

Première édition  
2006-11-15

Version corrigée  
2007-04-15

---

---

**Revêtements métalliques — Revêtements  
de cadmium déposés physiquement en  
phase vapeur sur le fer et l'acier —  
Spécification et méthodes d'essai**

*Metallic coatings — Physical vapour-deposited coatings of cadmium on  
iron and steel — Specification and test methods*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 22778:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2177f982-32c5-4875-ad54-9797d359f074/iso-22778-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2177f982-32c5-4875-ad54-9797d359f074/iso-22778-2006>



Numéro de référence  
ISO 22778:2006(F)

**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 22778:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2177f982-32c5-4875-ad54-9797d359f074/iso-22778-2006>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2006

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](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

**Sommaire**

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b> <b>Informations à fournir au transformateur par l'acheteur</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b> <b>Désignation</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b> <b>Exigences</b> .....	<b>6</b>
<b>7</b> <b>Échantillonnage</b> .....	<b>9</b>
<b>8</b> <b>Rejet</b> .....	<b>9</b>
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Informations supplémentaires sur les équipements, la préparation du subjectile et les paramètres de processus</b> .....	<b>11</b>
<b>Annexe B</b> (normative) <b>Détermination de l'épaisseur moyenne des revêtements de cadmium</b> .....	<b>13</b>
<b>Annexe C</b> (normative) <b>Méthodes d'essai d'adhérence</b> .....	<b>14</b>
<b>Annexe D</b> (normative) <b>Échantillonnage</b> .....	<b>15</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>16</b>

ISO 22778:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2177f982-32c5-4875-ad54-9797d359f074/iso-22778-2006>

## 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 22778 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*.

Le titre de la présente Norme internationale a été corrigé et correspond maintenant au titre de la version anglaise.

*iTeh STANDARD PREVIEW*  
*(standards.iteh.ai)*  
ISO 22778:2006  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2177f982-32c5-4875-ad54-9797d359f074/iso-22778-2006>

## Introduction

Les revêtements de cadmium sont appliqués au moyen de techniques de déposition physique en phase vapeur sur le fer, l'acier et d'autres subjectiles afin d'en améliorer l'aspect et la résistance à la corrosion. Contrairement à la galvanoplastie, la déposition physique en phase vapeur n'introduit pas d'hydrogène dans le matériau de base. Les revêtements de cadmium déposés en phase vapeur sont ainsi particulièrement appropriés pour protéger les aciers à haute résistance susceptibles de fragilisation par l'hydrogène. De l'hydrogène peut toutefois être introduit dans le subjectile pendant la fabrication, le nettoyage, le décapage et autres traitements et des précautions doivent être prises pour empêcher l'introduction d'hydrogène avant la déposition en phase vapeur.

Le cadmium est toxique et les questions de santé, de sécurité et d'environnement écartent toute utilisation non essentielle de ce métal. Son application reste néanmoins essentielle dans certains domaines, souvent liés au secteur aérospatial, dans lesquels les caractéristiques uniques des revêtements de cadmium, par exemple leur résistance à la corrosion, leur pouvoir lubrifiant intrinsèque, leur ductilité, leur conductivité électrique et leur faible résistance de contact, rendent leur utilisation nécessaire. L'un des avantages des techniques de déposition physique du cadmium est que le processus est mené dans une chambre à vide étanche, l'exposition au cadmium étant ainsi réduite au strict minimum.

La résistance à la corrosion des revêtements de cadmium déposés physiquement en phase vapeur peut encore être améliorée par l'utilisation de couches de conversion chromatées et d'autres traitements supplémentaires.

ITeH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 22778:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2177f982-32c5-4875-ad54-9797d359f074/iso-22778-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2177f982-32c5-4875-ad54-9797d359f074/iso-22778-2006>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 22778:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2177f982-32c5-4875-ad54-9797d359f074/iso-22778-2006>

# Revêtements métalliques — Revêtements de cadmium déposés physiquement en phase vapeur sur le fer et l'acier — Spécification et méthodes d'essai

**AVERTISSEMENT** — L'utilisation de la présente Norme internationale peut impliquer l'intervention de produits, d'opérations et d'équipements à caractère dangereux. La présente norme n'a pas la prétention d'aborder tous les problèmes de sécurité concernés par son usage. Il est de la responsabilité de l'utilisateur de la présente norme d'établir des règles de sécurité et d'hygiène et de déterminer l'application des restrictions réglementaires avant utilisation.

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences applicables aux revêtements de cadmium de haute pureté appliqués au moyen de techniques de déposition physique en phase vapeur sur le fer, l'acier et autres subjectiles. Elle présente des méthodes d'essai permettant de déterminer que les exigences ont été satisfaites ainsi qu'une méthode de désignation des revêtements de conversion au cadmium et chromate et d'autres traitements supplémentaires.

Les revêtements de cadmium ne sont pas appropriés pour les éléments de production qui peuvent atteindre une température supérieure ou égale à 225 °C en service ou qui peuvent entrer en contact avec d'autres pièces susceptibles d'atteindre cette température.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2177f982-32c5-4875-ad54-9797d359f074/iso-22778-2006>

## 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 1463, *Revêtements métalliques et couches d'oxyde — Mesurage de l'épaisseur de revêtement — Méthode par coupe micrographique*

ISO 2064, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Définitions et principes concernant le mesurage de l'épaisseur*

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

ISO 2177, *Revêtements métalliques — Mesurage de l'épaisseur — Méthode coulométrique par dissolution anodique*

ISO 2360, *Revêtements non conducteurs sur matériaux de base non magnétiques conducteurs de l'électricité — Mesurage de l'épaisseur de revêtement — Méthode par courants de Foucault sensible aux variations d'amplitude*

ISO 2819, *Revêtements métalliques sur bases métalliques — Dépôts électrolytiques et dépôts par voie chimique — Liste des différentes méthodes d'essai d'adhérence*

ISO 2859 (toutes les parties), *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

## ISO 22778:2006(F)

ISO 3497, *Revêtements métalliques — Mesurage de l'épaisseur du revêtement — Méthodes par spectrométrie de rayons X*

ISO 3543, *Revêtements métalliques et non métalliques — Mesurage de l'épaisseur — Méthode par rétrodiffusion des rayons bêta*

ISO 3882, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Vue d'ensemble sur les méthodes de mesurage de l'épaisseur*

ISO 3892, *Couches de conversion sur matériaux métalliques — Détermination de la masse de revêtement par unité de surface — Méthodes gravimétriques*

ISO 4518, *Revêtements métalliques — Mesurage de l'épaisseur — Méthode profilométrique*

ISO 4519, *Dépôts électrolytiques et finitions apparentées — Méthodes d'échantillonnage pour le contrôle par attributs*

ISO 4520, *Couches de conversion au chromate sur les dépôts électrolytiques de zinc et de cadmium*

ISO 9220, *Revêtements métalliques — Mesurage de l'épaisseur de revêtement — Méthode au microscope électronique à balayage*

ISO 9227, *Essais de corrosion en atmosphères artificielles — Essais aux brouillards salins*

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

ISO 9588, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Traitements après revêtement sur fer ou acier pour diminuer le risque de fragilisation par l'hydrogène*

ISO 12686, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Grenailage automatique de pièces métalliques avant dépôt électrolytique de nickel, dépôt autocatalytique de nickel, ou dépôt électrolytique de chrome, ou en tant que finition de surface*

ISO 16348, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques — Définitions et principes concernant l'apparence*

EN 12508, *Protection contre la corrosion des métaux et alliages — Traitement de surface, revêtements métalliques et inorganiques — Vocabulaire*

CEI 60454, *Spécification pour rubans adhésifs sensibles à la pression à usages électriques — Partie 2: Méthodes d'essai*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 2064, l'ISO 2080, l'ISO 2859, l'ISO 4519 et l'EN 12508 s'appliquent.



## 4 Informations à fournir au transformateur par l'acheteur

Lors de la passation de commande pour des articles servant à la déposition physique en phase vapeur de cadmium conformément à la présente Norme internationale, l'acheteur doit fournir les informations suivantes par écrit dans le contrat, le bon de commande ou le dessin technique:

- a) la désignation (voir Article 5);
- b) la spécification et l'état métallurgique du métal de base, toutes limites de température du processus (voir 6.1.2) et les exigences relatives au grenailage de précontrainte [voir 6.1.3 c)];
- c) la surface significative, y compris le revêtement des trous, creux et présence de marques de bâti (voir 6.1.1 et 6.3.1);
- d) des détails sur tout matériau sensible et si de l'argon de très haute pureté est nécessaire (voir 6.1.2);
- e) les exigences relatives à toute consolidation, par exemple grenailage par billes de verre (voir 6.4.1);
- f) les exigences relatives à l'épaisseur du revêtement (voir 5.4 et le Tableau 1) et à une couche de conversion chromatée (voir 5.5 et 6.4.2);
- g) les exigences relatives aux traitements supplémentaires tels que la peinture, et des détails sur la spécification concernant la finition organique (voir 5.5 et 6.4.3);
- h) les exigences relatives à l'adhérence du revêtement (voir 6.3.3 et l'Annexe C);
- i) les exigences relatives aux éprouvettes spéciales et au type de méthode d'essai, par exemple destructif ou non destructif (voir 6.6);
- j) les exigences relatives à l'échantillonnage et au contrôle (voir Article 7 et l'Annexe D).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2177f982-32c5-4875-ad54-9797d359f074/iso-22778-2006>

## 5 Désignation

La désignation doit apparaître sur les dessins techniques, sur le bon de commande, le contrat ou sur la spécification détaillée du produit. La désignation spécifie le matériau de base, les exigences relatives au recuit de détente avant la déposition en phase vapeur, la composition et l'épaisseur nominales du revêtement de cadmium déposé en phase vapeur, le type de couche de conversion chromatée et autre traitement supplémentaire et le traitement thermique réalisé pour réduire la sensibilité à la fragilisation par l'hydrogène.

### 5.1 Généralités

La désignation doit comprendre les éléments suivants:

- a) le terme «revêtement déposé en phase vapeur»;
- b) la référence de la présente Norme internationale, ISO 22778;
- c) un tiret;
- d) le symbole chimique du métal de base;
- e) une barre oblique (/); les symboles du revêtement de cadmium ainsi que de tout revêtement pouvant être appliqué avant ou après la déposition, séparés par des barres obliques pour chaque étape de la séquence de revêtement dans l'ordre d'application. La désignation du revêtement doit indiquer l'épaisseur du revêtement en micromètres.

## 5.2 Métal de base

Le métal de base doit être désigné par son symbole chimique ou par son constituant principal s'il s'agit d'un alliage. Par exemple:

- Fe pour le fer et l'acier;
- Zn pour les alliages de zinc;
- Cu pour le cuivre et les alliages de cuivre;
- Al pour l'aluminium et les alliages d'aluminium.

L'alliage spécifique peut être identifié par sa désignation courante (par exemple son numéro UNS ou un numéro national ou régional équivalent), placée entre les symboles, < >, par exemple Fe<G434000>. Voir Référence [3] de la Bibliographie.

## 5.3 Prétraitement thermique de relaxation des contraintes

Un traitement thermique de détente avant application du revêtement peut se révéler nécessaire pour certains matériaux de base. Les lettres SR, la température en degrés Celsius, et la durée en heures doivent être indiquées entre crochets. La température doit être indiquée entre parenthèses après les lettres SR, par exemple [SR(210)1].

## 5.4 Type et épaisseur du cadmium

Le revêtement de cadmium doit être désigné par son symbole chimique, Cd, suivi d'un chiffre indiquant l'épaisseur locale minimale du revêtement en micromètres. Cd5 désigne, par exemple, un revêtement de cadmium de 5 µm d'épaisseur. L'épaisseur minimale des revêtements de cadmium déposés en phase vapeur doit être choisie conformément au Tableau 1.

Il convient de tenir compte de l'épaisseur du revêtement en ajustant les tolérances dimensionnelles pendant la fabrication d'articles filetés et d'articles présentant des tolérances serrées.

**Tableau 1 — Exigences relatives à l'épaisseur minimale des revêtements de cadmium déposés physiquement en phase vapeur**

Application	Épaisseur locale minimale µm
Aciers, exigences normales	15
Articles filetés de diamètre nominal inférieur à 20 mm:	
< 3 mm	4
3 à < 6 mm	5
6 à < 10 mm	6
10 mm et plus	8
Articles avec les dimensions d'alésage suivantes:	
< 3 mm	5
3 mm et plus	8
Autres petits articles	8

## 5.5 Couches de conversion chromâtées et autres traitements supplémentaires

Le type de couche de conversion chromâtée et des autres traitements supplémentaires doivent être désignés par les symboles donnés dans les Tableaux 2 et 3.

**Tableau 2 — Symboles pour les couches de conversion chromâtées**

Code	Type	Aspect type	Masse de revêtement par unité de surface g/m <sup>2</sup>
	Nom		
A <sup>a</sup>	Clair	Transparent, clair à bleuté	≤ 0,5
C	Irisé	Jaune irisé	< 0,5 à < 1,5
D	Opaque	Olive – vert	> 1,5
F	Noir	Noir	≤ 0,5 à ≤ 1,0

<sup>a</sup> Du chrome hexavalent peut ou non être présent.

**Tableau 3 — Traitements supplémentaires autres que couches de conversion**

Code	Type de traitement
T1	Application de peintures, vernis, revêtements en poudre ou matériaux de revêtement similaires
T2	Application d'agents d'étanchéité organiques ou inorganiques
T3	Teinture
T4	Application de graisse, d'huile ou d'autres lubrifiants
T5	Application de cire

NOTE La fonction des couches de conversion chromâtées et des autres traitements supplémentaires est de retarder ou d'empêcher la formation de produits de corrosion blancs sur les surfaces exposées à des atmosphères corrosives, et de retarder la rouille rouge des revêtements de cadmium sur l'acier. Les feuillets de chromate de couleur jaune irisé à olive terne sont satisfaisants pour l'application ultérieure de couches de peinture mais les feuillets de chromate blanchi ou lessivé ne sont pas recommandés comme finition supplémentaire pour les revêtements de cadmium déposés en phase vapeur.

Les couches de conversion déposées par procédé chimique qui ne contiennent pas de chrome hexavalent sont disponibles dans le commerce. Certains contiennent du chrome trivalent, d'autres ne contiennent pas de chrome. Les produits de substitution doivent satisfaire aux exigences en matière de corrosion indiquées dans le Tableau 4.

## 5.6 Traitement thermique de dégazage après revêtement

Il peut être nécessaire dans certaines circonstances de procéder à un traitement thermique pour réduire la sensibilité des aciers à haute résistance à la fragilisation par l'hydrogène (voir Article 8). Les lettres ER ainsi que la température en degrés Celsius et la durée en heures doivent être indiquées entre crochets. La température doit être indiquée entre parenthèses après les lettres ER, par exemple [ER(400)12].

## 5.7 Exemples de désignations de revêtement

Exemple d'un revêtement de cadmium déposé physiquement en phase vapeur, d'épaisseur 8 µm sur l'acier (Fe), avec une couche de conversion chromâtée supplémentaire de couleur jaune irisé (C):

**Revêtement déposé physiquement en phase vapeur ISO 22778 – Fe/Cd8/C**