NORME INTERNATIONALE

**ISO 17781**

Première édition
2017-07

# Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel — Méthodes d'essai pour le contrôle de la qualité de la microstructure des aciers inoxydables austénitiques/ferritiques (duplex)

*Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Test methods for quality control of microstructure of ferritic/austenitic (duplex) stainless steels*

Numéro de référence
ISO 17781:2017(F)

© ISO 2017



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

# Sommaire

Page

**Avant-propos** ..... **iv**
**Introduction** ..... **v**
**1 Domaine d'application** ..... **1**
**2 Références normatives** ..... **1**
**3 Termes, définitions et abréviations** ..... **2**
3.1 Termes et définitions ..... 2
3.2 Abréviations ..... 3
**4 Prélèvement des éprouvettes** ..... **4**
4.1 Généralités ..... 4
4.2 Blocs d'essai de pièces moulées ..... 5
4.3 Soudures à l'état brut de soudage ..... 6
**5 Méthodes d'essai** ..... **7**
5.1 Généralités ..... 7
5.2 Examen de la microstructure ..... 7
5.2.1 Généralités ..... 7
5.2.2 Préparation de l'éprouvette ..... 7
5.2.3 Attaque chimique des éprouvettes ..... 7
5.2.4 Examen de la microstructure des éprouvettes ..... 8
5.3 Mesure de la teneur en ferrite ..... 10
5.3.1 Norme et conditions d'essai ..... 10
5.3.2 Critères d'acceptation ..... 11
5.3.3 Établissement des rapports ..... 11
5.4 Essai de résistance au choc Charpy à entaille en V ..... 11
5.4.1 Norme et conditions d'essai ..... 11
5.4.2 Critères d'acceptation ..... 11
5.4.3 Établissement des rapports ..... 12
5.5 Essai de corrosion ..... 13
5.5.1 Norme et conditions d'essai ..... 13
5.5.2 Préparation des éprouvettes ..... 13
5.5.3 Critères d'acceptation ..... 13
5.5.4 Établissement des rapports ..... 13
**Annexe A** (informative) **Composition chimique des aciers inoxydables duplex** ..... **15**
**Annexe B** (informative) **Préparation et attaque chimique pour examen de la microstructure** ..... **17**
**Bibliographie** ..... **20**

© ISO 2017 – Tous droits réservés

# 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/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*

 © ISO 2017 – Tous droits réservés

# Introduction

Le présent document vise à établir des méthodes d'essai communes de contrôle de la qualité de la microstructure des aciers inoxydables (duplex) ferritiques/austénitiques dans l'industrie du pétrole et du gaz afin que les fabricants puissent appliquer les mêmes modes opératoires d'essai pour leurs clients.

Les aciers inoxydables duplex possèdent une microstructure à deux phases: la phase austénitique et la phase ferritique. Idéalement, ces deux phases sont présentes en proportions égales, bien que dans les alliages disponibles dans le commerce, la fraction volumique de la phase ferritique puisse varier entre 35 % et 65 % pour les éléments à l'état de recuit. Ces aciers se caractérisent par une teneur élevée en chrome (de 19 % à 33 %) et faible en nickel par rapport aux aciers inoxydables austénitiques.

Les aciers inoxydables duplex sont sujets aux précipitations de phases intermétalliques, de carbures et/ou de nitrures qui peuvent entraîner une fragilisation et une diminution de la résistance à la corrosion. La formation de phases intermétalliques de types Sigma, σ, et Chi, χ, est observée en fonction du temps d'exposition dans la plage de température comprise entre 590 °C et 1 000 °C (1 094 °F et 1 832 °F), et la décomposition de ferrite en Alpha Prime se produit dans la plage comprise entre 300 °C et 540 °C (572 °F et 1 004 °F).

La microstructure des composants ou des soudures de fabrication est impactée, entre autres, par l'historique thermomécanique associé à la déformation à chaud, au recuit de mise en solution et aux opérations ultérieures de fabrication et de soudage. Les méthodes d'essais destructifs et les critères d'acceptation spécifiés dans le présent document sont jugés pertinents pour vérifier que le temps d'exposition à des températures supérieures aux limites indiquées se situe dans des limites acceptables et pour s'assurer que la résistance à la corrosion et les propriétés mécaniques souhaitées soient obtenues dans les produits finis.

© ISO 2017 – Tous droits réservés

# Industries du pétrole, de la pétrochimie et du gaz naturel — Méthodes d'essai pour le contrôle de la qualité de la microstructure des aciers inoxydables austénitiques/ferritiques (duplex)

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les méthodes et les conditions d'essai de contrôle de la qualité pour caractériser la microstructure par rapport aux propriétés pertinentes des composants en acier inoxydable ferritique/austénitique (duplex) fournis à l'état recuit et les soudures de fabrication à l'état brut de soudage.

Le présent document complète les normes de fabrication du produit concerné par rapport aux méthodes d'essais destructifs, y compris le prélèvement des éprouvettes, les conditions d'essai et les critères d'acceptation des essais, pour démontrer l'absence de phases intermétalliques préjudiciables et de précipités dans les aciers inoxydables duplex. De plus, le présent document précise la documentation des essais et des résultats des essais par le laboratoire d'essai.

NOTE 1 Le présent document se fonde sur l'expérience acquise avec des aciers inoxydables duplex dans des applications de plates-formes d'extraction en mer de pétrole et de gaz, y compris dans le cadre d'un fonctionnement en milieu hydrocarbure sous-marin ou en surface ou en service dans l'eau de mer ou pour une utilisation structurelle.

NOTE 2 L'espacement austénitique est pertinent pour la sensibilité des aciers inoxydables duplex à la fissuration par contrainte induite par l'hydrogène (HISC) dans les applications sous-marines en présence d'une protection cathodique. Cela ne relève pas du domaine d'application du présent document. Cela relève du domaine d'application du DNV/GL RP-F112[4].

## 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).

ISO 148-1, *Matériaux métalliques — Essai de flexion par choc sur éprouvette Charpy — Partie 1: Méthode d'essai*

ISO 15614-1,[1] *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Épreuve de qualification d'un mode opératoire de soudage — Partie 1: Soudage à l'arc et aux gaz des aciers et soudage à l'arc du nickel et des alliages de nickel*

ASTM A 370, *Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products*

ASTM A 1058, *Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products — Metric*

ASTM A 1084, *Standard test method for detecting detrimental phases in lean duplex austenitic/ferritic stainless steels*

ASTM E 3, *Standard practice for preparation of metallographic specimens*

ASTM E 562, *Standard test method for determining volume fraction by systematic manual point count*

1) Pour les besoins du présent document, les documents suivants sont considérés comme équivalents : ASME Boiler and pressure vessel code, section IX Welding and brazing qualifications[2].

© ISO 2017 – Tous droits réservés

ASTM E 1245, *Standard practice for determining the inclusion or second-phase constituent content of metals by automatic image analysis*

ASTM G 48, *Standard test methods for pitting and crevice corrosion resistance of stainless steels and related alloys by use of ferric chloride solution*

## 3 Termes, définitions et abréviations

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:

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse http://www.electropedia.org/

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse http://www.iso.org/obp

NOTE Pour connaître les limites de composition chimique de chaque nuance d'acier inoxydable duplex, se référer aux normes de produit ou au numéro UNS approprié. Pour la composition chimique nominale des aciers inoxydables duplex et des groupements de différents types utilisés dans le présent document, se reporter à l'Annexe A.

### 3.1 Termes et définitions

**3.1.1**
**amas intermétallique à mi-épaisseur**
groupe de *phases intermétalliques* (3.1.4) alignées dans la mi-épaisseur en raison de la ségrégation des alliages

Note 1 à l'article: Elles peuvent être observées sous forme de précipités continus et discontinus.

**3.1.2**
**fabrication**
construction de structures ou d'équipements par des procédés de découpe, pliage et assemblage tels que le soudage, le rivetage, les fixations filetées ou d'autres méthodes d'assemblage

**3.1.3**
**acier ferritique/austénitique (duplex)**
*acier inoxydable* (3.1.8) ayant une fraction massique de chrome élevée (de 19 % à 33 %) avec ou sans addition de molybdène jusqu' à 5 %, et une fraction massique de nickel intermédiaire par rapport à celles des aciers inoxydables ferritiques et austénitiques

**3.1.4**
**phase intermétallique**
composé à l'état solide, contenant deux ou plusieurs éléments métalliques, dont la structure ordonnée diffère de celle de leurs constituants

Note 1 à l'article: Dans le cas de l'acier inoxydable duplex, les phases les plus importantes sont la phase-σ, la phase-χ et la phase-R.

**3.1.5**
**lot**
quantité finie de produits provenant de la même coulée (ou de la même fusion), des mêmes étapes de procédé de fabrication et de conditions identiques de traitement thermique

Note 1 à l'article: Pour les fours continus et semi-continus, il convient que la définition du lot soit conforme aux normes de produit applicables.


© ISO 2017 – Tous droits réservés

**3.1.6**
**précipité non métallique**
composés à l'état solide, contenant deux ou plusieurs éléments, dont la structure ordonnée diffère de celle de leurs constituants

Note 1 à l'article: Dans l'acier inoxydable duplex, les précipités non métalliques pertinents sont les carbures de chrome et les nitrures.

**3.1.7**
**indice de résistance à la corrosion par piqûres**
**PREN**
nombre qui indique la résistance de l'*acier inoxydable* (3.1.8) à la corrosion par piqûres, fondé sur la composition chimique et qui résulte de l'une des équations suivantes: PREN = % Cr + 3,3 % Mo + 16 % N ou PREN = % Cr + 3,3 × % (Mo + 0,5W) + 16 × % N (fraction massique)

Note 1 à l'article: Toutes les limites PREN sont des limites absolues basées sur l'analyse de la coulée. La valeur calculée ne doit pas être arrondie.

**3.1.8**
**acier inoxydable**
acier contenant une fraction massique de 10,5 % ou plus de chrome, et éventuellement d'autres éléments ajoutés pour obtenir des propriétés particulières

**3.1.9**
**duplex de type 20Cr Groupe A**
*aciers inoxydables* (3.1.8) ferritiques/austénitiques (24,0 ≤ PREN < 28,0)

**3.1.10**
**duplex de type 20Cr Groupe B**
*aciers inoxydables* (3.1.8) ferritiques/austénitiques (28,0 ≤ PREN < 30,0)

**3.1.11**
**duplex de type 22Cr**
*aciers inoxydables* (3.1.8) ferritiques/austénitiques [30,0 ≤ PREN < 40,0 et Cr ≥ 19 % (fraction massique)]

**3.1.12**
**duplex de type 25Cr**
*aciers inoxydables* (3.1.8) ferritiques/austénitiques (40,0 ≤ PREN < 48,0)

**3.1.13**
**duplex de type 27Cr**
*aciers inoxydables* (3.1.8) ferritiques/austénitiques [48,0 ≤ PREN ≤ 55,0 et Cr ≤ 33,0 % (fraction massique)]

## 3.2 Abréviations

Pour les besoins du présent document, les abréviations suivantes s'appliquent.

ASTM American Society for Testing and Materials

CVN Charpy V-notch (Charpy à entaille en V)

HIP comprimé par compression isostatique à chaud

NA non applicable

OD diamètre extérieur (outside diameter)

PREN indice de résistance à la corrosion par piqûres

© ISO 2017 – Tous droits réservés