65 % de fraction massique de manganèse ainsi que des quantités résiduelles d'autres éléments, à l'exception de ceux ajoutés délibérément en quantités spécifiques pour désoxydation (généralement du silicium et/ou de l'aluminium)

Note 1 à l'article: Les aciers au carbone utilisés dans l'industrie du pétrole contiennent généralement moins de 0,8 % de fraction massique de carbone.

3.4

christmas tree

équipement au niveau de la tête de puits permettant de contrôler la production ou l'injection de fluide

3.5

écrouissage

déformation plastique d'un métal dans des conditions de température et de vitesse de déformation entraînant un durcissement par déformation, s'effectuant généralement, mais non obligatoirement, à température ambiante

3.6

alliage résistant à la corrosion

CRA

alliage utilisé pour sa résistance à la corrosion, générale et localisée, dans des milieux pétroliers corrodant les *aciers au carbone* (3.3)

3.7

ferrite

phase cristalline cubique centrée d'alliages ferreux

3.8

acier ferritique

acier dont la *microstructure* (3.16) à température ambiante se compose essentiellement de *ferrite* (3.7)

3.9

dureté

résistance d'un métal à la déformation plastique, généralement mesurée à l'aide d'une empreinte

3.10

zone affectée thermiquement

ZAT

partie du métal de base qui n'est pas en fusion lors du brasage, du découpage ou du soudage, mais dont la *microstructure* (3.16) et les propriétés sont modifiées par l'énergie émise par ces différents procédés

3.11

traitement thermique

opérations de chauffage et de refroidissement d'un métal ou d'un alliage solide visant à obtenir les propriétés souhaitées

Note 1 à l'article: Le chauffage dans le seul but de procéder à une déformation à chaud n'est pas considéré comme un traitement thermique.

3.12

décohésion interne

HIC

fissuration dans le sens du laminage des aciers au carbone et des aciers faiblement alliés due à la recombinaison au voisinage de sites de piégeage d'hydrogène protonique en hydrogène moléculaire

Note 1 à l'article: La fissuration est due à la pressurisation des pièges par l'hydrogène. La formation de décohésions internes ne requiert l'application d'aucune contrainte extérieure. Les pièges pouvant engendrer une décohésion interne se rencontrent généralement dans les aciers présentant des niveaux élevés d'impureté et une densité élevée d'inclusions et/ou régions de *microstructure* (3.16) hétérogènes (par exemple structure en bandes), dues à la ségrégation des impuretés et des éléments d'alliage dans l'acier. Cette forme de fragilisation par l'hydrogène n'a aucun rapport avec le soudage.

3.13

fissuration en milieu hydrogénéant

HSC

fissuration due à la présence d'hydrogène dans un métal et à une contrainte de traction (résiduelle et/ou appliquée)

Note 1 à l'article: La fissuration sous contrainte par l'H₂S et la fissuration en milieu hydrogénéant induite par couplage galvanique sont des formes de fissuration en milieu hydrogénéant.

3.14

fissuration en milieu hydrogénéant induite par couplage galvanique **GHSC (Galvanically induced Hydrogen Stress Cracking)**

fissuration due à la présence d'hydrogène dans un métal, induite dans la cathode d'un couple galvanique, et à une contrainte de traction (résiduelle et/ou appliquée)

3.15

acier faiblement allié

acier dont la teneur totale en élément d'alliage ne dépasse pas 5 % de fraction massique environ mais est supérieure à celle définie pour l'*acier au carbone* (3.3)

3.16

microstructure

structure d'un métal observée par examen microscopique d'une éprouvette convenablement préparée

3.17

pression partielle

pression qu'exercerait un constituant individuel d'un gaz s'il occupait seul, à la même température, tout le volume offert au mélange

Note 1 à l'article: Pour un mélange de gaz parfaits, la pression partielle de chaque constituant est égale à la pression totale multipliée par sa fraction molaire dans le mélange, sa fraction molaire étant égale à la fraction volumique du constituant.

3.18

contrainte résiduelle

contrainte s'exerçant sur un composant non soumis à des forces extérieures ou à des gradients thermiques

3.19**fissuration des zones de plus faible dureté****SZC**

forme de fissuration sous contrainte par l' H_2S (SSC) pouvant se produire lorsqu'un acier comporte une «zone de plus faible dureté» correspondant localement à un matériau de faible limite d'élasticité

Note 1 à l'article: Sous l'effet des contraintes en service, les zones de plus faible dureté peuvent subir et accumuler une déformation plastique locale, ce qui augmente la sensibilité à la SSC d'un matériau qui, sans cela, aurait été résistant à ce type de rupture. Les zones de plus faible dureté sont généralement associées aux soudures des aciers au carbone (3.3).

3.20**service H_2S**

exposition à des milieux pétroliers contenant suffisamment d'hydrogène sulfuré (H_2S) pour engendrer la fissuration des matériaux par des mécanismes spécifiques

Note 1 à l'article: Ces mécanismes spécifiques sont traités dans le présent document.

3.21**fissuration en gradins****SWC**

fissuration qui relie les décohésions internes (HIC) présentes dans des plans adjacents d'un acier

Note 1 à l'article: L'expression «fissuration en gradins» décrit l'aspect de la fissure. La liaison entre les décohésions internes produisant la fissuration en gradins dépend de la déformation locale entre les fissures et de la fragilisation de l'acier environnant par l'hydrogène dissous. La HIC/SWC est généralement associée aux produits plats en acier à faible résistance mécanique utilisés dans la fabrication des tuyauteries et des appareils à pression.

(standards.iteh.ai)

3.22**corrosion fissurante sous contrainte** ISO 15156-1:2020**SCC**

fissuration d'un métal impliquant des processus anodiques de corrosion localisée et une contrainte de traction (résiduelle et/ou appliquée), en présence d'eau, d'hydrogène sulfuré (H_2S) et/ou d'halogénures

Note 1 à l'article: La présence de chlorures et/ou d'oxydants ainsi que d'une température élevée peut augmenter la sensibilité des métaux à ce mécanisme d'attaque.

3.23**décohésion interne sous contrainte****SOHIC**

empilement de petites décohésions internes (HIC) se développant perpendiculairement à la contrainte principale (résiduelle ou appliquée) et entraînant un faciès final en «échelle de perroquet», reliant les (parfois très petites) décohésions internes initiales

Note 1 à l'article: Ce mode de fissuration peut être défini comme une fissuration sous contrainte par l' H_2S (SSC) engendrée par une combinaison de contrainte externe et de déformation locale au niveau des HIC. La décohésion interne sous contrainte est donc liée à la fois à la SSC et à la HIC/SWC. Ce type de fissuration a été observé dans le métal de base de tuyauteries soudées longitudinalement et au niveau de la zone affectée thermiquement (3.10) des soudures dans des appareils à pression. La décohésion interne sous contrainte est en fait un phénomène relativement rare qui est généralement associé aux aciers ferritiques à faible résistance mécanique utilisés dans la fabrication de tuyauteries et d'appareils à pression.