

---

---

**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 28763:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0815e65d-c708-49b4-9d0b-1ca5ba1d775e/iso-28763-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0815e65d-c708-49b4-9d0b-1ca5ba1d775e/iso-28763-2019>



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

ISO 28763:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0815e65d-c708-49b4-9d0b-1ca5ba1d775e/iso-28763-2019>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +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>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4 Substrats d'acier</b> .....	<b>2</b>
4.1 Livraison.....	2
4.2 Analyse.....	2
4.3 Perméabilité à l'hydrogène.....	2
4.4 Essai de résistance aux coups d'ongle.....	3
4.5 Vitesse de décapage.....	3
<b>5 Fritte d'émail</b> .....	<b>3</b>
5.1 Livraison.....	3
5.2 Coefficient de dilatation.....	3
5.3 Essai d'écoulement.....	3
5.4 Résistance à la vapeur d'eau.....	3
5.5 Résistance à l'acide.....	4
5.6 Résistance au choc thermique.....	4
5.7 Adhérence.....	4
<b>6 Caractéristiques du revêtement émaillé</b> .....	<b>4</b>
6.1 Adhérence.....	4
6.2 Épaisseur.....	4
6.3 Résistance au choc thermique.....	5
6.4 Défauts fondamentaux.....	5
6.5 Défauts ouverts.....	6
6.6 Protection des bords des réchauffeurs gaz-gaz.....	6
6.7 Résistance à l'acide sulfurique bouillant.....	6
6.8 Réparation.....	6
<b>7 Caractéristiques après emballage</b> .....	<b>7</b>
7.1 Pression de serrage.....	7
7.2 Examen visuel.....	7
7.3 Protection des bords des réchauffeurs gaz-gaz.....	7
<b>8 Documentation</b> .....	<b>7</b>
<b>Annexe A (normative) Méthode de détermination de la résistance au choc thermique des revêtements en émail vitrifié</b> .....	<b>9</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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 28763:2008) qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- les références normatives ont été mises à jour;
- les termes et définitions ont été mis à jour;
- les références aux documents normatifs et les articles correspondants ont été mis à jour;
- les références et exigences relatives à la perméabilité de l'acier à l'hydrogène ont été actualisées dans l'[Article 4](#);
- les exigences d'examen visuel ont été modifiées dans l'[Article 6](#).

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

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

## 1 Domaine d'application

Le présent document 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 plus exigeantes 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 suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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*

ISO 2178, *Revêtement 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 moyen de dilatation linéaire*

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

ISO 19496-1, *Emaux vitrifiés — Terminologie — Partie 1: Termes et définitions*

ISO 28706-2:2017, *Émaux vitrifiés — Détermination de la résistance à la corrosion chimique — Partie 2: Détermination de la résistance à la corrosion chimique par des acides bouillants, des liquides neutres bouillants, ou des liquides alcalins 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 10209:2013, *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 les définitions de l'ISO 19496-1, ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

### 3.1 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 à l'article: 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 à l'article: Les échangeurs thermiques air-gaz dont le gaz fluide provient des installations DeNOx sont considérés comme des réchauffeurs gaz-gaz pour les besoins du présent document.

### 3.2 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 à l'article: Les fluides chauds sont les gaz non traités entrant dans l'épurateur.

Note 2 à l'article: 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

ISO 28763:2019  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0815e65d-c708-49b4-9d0b-1ca5ba1d775e/iso-28763-2019>

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.

### 4.2 Analyse

La composition chimique doit être déterminée par une analyse de coulée et satisfaire aux exigences de l'EN 10209:2013, Tableau 2. Sur demande de l'émailleur, des éléments autres que ceux mentionnés dans l'EN 10209:2013, 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 10209:2013, Tableau 2.

### 4.3 Perméabilité à l'hydrogène

La perméabilité à l'hydrogène doit avoir une valeur minimale de perméation à l'hydrogène (TH1) de 120, calculée conformément à l'EN 10209:2013, A.1.8, Formule (A.1), ou doit donner un résultat d'au moins 8 min selon l'EN 10209:2013, A.1.8, Formule (A.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 10209:2013, 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 résistance aux coups d'ongle doit être effectué conformément à l'EN 10209:2013, A.2, méthode A.2. La tôle d'essai (150 mm x 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 10209:2013, Annexe B, 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 l'EN 10204:2004, 3.1, 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 du matériau.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0815e65d-c708-49b4-9d0b-101417576/c/38763-2019>

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'ISO 28706-2:2017, Article 14.

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'ISO 28706-2:2017, Article 11.

### 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 10209:2013, Annexe C, 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 10209:2013, Annexe C, 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

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 l'essai, 36 pour chaque panneau strié, et 18 pour chaque panneau ondulé.

La moyenne des 54 mesures doit être de 150 µm ± 30 µm, à moins qu'une moyenne différente ne soit convenue entre le client et le fournisseur lors de la commande.

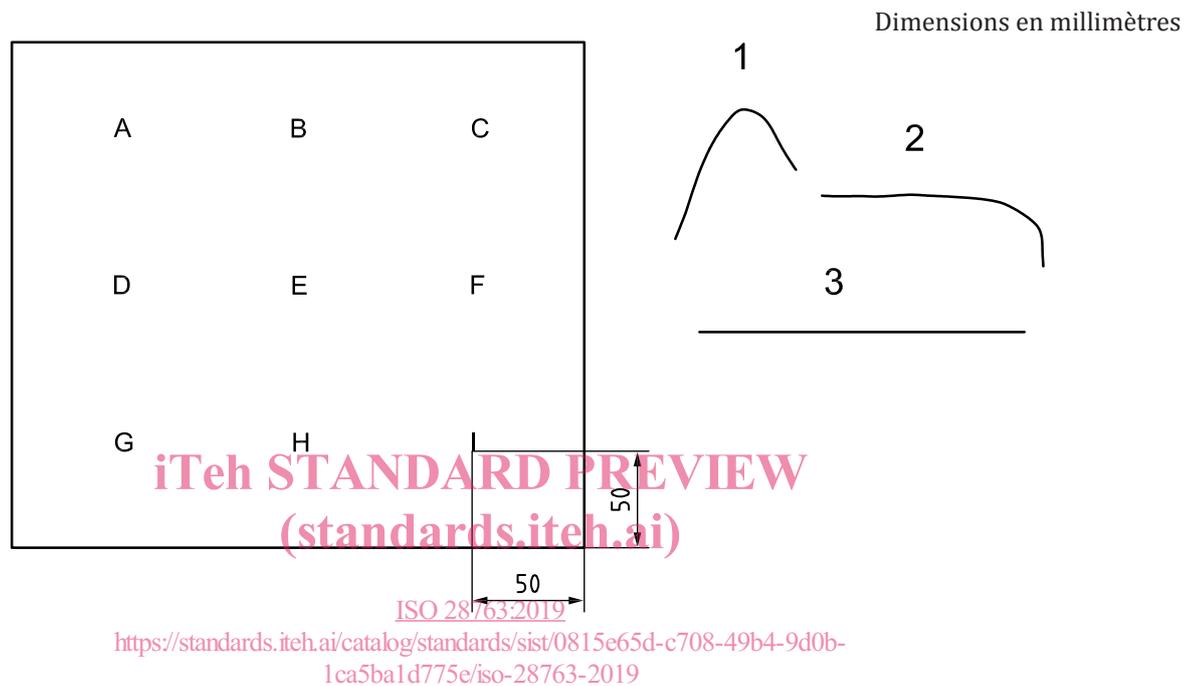
Sur les bords du panneau, l'épaisseur totale peut atteindre 600 µm (300 µm de chaque côté), plus l'épaisseur du substrat. Il convient cependant qu'elle reste minimale afin d'éviter la saute d'émail,

l'écaillage, etc. 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.

À l'exception des bords et des trous de suspension, l'épaisseur d'application à proximité du point de mesure (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 effectués sur des sections transversales au moyen d'un microscope.

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



#### Légende

- 1, 2 strié
- 3 ondulé

**Figure 1 — Points de mesure pour la détermination de l'épaisseur**

### 6.3 Résistance au choc thermique

Les éprouvettes utilisées pour la détermination de la résistance au choc thermique 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. Elles doivent avoir une épaisseur de couche d'émail de  $150 \mu\text{m} \pm 20 \mu\text{m}$ .

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.

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

L'essai doit être réalisé toutes les 5 000 kg de fritte d'émail.

### 6.4 Défauts fondamentaux

Un examen visuel à 100 % de la surface émaillée doit être réalisé afin de repérer les éventuels défauts fondamentaux. La surface émaillée ne doit comporter aucun défaut fondamental tel que bouillons, brûlage, saute d'émail, point doré, fissure, tressaillure, coup d'ongle, écaillage ou retirure. La surface