

---

---

**Détermination de la résistance  
à la corrosion intergranulaire des aciers  
inoxydables —**

**Partie 2:**

Aciers inoxydables ferritiques, austénitiques et  
austéno-ferritiques (duplex) — Essais de  
corrosion en milieux contenant de l'acide  
sulfurique

*ISO 3651-2:1998*  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed9b07629164/iso-3651-2-1998>  
*Determination of resistance to intergranular corrosion of stainless steels —  
Part 2: Ferritic, austenitic and ferritic-austenitic (duplex) stainless steels —  
Corrosion test in media containing sulfuric acid*



<b>Sommaire</b>		<b>Page</b>
<b>1</b>	Domaine d'application .....	<b>1</b>
<b>2</b>	Objectif de l'essai .....	<b>1</b>
<b>2.1</b>	Vérification de la résistance intrinsèque de l'acier à la corrosion intergranulaire .....	<b>1</b>
<b>2.2</b>	Contrôle de l'efficacité du traitement d'hypertrempe .....	<b>2</b>
<b>3</b>	Traitement de sensibilisation .....	<b>2</b>
<b>3.1</b>	Traitement thermique de sensibilisation .....	<b>2</b>
<b>3.2</b>	Sensibilisation par soudage .....	<b>2</b>
<b>4</b>	Essai de corrosion .....	<b>2</b>
<b>4.1</b>	Principe .....	<b>2</b>
<b>4.2</b>	Éprouvettes .....	<b>3</b>
<b>4.3</b>	Préparation des éprouvettes .....	<b>5</b>
<b>5</b>	Appareillage .....	<b>5</b>
<b>6</b>	Méthodes d'essai .....	<b>6</b>
<b>6.1</b>	Méthode A .....	<b>6</b>
<b>6.2</b>	Méthode B .....	<b>6</b>
<b>6.3</b>	Méthode C .....	<b>7</b>
<b>6.4</b>	Essai de pliage .....	<b>7</b>
<b>7</b>	Évaluation .....	<b>8</b>
<b>8</b>	Rapport d'essai .....	<b>8</b>
<b>Annexe A</b> (informative) Exemples d'application .....		<b>9</b>
<b>Annexe B</b> (informative) Comparaison entre la présente partie de l'ISO 3651 et les normes nationales habituellement utilisées .....		<b>10</b>

iTeH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 3651-2:1998  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sis/16fc0e9b-9f59-4eb4-8c33-ed9b07629164/iso-3651-2-1998>

© ISO 1998

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse  
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

## 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 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.

La Norme internationale ISO 3651-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*, sous-comité SC 7, *Méthodes d'essais (autres que les essais mécaniques et les analyses chimiques)*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 3651-2:1976), dont elle constitue une révision technique.

L'ISO 3651 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Détermination de la résistance à la corrosion intergranulaire des aciers inoxydables*:

- *Partie 1: Aciers inoxydables austénitiques et austéno-ferritiques (duplex) — Essai de corrosion en milieu acide nitrique par mesurage de la perte de masse (essai de Huey)*
- *Partie 2: Aciers inoxydables ferritiques, austénitiques et austéno-ferritiques (duplex) — Essais de corrosion en milieux contenant de l'acide sulfurique*

Les annexes A et B de la présente partie de l'ISO 3651 sont données uniquement à titre d'information.

## Introduction

L'expression «essai de corrosion intergranulaire» désigne un essai de corrosion effectué par attaque préférentielle des joints de grains.

Les aciers inoxydables ferritiques, austénitiques et austéno-ferritiques (duplex) maintenus à une température comprise entre 500 °C et 1 000 °C peuvent être soumis à ce genre d'attaque. Le cycle thermique correspondant, qui peut provoquer une sensibilisation à la corrosion intergranulaire, peut intervenir lors d'une transformation à chaud (forgeage ou laminage), par suite d'une hypertrempe incorrecte ou durant le soudage.

NOTE — Dans le domaine d'application de cet essai, la corrosion intergranulaire peut être liée à la présence, le long des joints de grains, d'une zone déchromée résultant de la précipitation de carbures de chrome, de la phase sigma ou d'autres phases intermétalliques.

ITEH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 3651-2:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16fc0e9b-9f59-4eb4-8c33-ed9b07629164/iso-3651-2-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16fc0e9b-9f59-4eb4-8c33-ed9b07629164/iso-3651-2-1998>

# Détermination de la résistance à la corrosion intergranulaire des aciers inoxydables —

## Partie 2:

### Aciers inoxydables ferritiques, austénitiques et austéno-ferritiques (duplex) — Essais de corrosion en milieux contenant de l'acide sulfurique

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 3651 spécifie des méthodes d'essai pour déterminer la résistance à la corrosion intergranulaire des aciers inoxydables ferritiques, austénitiques et austéno-ferritiques (duplex) en milieux contenant de l'acide sulfurique. Elle spécifie également les objectifs qui peuvent être assignés à l'essai. Les méthodes d'essai en question sont les suivantes:

- **méthode A:** essai en milieu sulfate de cuivre/acide sulfurique à 16 % (essai de Monypenny Strauss);
- **méthode B:** essai en milieu sulfate de cuivre/acide sulfurique à 35 %;
- **méthode C:** essai en milieu sulfate de fer/acide sulfurique à 40 %.

Les méthodes sont applicables aux aciers inoxydables livrés sous forme de produits moulés, laminés ou forgés, et de tubes, destinés à être utilisés dans un milieu acide faiblement oxydant (par exemple acide sulfurique ou acide phosphorique).

La méthode A, B ou C à utiliser doit faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées si elle n'est pas spécifiée dans la norme de produit.

L'annexe A donne des exemples d'application de ces trois méthodes aux aciers inoxydables.

NOTE — Il est important de noter que le résultat de l'essai de corrosion n'est strictement valable que pour le milieu corrosif utilisé dans l'essai. Il constitue une base d'estimation de la résistance à la corrosion intergranulaire, mais ne peut pas servir à vérifier la résistance à d'autres formes de corrosion (corrosion générale, corrosion par piqûres, corrosion sous contrainte, etc.). L'utilisateur devra nécessairement adapter l'essai de corrosion spécifié à l'usage qu'il désire faire de l'acier. Il ne faut en aucun cas considérer ces essais comme des critères absolus de la qualité du métal.

#### 2 Objectif de l'essai

Le présent essai de corrosion intergranulaire peut avoir l'un des objectifs énoncés en 2.1 et 2.2.

##### 2.1 Vérification de la résistance intrinsèque de l'acier à la corrosion intergranulaire

Cette vérification s'applique aux aciers à bas carbone ( $C \leq 0,03 \%$ ) et aux aciers stabilisés spécialement élaborés pour résister à la corrosion intergranulaire. Le métal est contrôlé après avoir subi un traitement de sensibilisation qui peut être un traitement thermique ou une sensibilisation par soudage (voir 3).

## 2.2 Contrôle de l'efficacité du traitement d'hypertrempe

Ce contrôle ne s'effectue que sur les produits minces dont la vitesse de refroidissement peut être rendue suffisamment rapide. Il n'a d'intérêt que pour les aciers non définis en 2.1. Le métal est contrôlé à l'état de livraison à l'utilisateur, sans traitement de sensibilisation.

## 3 Traitement de sensibilisation

### 3.1 Traitement thermique de sensibilisation

Pour pouvoir vérifier la résistance intrinsèque à la corrosion intergranulaire (voir 2.1), un traitement thermique de sensibilisation doit être effectué pour les aciers stabilisés et les aciers à basse teneur en carbone.

Ce traitement de sensibilisation peut se faire par:

- T1: maintien de l'éprouvette durant 30 min à une température de  $700\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ , suivi d'un refroidissement à l'eau; ou
- T2: maintien de l'éprouvette durant 10 min à une température de  $650\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ , suivi d'un refroidissement à l'eau.

Les traitements définis ci-dessus ne s'appliquent qu'aux aciers austénitiques et duplex.

Le type de traitement thermique de sensibilisation doit être défini dans la norme de produit ou dans la commande. S'il n'est pas spécifié, le traitement T1 doit être appliqué.

[ISO 3651-2:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16fc0e9b-9f59-4eb4-8c33-ed9b07629164/iso-3651-2-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16fc0e9b-9f59-4eb4-8c33-ed9b07629164/iso-3651-2-1998>

### 3.2 Sensibilisation par soudage

La sensibilisation par préparation d'éprouvettes soudées peut être utilisée en variante du traitement décrit en 3.1 par accord entre les parties intéressées. Les éprouvettes qui ne sont pas hypertrempées après soudage doivent être essayées à l'état brut de soudage. Aucun traitement thermique de sensibilisation ne doit être effectué en complément.

La sensibilisation par soudage s'applique à tous les aciers austénitiques couverts par la présente partie de l'ISO 3651.

## 4 Essai de corrosion

### 4.1 Principe

Une éprouvette préparée de la manière indiquée en 4.2 et 4.3 est immergée pendant une durée spécifiée dans la solution correspondant à la méthode A, B ou C (voir 5.3). Cette éprouvette est ensuite soumise à un essai de pliage. Après pliage, la surface convexe de l'éprouvette est examinée pour y détecter les fissures éventuelles causées par la corrosion intergranulaire.

Pour les tubes de faible diamètre (inférieur ou égal à 60 mm) un essai d'aplatissement peut remplacer l'essai de pliage (le diamètre du tube doit être compatible avec l'ouverture du récipient contenant la solution).

## 4.2 Éprouvettes

### 4.2.1 Dimensions

L'éprouvette doit avoir une surface totale comprise entre 15 cm<sup>2</sup> et 35 cm<sup>2</sup>. Pour les tôles ayant une épaisseur supérieure à 6 mm, l'éprouvette doit avoir une épaisseur maximale de 6 mm et conserver l'une des faces laminées de la tôle.

Les éprouvettes doivent être prélevées dans le produit tel que défini dans la norme de produit. En cas de litige, on doit, dans la mesure du possible, utiliser une éprouvette plate ayant les dimensions suivantes, choisies en fonction de l'appareillage de pliage disponible:

- épaisseur comprise entre 2 mm et 6 mm;
- largeur d'au moins 10 mm;
- longueur d'au moins 50 mm.

### 4.2.2 Éprouvettes soudées

Les éprouvettes soudées sont confectionnées de la manière suivante.

Lorsqu'il s'agit de produits plats, souder ensemble deux pièces d'environ 100 mm de long et d'environ 50 mm de large et y découper une éprouvette conforme à la figure 1.

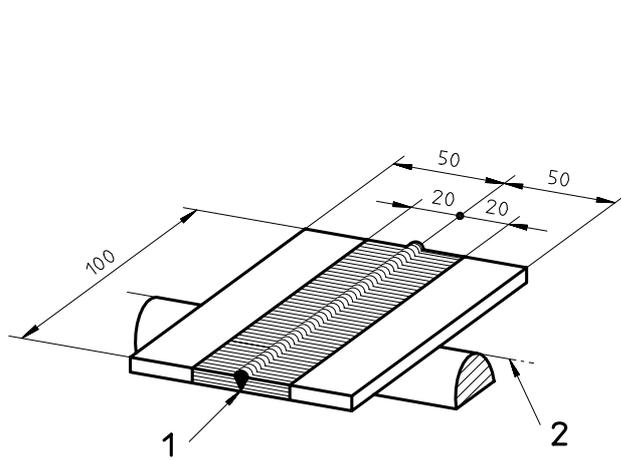
Lorsqu'il s'agit de tubes à souder circulaire, découper l'éprouvette de la manière indiquée à la figure 2.

Lorsque quatre pièces sont soudées ensemble pour former une soudure en croix, le premier cordon de soudure doit être déposé dans le sens longitudinal de l'éprouvette de la manière indiquée à la figure 3.

Si le matériau a une épaisseur supérieure à 6 mm, l'éprouvette doit être usinée à partir d'une des faces, jusqu'à l'obtention d'une épaisseur de 6 mm. La face retenue doit former le côté convexe de l'éprouvette après pliage.

Lorsque les tubes soudés ont un diamètre extérieur supérieur à 60 mm, les éprouvettes préparées de la manière indiquée à la figure 4 doivent avoir au moins 50 mm de longueur et au moins 20 mm de largeur.

Lorsque les tubes soudés ont un diamètre extérieur inférieur ou égal à 60 mm, l'éprouvette doit correspondre à la totalité de la section du tube et doit être soumise à un essai d'aplatissement (voir 6.4).

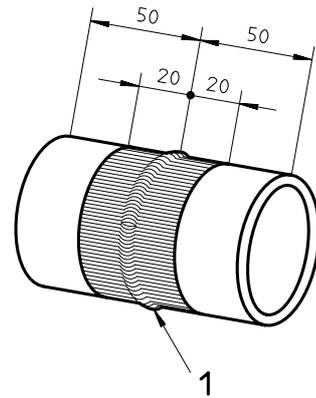


**Légende**

- 1 Soudure
- 2 Axe du mandrin de pliage

**Figure 1 — Éprouvette pour essai des tôles et bandes à joint soudé bout à bout**

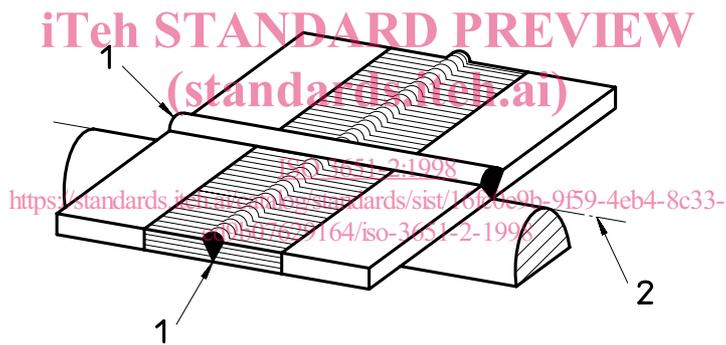
Dimensions en millimètres



**Légende**

- 1 Soudure

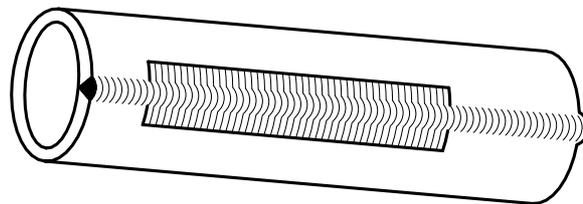
**Figure 2 — Éprouvette pour essai des tubes à joint soudé bout à bout**



**Légende**

- 1 Soudure
- 2 Axe du mandrin de pliage

**Figure 3 — Éprouvette pour essai des tôles et feuillets à joint soudé en croix**



**Figure 4 — Éprouvette pour essai de la soudure longitudinale des tubes soudés**

### 4.3 Préparation des éprouvettes

L'éprouvette doit être préparée de la manière spécifiée en 4.3.1 ou 4.3.2, avec traitement de sensibilisation ou non, en fonction de l'objectif de l'essai (voir 2). Sauf indication contraire dans la commande, la méthode de préparation doit être laissée à la discrétion du fabricant et doit être consignée dans le rapport d'essai.

#### 4.3.1 Préparation mécanique

L'éprouvette doit être décalaminée par polissage mécanique, dans le plan longitudinal, de toutes ses faces à l'aide d'un papier ou d'un tissu abrasif, exempt de fer, de qualité 120 ou plus fin.

Une surchauffe de l'éprouvette doit être évitée.

#### 4.3.2 Préparation chimique

Pour avoir une surface exempte d'oxydes sans traitement mécanique préalable, l'éprouvette doit être décalaminée, durant moins d'une heure, soit dans une solution formée de 50 volumes d'acide chlorhydrique ( $\rho_{20} = 1,19$  g/ml), 5 volumes d'acide nitrique ( $\rho_{20} = 1,40$  g/ml) et 50 volumes d'eau à une température de 50 °C à 60 °C, soit dans une solution formée de 50 volumes d'acide chlorhydrique et de 50 volumes d'eau à température ambiante.

Dans le cas d'une préparation chimique, on doit vérifier à l'avance que ce traitement n'induit pas lui-même de corrosion intergranulaire. Il est recommandé que cela soit réalisé par un examen micrographique d'échantillons de chaque nuance d'acier contrôlée.

ISO 3651-2:1998

#### 4.3.3 Dégraissage

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/16fc0e9b-9f59-4eb4-8c33-ed9b07629164/iso-3651-2-1998>

L'éprouvette doit être dégraissée à l'aide d'un agent approprié non chloré, rincée et séchée avant d'être placée dans la solution corrosive.

## 5 Appareillage

**5.1 Un Erlenmeyer**, d'une capacité de 1 l, ou un autre flacon de capacité appropriée, équipé d'un condenseur d'Allihn à quatre boules au minimum.

**5.2 Un support d'éprouvette**, généralement en verre, pour la méthode C.

**5.3 Un dispositif de chauffage**, pour maintenir la solution en ébullition.