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

iTeh STANDARD PREVIEW
*Metallic and other inorganic coatings — Post-coating treatments of iron
or steel to reduce the risk of hydrogen embrittlement*
(standards.iteh.ai)

[ISO 9588:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/046307ec-718c-4d92-b9f8-bc31af32e55f/iso-9588-1999)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/046307ec-718c-4d92-b9f8-
bc31af32e55f/iso-9588-1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/046307ec-718c-4d92-b9f8-bc31af32e55f/iso-9588-1999)



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 3.

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 de la présente Norme internationale 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.

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

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 9588:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/046307ec-718c-4d92-b9f8-bc31af32e55f/iso-9588-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/046307ec-718c-4d92-b9f8-bc31af32e55f/iso-9588-1999>

© ISO 1999

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

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, cela risque de provoquer une diminution de la ductilité ou de la capacité de transfert d'efforts, ou encore d'engendrer des fissurations (habituellement sous forme de fissures sous-microscopiques), ou des ruptures fragiles cataleptiques, lorsque les contraintes appliquées sont bien en deçà de la limite d'élasticité, voire de la résistance normale de calcul des alliages. Ce phénomène se produit souvent dans des alliages où aucune diminution significative de la ductilité n'a été observée, lors de mesures effectuées pendant des essais classiques de traction, et l'on désigne souvent ce phénomène par rupture fragile retardée due à l'introduction d'hydrogène, fissuration de contrainte par l'hydrogène ou fragilisation par l'hydrogène. L'hydrogène peut être introduit au cours des procédures de dégraissage, de décapage, de phosphatation, de déposition électrolytique ou autocatalytique; l'introduction d'hydrogène peut également avoir lieu en service, suite à la protection cathodique ou à des réactions de corrosion. L'hydrogène peut également être introduit pendant le chaudronnage, comme 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 et 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 procédures de finition de surface ultérieures peut être réduite par un dégazage. La relation temps-température du traitement thermique dépend de la composition et de la structure des aciers ainsi que des revêtements spécifiques appliqués et de la nature des procédures de revêtement. Pour la plupart des aciers à haute résistance, 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 il convient que sa référence soit indiquée sur le plan de la pièce ou sur la commande.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/046307ec-718c-4d92-b9f8-bc31af32e55f/iso-9588-1999>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9588:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/046307ec-718c-4d92-b9f8-bc31af32e55f/iso-9588-1999>

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, qui est susceptible de se produire lors des traitements de finition de surface.

Les procédures de traitement thermique, définies dans la présente Norme internationale, se sont avérées efficaces pour réduire la tendance à la fragilisation par l'hydrogène. Les procédures de traitement thermique sont utilisées après la finition de surface, mais avant toute opération de traitement de conversion secondaire.

Les procédures de traitement thermique de relaxation des contraintes appliquées après fabrication, mais avant la finition de surface, sont spécifiées 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 9588:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/046307ec-718c-4d92-b9f8-bc31af32e55f/iso-9588-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/046307ec-718c-4d92-b9f8-bc31af32e55f/iso-9588-1999>

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 2080, *Dépôts électrolytiques et opérations s'y rattachant — Vocabulaire*.

ISO 9587:1998, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Prétraitements du fer ou de l'acier pour diminuer le risque de fragilisation par l'hydrogène*.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, 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 au cours duquel les articles revêtus subissent un traitement de dégazage

4 Exigences

Le dégazage doit être réalisé sur des 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 article atteint dans son ensemble la température spécifiée.

Les articles en acier, présentant des résistances réelles à la traction supérieures 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 convient de choisir des solutions électrolytiques présentant des rendements cathodiques élevés pour des composants en acier présentant des résistances à la traction supérieures à 1 400 MPa (avec des valeurs correspondantes de dureté de 425 HV 10, 401 HB ou 43 HRC).

Le Tableau 1 fournit 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 sur 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 empiriques d'essai. 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 dégazage 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 des considérations de conception, des 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 sur la commande, afin d'éviter tout coût supplémentaire ou le 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 À l'exception des 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 de 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 l'équivalent déduit à partir de valeurs connues ou mesurées de dureté, doit être indiquée 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, 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 à un dégazage avant la chromatisation, à l'exception des alliages zinc-cobalt électrolytiques qu'il convient d'appliquer avant le traitement thermique de dégazage.

NOTE 1 Les chromatisations 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 subir d'essais de corrosion accélérée avec succès.

NOTE 2 La durée indiquée dans l'article 6 représente le temps qui s'écoule entre la fin de l'opération de déposition électrolytique de revêtement et le chargement de l'article considéré dans le dispositif de dégazage.

6.2 En ce qui concerne les aciers à haute résistance, les conditions indiquées dans le Tableau 1 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 En présence de filetages ou d'entailles à arêtes vives ou si des articles ont une épaisseur supérieure à 25 mm, les articles ayant subi un revêtement de cadmium ou de zinc doivent alors être soumis à un dégazage, immédiatement après le revêtement électrolytique 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 est la durée minimale, en heures;

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

6.5 Les articles en acier revêtus par revêtement 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 au Tableau 1 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 à des articles en acier présentant une résistance réelle à la traction inférieure à 1 400 MPa. En ce qui concerne les articles revêtus par revêtement électrolytique de cadmium, d'étain, de zinc, ou de leurs alliages, la période minimale de dégazage doit être respectivement égale à 16 h pour ceux qui présentent une résistance à la traction inférieure à 1 400 MPa, et à 22 h pour les articles présentant une résistance à la traction comprise entre 1 400 MPa et 1 800 MPa.

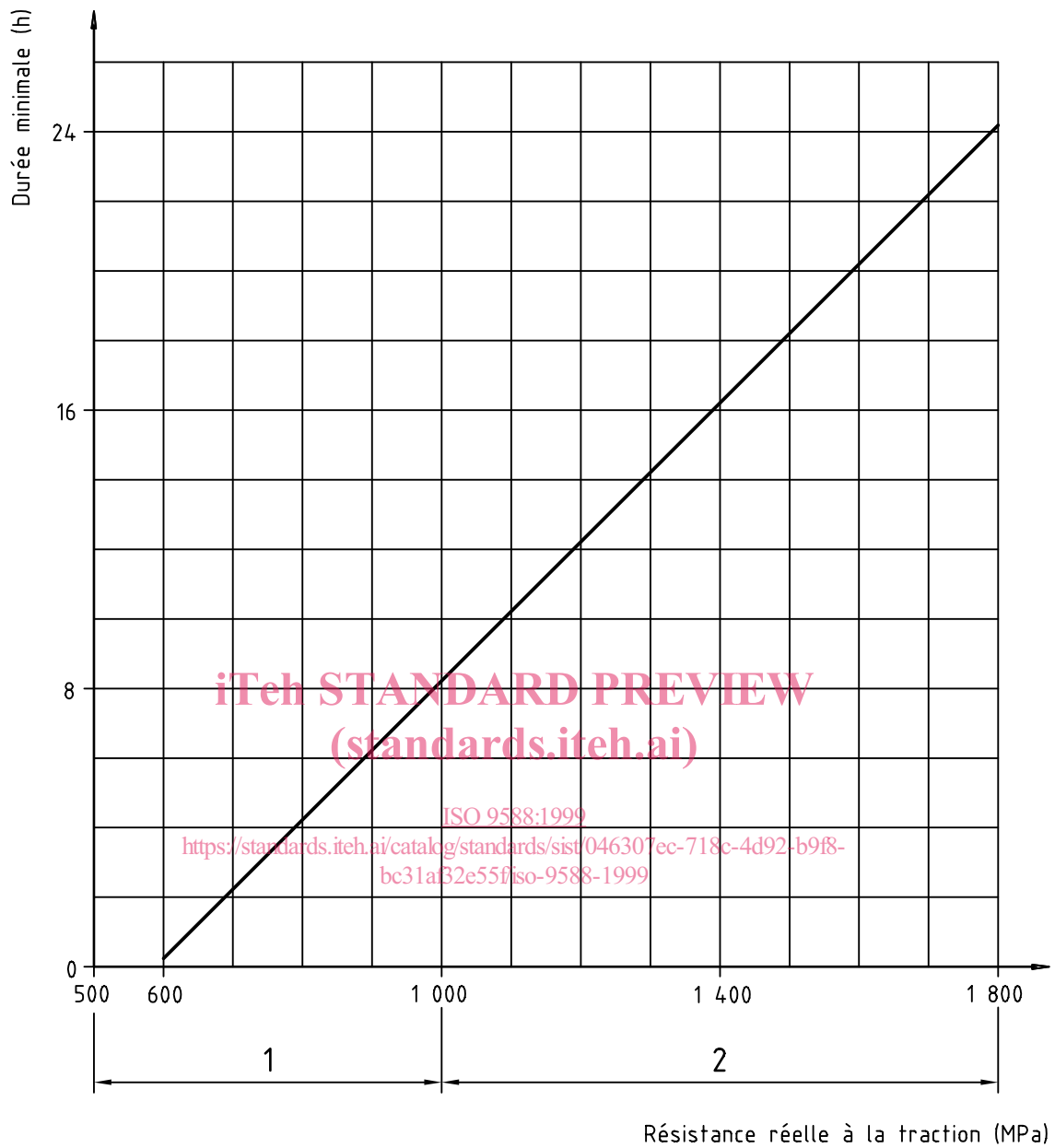
NOTE Un traitement thermique à plus basse température peut influencer défavorablement sur la résistance à la fatigue de l'article.

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, l'article 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 articles 4, 5 et 6 pour obtenir de plus amples détails)

Classe	Aciers ayant une résistance à la traction R_m MPa	Température °C	Temps minimal (voir article 4) h
ER-0	Sans objet (voir 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-7 ^a	$R_m \geq 1\ 525$	177 à 205	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-10 ^a	$1\ 250 \leq R_m \leq 1\ 525$	177 à 205	8
ER-11 ^a	$1\ 450 \leq R_m \leq 1\ 800$	190 à 220	6
ER-12 ^a	$1\ 000 \leq R_m \leq 1\ 500$	177 à 205	4
ER-13	$1\ 000 \leq R_m \leq 1\ 800$ pour les articles non martelés et pour les articles revêtus de revêtements électrolytiques de chrome pour usages industriels	440 à 480	1
ER-14 ^a	Articles ayant subi une trempe superficielle de $R_m < 1\ 401$	130 à 160	8
ER-15 ^a	Articles ayant subi une trempe superficielle de $1\ 401 \leq R_m \leq 1\ 800$ revêtus d'un revêtement électrolytique de cadmium, d'étain, de zinc ou leurs alliages	130 à 160	8
ER-16	Articles ayant subi une trempe superficielle de $R_m < 1\ 400$ revêtus d'un revêtement électrolytique de cadmium, d'étain, de zinc ou leurs alliages	130 à 160	16
ER-17	Pièces ayant une épaisseur > 25 mm et articles présentant des filetages ou des entailles vives	190 à 220	24

^a Traitements classiques mentionnés dans certaines normes nationales.



Légende

- 1 Non obligatoire
- 2 Obligatoire

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