
**Corrosion des métaux et alliages —
Essai de corrosion accéléré pour
la détermination de la sensibilité à
la corrosion intergranulaire des aciers
inoxydables austénitiques**

*Corrosion of metals and alloys — Accelerated corrosion test for
intergranular corrosion susceptibility of austenitic stainless steels*
(standards.iteh.ai)

ISO 21610:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f8122d64-7259-44e7-b624-239799c737a6/iso-21610-2009>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 21610:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f8122d64-7259-44e7-b624-239799c737a6/iso-21610-2009>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2009

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 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	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Éprouvettes	1
5 Méthodes d'essai.....	7
6 Évaluation de la corrosion intergranulaire	8
7 Rapport d'essai.....	11
Annexe A (informative) Tailles d'éprouvettes normalisées recommandées et modes opératoires de nettoyage par voies chimique et électrolytique recommandés pour l'élimination des produits de corrosion	12
Bibliographie.....	15

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 21610:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f8122d64-7259-44e7-b624-239799c737a6/iso-21610-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f8122d64-7259-44e7-b624-239799c737a6/iso-21610-2009>

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'attention est appelée 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.

L'ISO 21610 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 156, *Corrosion des métaux et alliages*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 21610:2009
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f8122d64-7259-44e7-b624-239799c737a6/iso-21610-2009>

Corrosion des métaux et alliages — Essai de corrosion accéléré pour la détermination de la sensibilité à la corrosion intergranulaire des aciers inoxydables austénitiques

1 Domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale spécifie des méthodes d'essai accéléré pour la détermination de la sensibilité à la corrosion intergranulaire des aciers inoxydables austénitiques. Les méthodes spécifiées dans la présente Norme internationale donnent des résultats identiques à ceux obtenus en utilisant l'ISO 3651-1 et l'ISO 3651-2 mais, pour l'essai de corrosion accéléré, la période d'essai est plus courte.

1.2 La présente Norme internationale s'applique aux essais réalisés sur différents types de métaux, y compris les métaux laminés à deux couches, les assemblages soudés, les métaux d'apport et les métaux provenant des cordons de soudure.

1.3 Deux méthodes d'essai sont spécifiées:

- méthode A: essai de corrosion dans une solution à base de sulfate de cuivre et d'acide sulfurique concentré en présence de cuivre métallique,
- méthode B: essai de corrosion dans une solution à base de sulfate de cuivre, d'acide sulfurique et de fluorure de cuivre en présence de cuivre métallique.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 3651 (toutes les parties), *Détermination de la résistance à la corrosion intergranulaire des aciers inoxydables*

ISO 8044, *Corrosion des métaux et alliages — Termes principaux et définitions*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 8044 s'appliquent.

4 Éprouvettes

4.1 Les éprouvettes peuvent être prélevées:

- en tout point situé sur les tôles d'acier d'une largeur égale ou inférieure à 10 mm, ou sur une bande ou un fil,
- dans la zone de l'axe (dans la direction longitudinale) des métaux laminés (métaux laminés sous forme de segment et métaux laminés profilés avec section transversale ronde, carrée ou hexagonale),

- en tout point approprié pour les autres types de métaux laminés,
- dans la zone de l'axe (dans la direction longitudinale ou la section transversale) des tubes échantillons,
- en tout point approprié pour les tubes,
- dans le corps du matériau ou dans le matériau issu du forgeage, ou
- dans les rainures des pièces moulées ou dans des éprouvettes spécialement moulées.

4.2 Il convient que les éprouvettes soient produites à partir de différents types d'échantillons, comme indiqué dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Types d'éprouvettes

Types d'échantillon	Éprouvettes
Tôles en acier, bande, fil, section laminée ou métal laminé profilé, tubes échantillons, pièces forgées, pièces moulées, métal provenant d'un joint de soudure	Plates (voir Tableau 2)
Cylindrique dont le diamètre est supérieur ou égal à 10 mm	Cylindriques (voir Tableau 2)
Tubes	Plates, segments, anneaux ($D > h$), tubulaire ($D < h$) (voir Tableau 2), où D est le diamètre extérieur et h est la hauteur

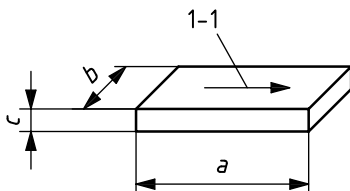
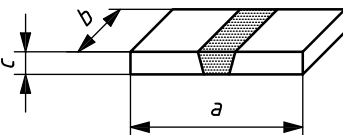
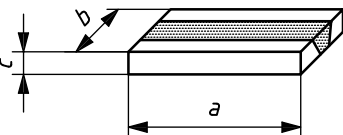
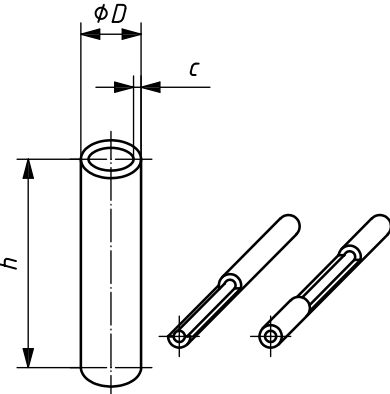
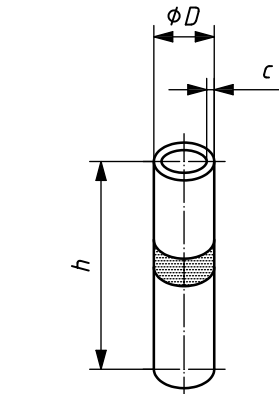
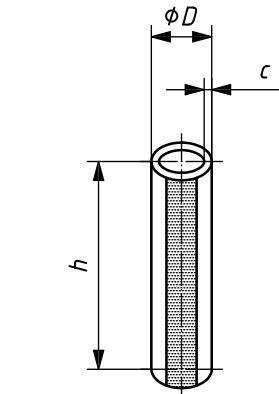
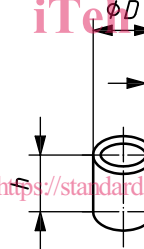
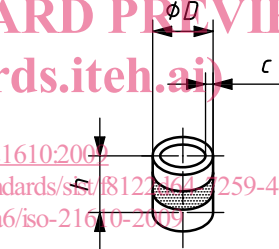
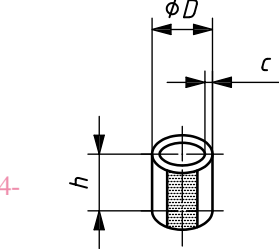
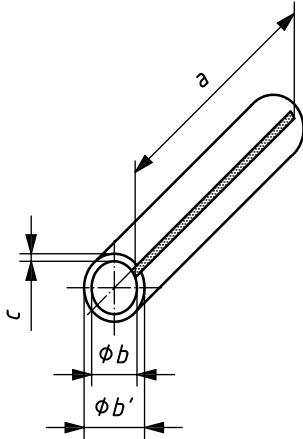
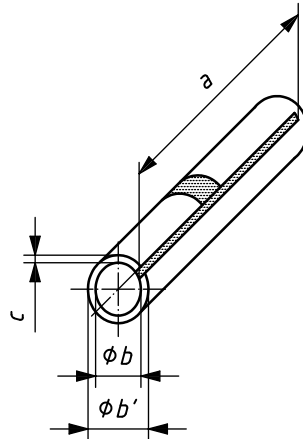
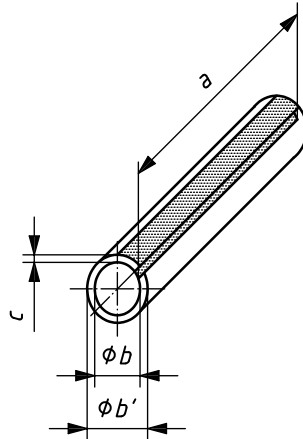
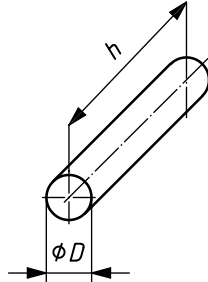
ITeH STANDARD PREVIEW

Il est permis:

(standards.iteh.ai)

- de soumettre les anneaux et les échantillons tubulaires dont l'épaisseur de paroi spécifiée est supérieure ou égale à 1,5 mm à un procédé d'alésage, de dressage ou de planage puis au découpage ultérieur de leurs sections latérales pour obtenir des éprouvettes plates,
- de pratiquer une incision dans la paroi d'une éprouvette tubulaire sur la moitié de sa circonférence en partant de l'une de ses extrémités ou sur la moitié de sa longueur totale, en partant du milieu (voir Tableau 2), et
- de fabriquer des éprouvettes à partir de tôle plaquée laminée ou de tubes bimétalliques de la même façon que pour les produits en tôle plate et les tubes ordinaires, respectivement (les éprouvettes peuvent être produites à partir de la couche de base après élimination de l'autre couche et de la zone d'interface par usinage).

Tableau 2 — Types d'éprouvettes

Type d'éprouvette	Éprouvette sans soudage	Éprouvette avec soudage	
		Type 1	Type 2
Plat			
Tubulaire			
Anneau			
Segment			
Cylindrique			

STANDARD PREVIEW
 (standards.iteh.ai)
 ISO 21610:2009
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sis/8122864-2259-44e7-b624-239799c737a6/iso-21610-2009>

4.3 Pour pouvoir repérer des fissures, il convient que la taille des éprouvettes permette:

- a) de courber à un angle de $(90 \pm 3)^\circ$ les éprouvettes dont le diamètre ne dépasse pas 5 mm qu'elles soient plates, cylindriques ou sous forme de segment ainsi que les éprouvettes tubulaires dont le diamètre ne dépasse pas 5 mm;
- b) d'aplanir et de donner une forme conique aux éprouvettes tubulaires et annulaires dont le diamètre est supérieur à 5 mm;
- c) d'examiner la surface de la courbure dans une section dont l'épaisseur est suffisante pour permettre une reconnaissance fiable des fissures intercrystallines.

4.4 Les éprouvettes présentant l'épaisseur requise sont produites par usinage à partir de témoins.

- a) S'agissant de plaques métalliques, il convient que les éprouvettes soient prélevées du même côté; si l'un des côtés de la plaque a été traité, il convient que l'éprouvette soit prélevée du côté traité.
- b) S'agissant de métaux laminés (partie laminée et profilée), forgeages, moulages et tubes échantillons, il convient que les éprouvettes proviennent d'une surface adaptée.
- c) S'agissant de tubes déformés à chaud ou à froid, il convient que les éprouvettes proviennent du côté extérieur.
- d) S'agissant de tubes laminés à chaud, il convient que les éprouvettes proviennent de la surface extérieure ou de la surface intérieure.
- e) S'agissant de tubes ayant été exposés à des conditions réelles d'exploitation, il convient que l'éprouvette provienne du côté ayant été exposé aux conditions d'utilisation.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

4.5 Il convient que les types d'éprouvettes suivants soient produits à partir d'assemblages soudés (voir Tableau 2).

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f8122d64-7259-44e7-b624-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f8122d64-7259-44e7-b624-239799c737a6/iso-21610-2009)

[239799c737a6/iso-21610-2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f8122d64-7259-44e7-b624-239799c737a6/iso-21610-2009)

- Il convient que les éprouvettes plates de type 1 ou 2 soient produites à partir des soudures de jointure d'une tôle ou d'un segment d'un métal laminé profilé, de pièces forgées et moulées.
- Il convient que les éprouvettes de type 2, qu'elles soient tubulaires, annulaires ou sous forme de segment, soient produites à partir de tubes soudés à l'arc électrique.
- Il convient que les éprouvettes de type 1, qu'elles soient tubulaires, annulaires ou sous forme de segment, soient produites à partir d'assemblages soudés en forme d'anneau sur des tubes.
- Il convient que les éprouvettes plates de type 1 ou 2, les éprouvettes tubulaires, annulaires ou sous forme de segment de type 1 soient produites à partir d'assemblages soudés sur des tubes à deux couches.

4.6 Pour les éprouvettes soudées (Tableau 2, types 1 et 2), il convient que le métal apport au niveau du cordon de soudure soit éliminé par usinage, sur 1 mm d'épaisseur au maximum.

Il convient que l'épaisseur désirée de l'éprouvette soit obtenue par usinage, et que le métal soit retiré du côté n'ayant pas été en contact avec le milieu corrosif. Si l'on ignore quel côté se trouvait en contact avec le milieu corrosif, il convient d'effectuer l'usinage du côté où le métal du cordon de soudure a été exposé à une chaleur moins forte lors du soudage.

Il convient que l'épaisseur de la paroi des éprouvettes tubulaires soudées soit réduite conformément à 4.4.

4.7 Il convient que les électrodes enrobées, les fils et bandes d'apport soient vérifiés au moyen d'essais réalisés sur des métaux d'apport ou des métaux provenant des cordons de soudure produits dans ces matériaux.

Il convient que les métaux d'apport soient soumis à essai en utilisant des éprouvettes plates (voir Tableau 2). Il convient que les éprouvettes soient découpées dans des dépôts multicouches réalisés à partir de matériaux de soudage contrôlés (les couches inférieures des dépôts qui ne sont pas utilisées pour la production des éprouvettes peuvent être fabriquées à partir de matériaux différents de composition chimique similaire). Lorsque la composition chimique de la plaque sur laquelle le métal est déposé est similaire à celle du métal d'apport, le nombre de couches inférieures, qu'il convient d'éviter pour la production d'éprouvettes, peut être réduit à trois.

Il convient de soumettre à essai les métaux provenant des cordons de soudure en utilisant des éprouvettes plates découpées dans les couches supérieures du cordon multicouches de l'assemblage soudé vérifié. Il convient que l'épaisseur du cordon, dans la zone où l'éprouvette a été découpée, soit supérieure ou égale à 15 mm. Il convient que les plaques utilisées pour l'assemblage soudé soient en acier de composition chimique similaire au métal d'apport.

Lorsque des plaques de faible épaisseur sont utilisées pour fournir l'épaisseur désirée du cordon de soudure, un support de soudure spécial peut être utilisé, produit à partir d'un acier dont la composition chimique est la même que celle de la plaque. (Lorsque des ajouts préliminaires doivent être effectués sur les rives des plaques de faible épaisseur, il convient qu'ils soient effectués sur la surface totale du support de soudure.)

Il convient de soumettre à essai le métal du cordon de soudure en utilisant des éprouvettes plates soudées (voir Tableau 2, types 1 et 2), produites à partir d'assemblages soudés témoins en acier résistant à la corrosion intergranulaire, et en utilisant de préférence des matériaux de remplissage destinés spécifiquement au soudage de l'acier en question.

4.8 Les tailles recommandées d'éprouvettes sont indiquées à l'Annexe A. Cependant, l'utilisation d'éprouvettes de tailles différentes est également admise.

4.9 Pour soumettre à essai des tôles, des tubes, des segments métalliques, des fils et des bandes, il convient de produire un jeu d'au moins deux d'éprouvettes.

Il convient de produire au moins quatre éprouvettes (deux d'entre elles devant servir de référence) à partir de chaque forgeage, moulage et ensembles soudés pour tous les types d'acier et alliages concernés.

Il convient de courber les éprouvettes témoin à un angle de $(90 \pm 3)^\circ$ et de ne pas les exposer à la solution d'essai en ébullition. S'il est nécessaire de vérifier les éprouvettes des deux côtés, il convient qu'elles soient courbées en forme de Z.

4.10 Traitement de sensibilisation

4.10.1 Aciers non stabilisés

Il convient de soumettre à essai les aciers non stabilisés en utilisant des éprouvettes dans l'état brut de livraison à condition qu'ils ne contiennent ni titane ni niobium, qu'ils aient une teneur maximale spécifiée en carbone supérieure à 0,030 %, et soient utilisés dans l'état brut de livraison, sauf indications contraires dans la documentation technique associée.

4.10.2 Aciers stabilisés

4.10.2.1 Il convient de soumettre à essai les aciers stabilisés et alliages contenant du titane ou du niobium dont les teneurs maximales en carbone spécifiées ne dépassent pas 0,030 %, à condition d'être utilisés à l'état brut de livraison, au moyen d'éprouvettes en métal prélevées sur la ligne de production puis soumises à un traitement thermique jusqu'à $(700 \pm 10)^\circ\text{C}$ pendant 30 min, suivi d'un refroidissement à l'eau (voir l'ISO 3651-1 et l'ISO 3651-2).

Avec l'accord du client, un traitement thermique de sensibilisation différent peut être effectué.

Les échantillons dont proviennent les éprouvettes ou les éprouvettes elles-mêmes peuvent subir un traitement thermique de sensibilisation.

Si l'interprétation des résultats d'essai fait apparaître des incohérences, il convient de soumettre les échantillons à une procédure de traitement thermique de sensibilisation. Pour ce faire, il convient de placer des échantillons dégraissés dans un four préchauffé à la température de sensibilisation.

4.10.2.2 Il convient de soumettre à essai les aciers devant être utilisés à l'état écroui ou semi-écroui en utilisant des éprouvettes n'ayant pas subi un traitement thermique de sensibilisation.

4.10.2.3 Pour les usines qui fabriquent des assemblages soudés, les éprouvettes issues d'ensembles soudés peuvent être utilisées sans traitement thermique de sensibilisation à condition d'avoir maîtrisé correctement les conditions de soudage.

4.10.2.4 Lorsque les aciers et les alliages doivent être soumis à essai après un traitement thermique répété, différent du traitement thermique de sensibilisation, il convient que l'essai soit réalisé conformément au présent paragraphe (4.10), comme s'il s'agissait d'un nouveau lot de métal.

4.10.2.5 Dans les cas où, lors de la fabrication d'un élément, les cordons de soudure témoins sont soumis à des traitements thermiques pouvant influencer sur leurs propriétés, il convient que les éprouvettes soient traitées dans des conditions similaires.

4.10.2.6 Il convient que la calamine, qui se forme à la surface de l'éprouvette d'essai lors des traitements thermiques de sensibilisation ou de solidification, soit éliminée par attaque chimique ou électrochimique, ou par un procédé mécanique avant le meulage et le polissage. Il convient que la profondeur de tout traitement de surface ne dépasse pas 1 mm.

Il convient que la gravure chimique soit effectuée dans la solution suivante:

— (620 ± 3) ml de HNO₃ ($\rho_{20} = 1,35$ g/ml);

— (76,0 ± 0,1) g de NH₄F;

— eau (300 ± 3) ml;

— température (20 ± 5) °C;

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 21610:2009
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f8122d64-7259-44e7-b624-239799c737a6/iso-21610-2009>

ou par électrolyse comme suit:

— (34 ± 1) ml d'acide orthophosphorique ($\rho_{20} = 1,68$ g/ml);

— (11 ± 1) ml de HNO₃ ($\rho_{20} = 1,35$ g/ml);

— eau (955 ± 3) ml;

— température 40 °C à 50 °C;

— densité de courant $0,5 \times 10^4$ A·m⁻² à $0,6 \times 10^4$ A·m⁻².

Il convient que l'éprouvette soit gravée de manière à éliminer complètement la calamine. Ensuite, il convient de rincer soigneusement les éprouvettes à l'eau.

D'autres solutions ou régimes de gravure peuvent être utilisés pour le décalaminage s'ils permettent l'élimination totale de la calamine, et, pour les aciers résistants à la corrosion intergranulaire, s'ils permettent également d'éviter une gravure préférentielle sur les limites de grains et la corrosion par piqûres.

Si l'interprétation des résultats d'essai fait apparaître des incohérences, il convient que la gravure soit effectuée uniquement avec les solutions spécifiées plus haut.

4.11 Il convient que la rugosité des surfaces vérifiées des éprouvettes ne dépasse pas 0,8 µm, et que la finition requise soit obtenue par polissage ou meulage. Il convient d'éviter toute surchauffe de la surface.

Il convient que les éprouvettes provenant de tubes soumis à une déformation à chaud ou à froid, de produits métalliques étirés ou laminés à froid, ou de produits métalliques ayant subi des traitements de surface spécifiques, ne soient pas soumises au polissage ou au meulage sauf si cela est stipulé dans la documentation technique.

4.12 Il convient que les éprouvettes soient marquées avant essai. Il convient que les marques d'identification soient appliquées par usinage au moyen d'une décharge électrique ou par estampage du matériau fragile sur l'une des extrémités de l'éprouvette ou les deux, à une distance de 5 mm à 10 mm de la rive.

4.13 Avant l'essai, il convient de dégraisser les éprouvettes à l'aide de solvants organiques adaptés de haute qualité (qualité «réactif»). Si les éprouvettes sont placées dans un récipient d'essai directement après exécution des modes opératoires de gravure et de rinçage, le dégraissage peut être omis.

5 Méthodes d'essai

5.1 Méthode A

5.1.1 Principe de la méthode

Il convient de placer les éprouvettes en acier avec du cuivre métallique dans une solution aqueuse de H_2SO_4 et de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ à des concentrations plus élevées que pour la méthode spécifiée dans l'ISO 3651-2.

La méthode proposée est une méthode accélérée et il convient de l'utiliser pour vérifier les nuances d'acier considérées dans l'ISO 3651-2.

5.1.2 Solution d'essai

La solution d'essai est préparée de la manière suivante en utilisant des réactifs de qualité analytique: $(50 \pm 0,1)$ g de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ sont ajoutés à $(1\,000 \pm 3)$ ml d'eau, puis (250 ± 3) ml de H_2SO_4 ($\rho_{20} = 1,84$ g/ml) sont ajoutés petit à petit.

5.1.3 Déroulement des étapes de l'essai

5.1.3.1 L'essai est effectué dans une fiole en verre équipée d'un réfrigérant ou dans un récipient en acier au chrome-nickel stabilisé résistant à la corrosion, muni d'un couvercle et d'un réfrigérant. Il convient de déposer une couche de limailles de cuivre dans le fond du récipient d'essai et les éprouvettes au-dessus.

Il est permis:

- a) De remplacer les limailles de cuivre par des plaques en cuivre suspendues percées de trous d'un diamètre de 5 mm à 7 mm et munies de rives coupantes, lorsqu'un contact suffisant avec le haut et le bas des éprouvettes peut être assuré afin de garantir un bon rinçage de celles-ci par la solution d'essai et une élimination suffisante des produits de corrosion. Si des incohérences dans l'évaluation de la qualité du métal sont constatées, il convient de réaliser l'essai avec des limailles de cuivre.
- b) D'exposer plusieurs rangées d'éprouvettes lorsque le contact des limailles de cuivre avec les éprouvettes (des deux côtés) est satisfaisant ou que le contact bilatéral entre les éprouvettes et les plaques de cuivre est satisfaisant. Il convient que le niveau de la solution d'essai se situe 20 cm au dessus du point le plus élevé des éprouvettes ou des limailles de cuivre ou des plaques de cuivre.

Une fois la solution versée dans le récipient, elle est portée à ébullition et maintenue à ébullition comme spécifié en 5.1.3.3.

5.1.3.2 Il convient d'éviter de chauffer le réfrigérant.