

---

---

**Émaux vitrifiés — Échangeurs  
thermiques pour réchauffeurs air-gaz  
et gaz-gaz à empilement de panneaux  
émaillés remplaçables et démontables —  
Spécifications**

*Vitreous and porcelain enamels — Regenerative, enamelled  
and packed panels for air-gas and gas-gas heat exchangers —  
Specifications*  
(standards.iteh.ai)

ISO 28763:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a28481e0-7780-40a9-b7de-fa7be313fd30/iso-28763-2008>



**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 28763:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a28481e0-7780-40a9-b7de-fa7be313fd30/iso-28763-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a28481e0-7780-40a9-b7de-fa7be313fd30/iso-28763-2008>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2008

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)

Version française parue en 2010

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
<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>Substrats d'acier.....</b>	<b>3</b>
4.1 <b>Livraison.....</b>	<b>3</b>
4.2 <b>Analyse.....</b>	<b>3</b>
4.3 <b>Perméabilité à l'hydrogène.....</b>	<b>3</b>
4.4 <b>Essai de résistance aux coups d'ongle .....</b>	<b>3</b>
4.5 <b>Vitesse de décapage .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b> <b>Fritte d'émail .....</b>	<b>4</b>
5.1 <b>Livraison.....</b>	<b>4</b>
5.2 <b>Coefficient de dilatation.....</b>	<b>4</b>
5.3 <b>Essai d'écoulement .....</b>	<b>4</b>
5.4 <b>Résistance à la vapeur d'eau .....</b>	<b>4</b>
5.5 <b>Résistance à l'acide .....</b>	<b>4</b>
5.6 <b>Résistance au choc thermique .....</b>	<b>5</b>
5.7 <b>Adhérence .....</b>	<b>5</b>
<b>6</b> <b>Caractéristiques du revêtement émaillé .....</b>	<b>5</b>
6.1 <b>Adhérence .....</b>	<b>5</b>
6.2 <b>Épaisseur .....</b>	<b>5</b>
6.3 <b>Résistance au choc thermique .....</b>	<b>6</b>
6.4 <b>Défauts fondamentaux.....</b>	<b>6</b>
6.5 <b>Défauts ouverts .....</b>	<b>6</b>
6.6 <b>Protection des bords des réchauffeurs gaz-gaz .....</b>	<b>7</b>
6.7 <b>Résistance à l'acide sulfurique bouillant.....</b>	<b>7</b>
6.8 <b>Réparation.....</b>	<b>7</b>
<b>7</b> <b>Caractéristiques après emballage .....</b>	<b>7</b>
7.1 <b>Pression de serrage .....</b>	<b>7</b>
7.2 <b>Examen visuel.....</b>	<b>8</b>
7.3 <b>Protection des bords des réchauffeurs gaz-gaz .....</b>	<b>8</b>
<b>8</b> <b>Documentation .....</b>	<b>8</b>
<b>Annexe A (normative) Méthode de détermination de la résistance au choc thermique des revêtements en émail vitrifié .....</b>	<b>10</b>

## 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 28763 a été élaborée par le comité technique de normalisation (CEN) (en tant qu'EN 14866) et a été adoptée selon une «procédure accélérée» spéciale par le comité technique ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques*, parallèlement à son approbation par les comités membres de l'ISO.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a28481e0-7780-40a9-b7de-fa7be313fd30/iso-28763-2008>

# Émaux vitrifiés — Échangeurs thermiques pour réchauffeurs air-gaz et gaz-gaz à empilement de panneaux émaillés remplaçables et démontables — Spécifications

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences minimales et les caractéristiques fonctionnelles des revêtements émaillés utilisés au cours de tout processus d'émaillage, tels que le trempage dans un liquide, l'aspersion humide, la pulvérisation humide, la pulvérisation électrostatique humide, l'électrodéposition humide ou la pulvérisation électrostatique sèche, sur des panneaux en acier profilé d'échangeurs thermiques remplaçables et démontables, avant et après assemblage dans les paniers.

Des limites inférieures peuvent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur dans le cas de conditions de service très difficiles ou dans le but de prolonger la durée de fonctionnement.

## 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 105-J03, *Textiles — Essais de solidité des teintures — Partie J03: Calcul des écarts de couleur* (y compris le Rectificatif technique 1:1996 et le Rectificatif technique 2:2006)

ISO 2178, *Revêtements métalliques non magnétiques sur métal de base magnétique — Mesurage de l'épaisseur du revêtement — Méthode magnétique*

ISO 4534, *Émaux vitrifiés — Détermination du comportement de fluidité — Essai d'écoulement*

ISO 7991, *Verre — Détermination du coefficient de dilatation linéaire moyen*

ISO 8289:2000, *Émaux vitrifiés — Essai à basse tension pour la détection et la localisation des défauts*

ISO 28706-2:2008, *Émaux vitrifiés — Détermination de la résistance à la corrosion chimique — Partie 2: Détermination de la résistance à la corrosion chimique par des acides bouillants ou des liquides neutres bouillants, et/ou leurs vapeurs*

ISO 28723, *Émaux vitrifiés — Détermination du revêtement de l'arête sur une plaque en acier émaillé destinée aux échangeurs de chaleur*

ISO 28764, *Émaux vitrifiés — Production d'éprouvettes pour l'essai des émaux sur la tôle d'acier, la tôle d'aluminium et la fonte*

EN 10204:2004, *Produits métalliques — Types de documents de contrôle*

EN 10209:1996, *Produits plats laminés à froid, en acier doux pour émaillage par vitrification — Conditions techniques de livraison*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

- 3.1  
bouillons**  
bulles localisées sous la surface d'un émail cuit
- 3.2  
brûlage**  
zone d'oxydation rugueuse et noire apparaissant sur un revêtement émaillé
- 3.3  
saute d'émail**  
fractionnement et saute de particules d'émail en surface du revêtement
- 3.4  
point doré**  
petite tache ou petit point ressemblant à un bouton marron-rougeâtre, apparaissant sur les émaux de masse ou en direct appliqués sur tôle
- 3.5  
fissure**  
interruptions laminaires perpendiculaires à la surface d'un revêtement fondu
- NOTE 1 Les interruptions laminaires peuvent également se produire selon des angles différents.
- NOTE 2 Elles sont principalement le résultat d'une contrainte de traction au sein du revêtement émaillé.
- 3.6  
tressaillure**  
fines craquelures sur un revêtement en émail
- <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a28481e0-7780-40a9-b7de-fa7be313fd30/iso-28763-2008>
- 3.7  
marques d'outillage de cuisson  
marques de cuisson**  
petites empreintes semblables à des piqûres superficielles
- 3.8  
coup d'ongle**  
petit défaut, en forme de demi-lune, apparaissant sur une surface en émail vitrifié
- NOTE Les coups d'ongle peuvent apparaître lors du refroidissement ou quelque temps après la cuisson. Ces défauts sont le résultat de la sursaturation du substrat en hydrogène (apparu au cours de la cuisson), qui fracture soudainement le revêtement en émail afin d'évacuer la pression qui s'est accumulée avec le temps entre l'acier et le revêtement.
- 3.9  
écaillage**  
fractionnement et saute spontanée d'éclats d'émail de la couche de revêtement
- NOTE L'écaillage apparaît généralement sur les coins, les angles aigus et les bords des panneaux. Il résulte d'un coefficient de dilatation de l'émail trop faible pour le substrat, les rayons externes et l'épaisseur de l'émail. L'écaillage peut être aggravé par les contraintes thermiques.
- 3.10  
retirure**  
minuscules craquelures ou fissures apparaissant dans l'émail sec avant cuisson et qui cicatrisent pendant la cuisson

**3.11****réchauffeur air-gaz**

échangeur thermique permettant de chauffer l'air nécessaire à la combustion dans la chaudière et utilisant les gaz de combustion de la chaudière comme fluide chaud

NOTE 1 La température maximale des gaz chauds entrant dans l'échangeur thermique est de 450 °C, la température normale d'utilisation allant de 380 °C à 320 °C.

NOTE 2 Les échangeurs thermiques air-gaz dont le gaz fluide provient des installations DeNOx sont considérés comme des réchauffeurs gaz-gaz pour les besoins de la présente Norme internationale.

**3.12****réchauffeur gaz-gaz**

échangeur thermique utilisé dans les installations de désulfuration pour réchauffer les gaz traités dans l'épurateur afin d'obtenir un tirage correct dans la cheminée

NOTE 1 Les fluides chauds sont les gaz non traités entrant dans l'épurateur.

NOTE 2 La température maximale des gaz chauds entrant dans l'échangeur thermique est de 200 °C, la température normale d'utilisation allant de 160 °C à 120 °C.

**4 Substrats d'acier****4.1 Livraison**

L'acier pour émaillage doit être conforme aux exigences de l'EN 10209 et doit être livré avec un certificat conforme à l'EN 10204:2004, 3.1. (standards.iteh.ai)

**4.2 Analyse**

ISO 28763:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a28481e0-7780-40a9-b7de-47cc315c3780-28763-2008>

La composition chimique doit être déterminée par une analyse de coulée et satisfaire aux exigences de l'EN 10209:1996, Tableau 2. Sur demande de l'émailleur, des éléments autres que ceux mentionnés dans le Tableau 2 doivent être convenus avec l'aciériste. Pour les nuances DCO3ED et DCO4ED, la teneur en carbone du produit doit être déterminée et doit être conforme à l'EN 10209:1996, Tableau 2.

**4.3 Perméabilité à l'hydrogène**

La perméabilité à l'hydrogène doit avoir une valeur minimale de TH de 100, calculée conformément à l'EN 10209:1996, B.1.8, Équation (1), ou doit donner un résultat d'au moins 8 min conformément à l'EN 10209:1996, B. 1, calculé selon B.1.8, Équation (2).

En l'absence de certificat du fournisseur de l'acier, confirmant la perméabilité minimale à l'hydrogène décrite ci-dessus, et sous réserve d'accord préalable entre le client et le fournisseur, la résistance aux coups d'ongle, décrite en 4.4, doit être déterminée.

La méthode de la perméabilité à l'hydrogène n'est pas acceptable pour les nuances d'acier DCO6EK et DCO6ED (voir l'EN 10209:1996, Tableau 2). Pour ces nuances, l'essai de détermination de la résistance aux coups d'ongles, décrit en 4.4, doit être effectué.

**4.4 Essai de résistance aux coups d'ongle**

L'essai de détermination de la résistance aux coups d'ongles doit être effectué conformément à l'EN 10209:1996, Méthode B.2. La tôle d'essai (150 mm × largeur de la bobine) doit être prétraitée sans immersion dans le nickel. Les faces avant et arrière doivent être revêtues d'un émail préparé selon la formule de broyage du fournisseur et appliqué afin d'obtenir une épaisseur cuite de 100 µm à 130 µm. Après séchage, la tôle d'essai revêtue doit être cuite pendant 5 min à 820 °C. Elle doit ensuite subir un traitement thermique à une température comprise entre 60 °C et 80 °C pendant 24 h, puis être inspectée pour vérifier l'absence de coups d'ongle. Aucun coup d'ongle n'est admis.

#### 4.5 Vitesse de décapage

Sur demande de l'émailleur, la vitesse de décapage doit être déterminée conformément à l'EN 10209:1996, Annexe C, et un niveau acceptable doit être convenu avec l'aciériste.

### 5 Fritte d'émail

#### 5.1 Livraison

Les frites d'émail doivent être commandées par l'émailleur avec un certificat de conformité satisfaisant aux exigences de 3.1 de l'EN 10204:2004, comprenant les résultats concernant les points spécifiés en 5.5 et 5.7.

Les essais décrits en 5.4 et 5.6 doivent être réalisés dès modification de la fritte ou de la formule de broyage.

À la livraison d'émail «prêt à l'emploi», de barbotine d'émail ou de poudre d'émail, l'émailleur peut demander que des exigences supplémentaires concernant les propriétés d'application figurent dans le certificat.

Toute autre exigence ainsi que les formulations d'essai doivent être déterminées par consultation entre l'émailleur (et/ou le client) et le fabricant de frites.

#### 5.2 Coefficient de dilatation

Sur demande de l'émailleur, le coefficient de dilatation doit être déterminé selon l'essai effectué par le fabricant de frites d'émail (matériau de base «prêt à l'emploi», barbotine d'émail ou poudre d'émail) ou selon l'ISO 7991.

#### 5.3 Essai d'écoulement

Sur demande de l'émailleur, l'écoulement doit être déterminé selon l'essai effectué par le fabricant de frites d'émail (matériau de base «prêt à l'emploi», barbotine d'émail ou poudre d'émail) ou selon l'ISO 4534.

#### 5.4 Résistance à la vapeur d'eau

Sur demande de l'émailleur, la résistance à la vapeur d'eau doit être déterminée conformément à l'Article 13 de l'ISO 28706-2:2008.

À l'issue de cette détermination, la perte de masse maximale subie par le revêtement émaillé doit correspondre aux indications du Tableau 1.

Tableau 1 — Perte de masse maximale

Type de réchauffeur	Perte de masse, max.
Air-gaz	20 g/m <sup>2</sup> /48 h
Gaz-gaz	6 g/m <sup>2</sup> /48 h

#### 5.5 Résistance à l'acide

La résistance à l'acide sulfurique bouillant doit être déterminée conformément à l'Article 11 de l'ISO 28706-2:2008.

## 5.6 Résistance au choc thermique

Sur demande de l'émailleur, la résistance au choc thermique doit être déterminée conformément à l'Annexe A à une température d'essai de 350 °C sur au moins trois éprouvettes préparées selon l'ISO 28764.

L'éprouvette doit être intacte à l'issue de cinq essais réalisés à la température d'essai.

## 5.7 Adhérence

L'adhérence doit être déterminée selon l'EN 10209:1996, Annexe D, à l'aide d'éprouvettes préparées conformément à l'ISO 28764 et dont la vitesse de décapage est connue (voir 4.5).

La méthode de traitement préalable, d'application et de cuisson de l'émail doit être décrite.

# 6 Caractéristiques du revêtement émaillé

## 6.1 Adhérence

Les éprouvettes utilisées pour la détermination de l'adhérence doivent être préparées conformément à l'ISO 28764, et doivent être prétraitées et émaillées dans les conditions de production des panneaux de l'échangeur thermique.

Lorsqu'elle est déterminée conformément à l'EN 10209:1996, Annexe D, l'adhérence de l'émail doit être au moins de niveau 2.

L'essai doit être réalisé sur chaque lot de panneaux prétraités.

## 6.2 Épaisseur

ISO 28763:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a28481e0-7780-40a9-b7de->

L'épaisseur doit être déterminée conformément à l'ISO 2178. Le réglage du matériel de mesure doit être effectué sur le profil concerné. Sélectionner une paire de panneaux, l'un strié et l'un ondulé, et effectuer les mesurages du point A au point I (voir Figure 1) sur les faces avant et arrière de chaque panneau. Les points de mesurage doivent être situés à au moins 50 mm du bord. Les points de mesurage sur le panneau strié doivent être tels qu'indiqués aux numéros 1 et 2 et, sur le panneau ondulé, tels qu'indiqués au numéro 3. Cela doit donner lieu à 54 mesurages pour chaque paire de panneaux soumis à essai, 36 pour chaque panneau strié, et 18 pour chaque panneau ondulé.

La moyenne des 54 mesurages (36 mesurages au point 1 et au point 2 du panneau strié ajoutées aux 18 mesurages au point 3 du panneau ondulé) doit être de 150 µm ± 30 µm, à moins qu'une autre moyenne ne soit convenue entre le client et le fournisseur au moment de la commande.

Sur les bords du panneau, l'épaisseur totale peut atteindre 600 µm (300 µm de chaque côté), plus l'épaisseur du substrat. L'épaisseur totale de l'émail sur le bord du panneau peut varier si une autre moyenne a été convenue entre le client et le fournisseur. Il convient cependant qu'elle reste minimale afin d'éviter la saute d'émail, l'écaillage, etc.

À l'exception des bords et des trous de suspension, l'épaisseur d'application à proximité du point de mesurage (comme sur les deux côtés d'une strie) ne doit jamais être inférieure à 80 µm.

Les mesurages autres que ceux réalisés aux points indiqués doivent être déterminés au moyen d'un microscope.

L'essai doit être réalisé sur un cycle de 2 h.