
**Revêtements métalliques et autres
revêtements inorganiques — Traitements
après revêtement sur fer ou acier pour
diminuer le risque de fragilisation par
l'hydrogène**

*Metallic and other inorganic coatings — Post-coating treatments of iron
or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 9588:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9dd14074-5eed-4164-9cf4-b79a0470abb1/iso-9588-2007)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9dd14074-5eed-4164-9cf4-
b79a0470abb1/iso-9588-2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9dd14074-5eed-4164-9cf4-b79a0470abb1/iso-9588-2007)



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 9588:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9dd14074-5eed-4164-9cf4-b79a0470abb1/iso-9588-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9dd14074-5eed-4164-9cf4-b79a0470abb1/iso-9588-2007>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2007

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

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 9588 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques*, sous-comité SC 3, *Dépôts électrolytiques et finitions apparentées*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 9588:1999), dont le Tableau 1 a fait l'objet d'une révision technique et a été remplacé par les Tableaux 1 et 2.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9dd14074-5eed-4164-9cf4-b79a0470abb1/iso-9588-2007>

Introduction

Lorsque de l'hydrogène atomique pénètre dans de l'acier ou dans certains autres métaux, tels que les alliages d'aluminium et de titane, il risque de provoquer une diminution de la ductilité ou de la capacité de transfert d'efforts, ou encore d'engendrer des fissurations (habituellement de taille inférieure au micromètre) ou des ruptures fragiles catastrophiques pour des contraintes appliquées bien en deçà de la limite d'élasticité, voire de la résistance normale de calcul des alliages. Ce phénomène, noté lors de mesures effectuées pendant des essais classiques de traction, se produit souvent dans des alliages où aucune diminution significative de la ductilité n'a été observée et est souvent appelé rupture fragile différée induite par l'hydrogène, fissuration sous contrainte par l'hydrogène ou fragilisation par l'hydrogène. L'hydrogène peut être introduit au cours des opérations de dégraissage, de décapage, de phosphatation, de dépôt électrolytique ou autocatalytique; il peut également avoir lieu en service, suite à la protection cathodique ou à des réactions de corrosion. L'hydrogène peut aussi être introduit avant le nettoyage, le décapage et l'application des revêtements pendant la fabrication, par exemple pendant les opérations de fluotournage, d'usinage et de perçage, en raison de la décomposition des produits lubrifiants inappropriés, ainsi que pendant les opérations de soudage ou de brasage.

La tendance à la fragilisation par l'hydrogène résultant de l'absorption de l'hydrogène atomique et/ou des contraintes de traction induites au cours de la fabrication ainsi que des opérations de finition de surface ultérieures peut être réduite par un dégazage. La relation temps-température de ce traitement thermique dépend de la composition et de la structure des aciers ainsi que des revêtements spécifiques appliqués et de la nature des procédés de revêtement. Pour la plupart des aciers très résistants, l'efficacité du traitement thermique décroît rapidement avec la durée et la température.

La présente Norme internationale est destinée à être utilisée par les clients lorsqu'ils spécifient leurs exigences à l'applicateur, au fournisseur ou au spécialiste du revêtement, et sa référence doit être indiquée sur le plan de la pièce ou à la commande.

Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Traitements après revêtement sur fer ou acier pour diminuer le risque de fragilisation par l'hydrogène

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale établit des procédures destinées à diminuer la tendance à la fragilisation par l'hydrogène susceptible de se produire lors des traitements de finition de surface.

Les procédés de traitement thermique sur fer ou acier, spécifiés dans la présente Norme internationale, se sont révélés efficaces pour réduire la tendance à la fragilisation par l'hydrogène. Ces opérations sont utilisées après la finition de surface, mais avant tout traitement de conversion secondaire.

Les traitements thermiques de relaxation des contraintes appliqués après la fabrication, mais avant la finition de surface, sont spécifiés dans l'ISO 9587.

La présente Norme internationale ne s'applique pas aux éléments de fixation.

NOTE Le traitement thermique ne garantit pas une immunité totale contre les effets nuisibles de la fragilisation par l'hydrogène.

[ISO 9588:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9dd14074-5eed-4164-9cf4-b79a0470abb1/iso-9588-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9dd14074-5eed-4164-9cf4-b79a0470abb1/iso-9588-2007>

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 2080, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Traitement de surface, revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Vocabulaire*

ISO 9587, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Prétraitements du fer ou de l'acier visant à réduire le risque de fragilisation par l'hydrogène*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 2080 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

traitement thermique de dégazage

procédé thermique réalisé sur une plage de température et pendant une durée n'entraînant aucune altération des structures métallurgiques du métal de base (telles qu'une recristallisation) mais réduisant la sensibilité à la fragilisation des pièces revêtues

4 Exigences

Le dégazage doit être réalisé sur les métaux revêtus afin de réduire le risque de fragilisation par l'hydrogène. Dans tous les cas, on considère que le dégazage commence à l'instant où chaque pièce atteint dans son ensemble la température spécifiée.

Les pièces en acier, présentant une résistance réelle à la traction égale ou supérieure à 1 000 MPa (avec des valeurs correspondantes de dureté de 300 HV 10, 303 HB ou 31 HRC) et les pièces ayant subi une trempe superficielle doivent faire l'objet d'un dégazage, sauf si la classe ER-0 est spécifiée. Toute préparation faisant appel à des traitements cathodiques dans des solutions alcalines ou acides est à proscrire. Par ailleurs, il est recommandé de choisir des solutions électrolytiques présentant des rendements cathodiques élevés pour des composants en acier présentant une résistance à la traction supérieure à 1 400 MPa (avec des valeurs correspondantes de dureté de 425 HV 10, 401 HB ou 43 HRC).

Les Tableaux 1 et 2 fournissent une liste de classes de traitements de dégazage à partir desquelles le client pourra spécifier le traitement requis à l'applicateur, au fournisseur, ou au spécialiste du traitement, soit sur le plan de la pièce, soit à la commande. Si aucune classe de dégazage n'est spécifiée, il est alors nécessaire d'appliquer la classe ER-1.

NOTE 1 Le choix de la classe de dégazage se fonde sur l'expérience acquise sur la pièce considérée ou sur des pièces similaires, ainsi que sur l'alliage utilisé ou sur des résultats d'essai empiriques. Il est possible que, sans avoir subi de traitement de dégazage, certaines pièces se comportent de façon satisfaisante en raison de facteurs tels que la composition et la structure des alliages, la densité d'hydrogène retenu, les dimensions, la masse, ou les paramètres de conception. Par conséquent, le traitement de la classe ER-0 est prévu pour des pièces pour lesquelles le client ne souhaite pas de dégazage.

NOTE 2 Le dégazage de la classe ER-1, un des traitements les plus longs, constitue le traitement appliqué par défaut lorsque le client ne spécifie pas de classe. Normalement, l'applicateur, le fournisseur ou le spécialiste du revêtement ne dispose pas des informations nécessaires, telles que les considérations de conception, les contraintes induites par les opérations de fabrication, etc., qui doivent être prises en compte lors du choix du traitement de dégazage approprié. Les clients ont tout intérêt à ce que le concepteur de la pièce, l'ingénieur de fabrication ou toute autre personne techniquement qualifiée spécifie la classe de traitement sur le plan de la pièce ou à la commande afin d'éviter le coût supplémentaire d'un traitement par défaut.

NOTE 3 L'utilisation d'inhibiteurs dans des bains acides de décapage ne garantit pas nécessairement la réduction de la fragilisation par l'hydrogène.

5 Classes de traitement de dégazage

5.1 Sauf pour les pièces ayant subi une trempe superficielle, les conditions de dégazage doivent être sélectionnées sur la base de la résistance réelle à la traction. Si la résistance minimale à la traction seule est spécifiée ou si la résistance à la traction n'est pas connue, la condition du dégazage doit être choisie en associant des valeurs connues ou mesurées de dureté à des résistances à la traction équivalentes. La résistance à la traction, ou son équivalent déduit de valeurs connues ou mesurées de dureté, doit être indiqué par le client.

Les aciers ayant subi une trempe superficielle totale ou partielle doivent être considérés comme appartenant à la classe qui correspond à la dureté de la surface ayant subi une trempe superficielle.

5.2 Si le client prescrit la réalisation d'un essai destiné à vérifier l'adéquation du traitement de dégazage, il doit alors spécifier la méthode d'essai et le plan d'échantillonnage à utiliser.

6 Traitement de dégazage après revêtement

6.1 Le traitement de dégazage doit commencer dès que possible, et de préférence 1 h, mais au plus tard 3 h, après la finition de surface et avant le début de toute opération de polissage ou autre opération mécanique. En ce qui concerne le cadmium, l'étain, le zinc, leurs alliages ou tout autre revêtement recevant un traitement au chromate, il est nécessaire de procéder au dégazage avant la chromatisation, sauf pour les alliages zinc-cobalt électrolytiques qu'il convient de passiver avant dégazage.

NOTE 1 Les revêtements de chromatisation subissent des modifications à des températures supérieures à 66 °C. Le revêtement passe d'une structure amorphe à une structure cristalline et ne présente plus de propriétés d'«autocicatrisation». Bien que le revêtement de chromate cristallisé assure une protection satisfaisante contre la corrosion dans la plupart des environnements naturels, la chromatisation ne permettra plus de réaliser des essais de corrosion accélérée avec succès.

NOTE 2 La durée indiquée dans le présent article représente le temps qui s'écoule entre la fin de l'opération de dépôt électrolytique du revêtement et le chargement de la pièce considérée dans le dispositif de dégazage.

6.2 En ce qui concerne les aciers à haute résistance, les conditions indiquées dans les Tableaux 1 et 2 et à la Figure 1 doivent être appliquées. En ce qui concerne les aciers ayant une résistance réelle à la traction inférieure à 1 000 MPa, le dégazage après revêtement n'est pas indispensable.

6.3 S'ils présentent des filetages ou des entailles à arêtes vives ou ont une épaisseur supérieure à 25 mm, les pièces ayant reçu un revêtement de cadmium ou de zinc doivent alors être soumises à un dégazage, immédiatement après le revêtement électrolytique et pendant une durée minimale de 24 h.

6.4 Pour des aciers présentant une résistance réelle à la traction supérieure à 1 800 MPa, la durée minimale du dégazage peut être choisie conformément à la Figure 1, à savoir

$$t = 0,02R_m - 12$$

où

$$t \text{ est la durée minimale, en heures,}$$

R_m est la résistance réelle à la traction, exprimée en mégapascals.

6.5 Les pièces en acier revêtues par dépôt électrolytique, autocatalytique ou par phosphatation et présentant des zones ayant subi une trempe superficielle, et les aciers ayant subi une trempe à cœur ou les aciers de roulement, dont le dégazage entraînerait une diminution inacceptable de la dureté, conformément aux Tableaux 1 et 2 et à la Figure 1, doivent être soumis au dégazage à une température plus faible, mais en aucun cas inférieure à 130 °C, pendant une durée minimale de 8 h. Ce dégazage est applicable aux pièces en acier présentant une résistance réelle à la traction inférieure à 1 400 MPa. En ce qui concerne les pièces revêtues par dépôt électrolytique de cadmium, d'étain, de zinc ou de leurs alliages, la période minimale de dégazage doit être respectivement égale à 16 h pour celles qui présentent une résistance à la traction inférieure à 1 400 MPa, et à 22 h pour les pièces présentant une résistance à la traction comprise entre 1 400 MPa et 1 800 MPa.

NOTE Un traitement thermique à plus basse température peut influencer défavorablement sur la résistance à la fatigue de la pièce.

6.6 Un dégazage à une température comprise entre 440 °C et 480 °C diminue la dureté des revêtements de chrome. Il ne doit pas être réalisé pour des aciers susceptibles d'être affectés par un dégazage à cette température. Pour ces aciers, il est nécessaire de retenir la plage de température inférieure, à savoir 190 °C à 220 °C. En ce qui concerne les aciers revenus, la pièce ne doit pas subir de dégazage au-dessus d'une température qui doit se situer à 50 °C en dessous de la température de revenu.

Tableau 1 — Classes de dégazage pour les aciers à haute résistance

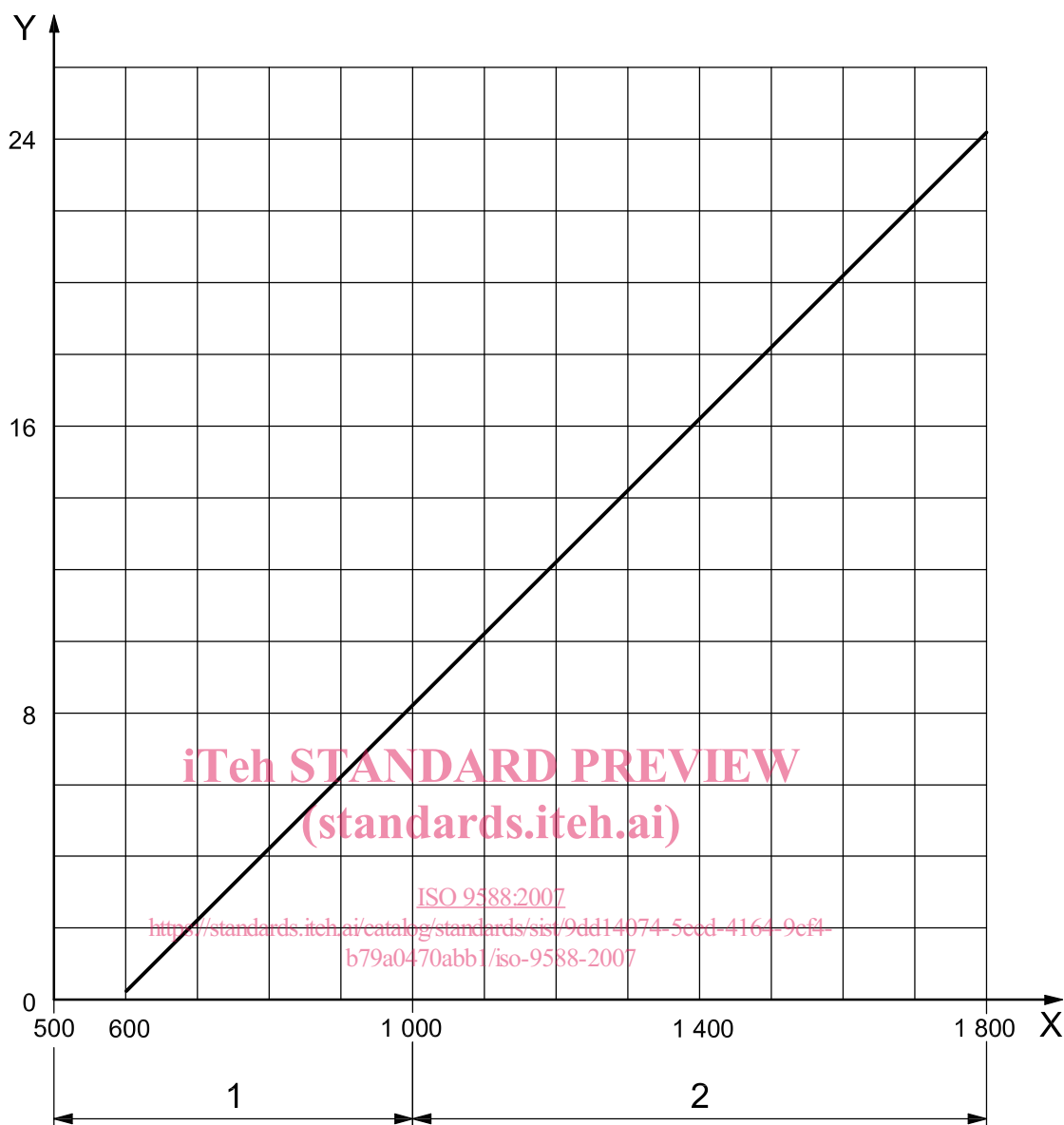
(voir les Articles 4, 5 et 6 pour des précisions)

Classe	Aciers ayant une résistance à la traction de R_m MPa	Température °C	Durée minimale (voir l'Article 4) h
ER - 0	Sans objet applicable (voir l'Article 4, Note 1)		
ER - 1	$1\ 701 \leq R_m \leq 1\ 800$	190 à 220	22
ER - 2	$1\ 601 \leq R_m \leq 1\ 700$	190 à 220	20
ER - 3	$1\ 501 \leq R_m \leq 1\ 600$	190 à 220	18
ER - 4	$1\ 401 \leq R_m \leq 1\ 500$	190 à 220	16
ER - 5	$1\ 301 \leq R_m \leq 1\ 400$	190 à 220	14
ER - 6	$1\ 201 \leq R_m \leq 1\ 300$	190 à 220	12
ER - 8	$1\ 101 \leq R_m \leq 1\ 200$	190 à 220	10
ER - 9	$1\ 000 \leq R_m \leq 1\ 100$	190 à 220	8
ER - 13	$1\ 000 \leq R_m \leq 1\ 800$ Pièces non martelées et pièces revêtues électrolytiquement de chrome pour usages industriels	440 à 480	1
ER - 16	Pièces ayant subi une trempe superficielle $R_m < 1\ 400$ revêtues électrolytiquement de cadmium, d'étain, de zinc ou leurs alliages	130 à 180	16
ER - 17	Pièces ayant une épaisseur > 25 mm et pièces présentant des filetages ou des entailles vives	190 à 220	24

Tableau 2 — Classes de relaxation des contraintes pour les aciers à haute résistance soumis à des traitements classiques dans certaines normes nationales

(voir les Articles 4, 5 et 6 pour des précisions)

Classe	Aciers ayant une résistance à la traction de R_m MPa	Température °C	Durée minimale (voir l'Article 4) h
ER - 0	Sans objet applicable (voir l'Article 4, Note 1)		
ER - 7	$R_m \geq 1\ 525$	177 à 205	12
ER - 10	$1\ 250 \leq R_m \leq 1\ 525$	177 à 205	8
ER - 11	$1\ 450 \leq R_m \leq 1\ 800$	190 à 220	6
ER - 12	$1\ 000 \leq R_m \leq 1\ 500$	177 à 205	4
ER - 14	Pièces ayant subi une trempe artificielle $R_m < 1\ 401$	130 à 160	8
ER - 15	Pièces ayant subi une trempe artificielle $1\ 401 \leq R_m \leq 1\ 800$ revêtues électrolytiquement de cadmium, d'étain, de zinc ou leurs alliages	130 à 160	8

**Légende**

- 1 non obligatoire
- 2 obligatoire
- X résistance réelle à la traction (MPa)
- Y durée minimale (h)

Figure 1 — Relation entre le temps et la résistance à la traction pour un traitement de dégazage à une température comprise entre 190 °C et 220 °C