

---

---

**Émaux vitrifiés — Essais de corrosion  
en milieux fermés**

*Vitreous and porcelain enamels — Corrosion tests in closed systems*

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

[ISO 13806:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7de083-e6eb-4d28-bfad-a387880896c9/iso-13806-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7de083-e6eb-4d28-bfad-a387880896c9/iso-13806-1999>



## 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.

La Norme internationale ISO 13806 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques*.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

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

[ISO 13806:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7de083-e6eb-4d28-bfad-a387880896c9/iso-13806-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7de083-e6eb-4d28-bfad-a387880896c9/iso-13806-1999>

© 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

# Émaux vitrifiés — Essais de corrosion en milieux fermés

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode d'essai pour la détermination de la résistance des émaux, utilisés dans les procédés chimiques, aux solutions ou produits acides et neutres ainsi qu'aux mélanges impliqués dans les procédés réels, en milieux fermés et à des températures supérieures à leur point d'ébullition.

Cette méthode d'essai permet également de déterminer la résistance aux liquides faiblement alcalins à condition que les matériaux des équipements d'essai soient adaptés (voir 4.1.2).

La présente Norme internationale spécifie les paramètres de base relatifs aux essais de corrosion pour garantir une répétabilité et une reproductibilité appropriées des résultats. La vitesse de corrosion est calculée à partir de la perte de masse par unité de surface, par unité de temps, déterminée selon cette méthode d'essai.

NOTE Voir l'ISO 2743 et l'ISO 2744 pour les essais de résistance des émaux aux liquides acides et neutres en ébullition en milieux ouverts, et l'ISO 2745 pour leur résistance aux alcalins.

## 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 2743, *Émaux vitrifiés — Détermination de la résistance aux vapeurs de condensation de l'acide chlorhydrique.*

ISO 2744, *Émaux vitrifiés — Détermination de la résistance à l'eau bouillante et à sa vapeur.*

ISO 2745, *Émaux vitrifiés — Détermination de la résistance à la soude caustique chaude.*

## 3 Désignation

L'essai de corrosion des émaux en milieux fermés conformément à la présente Norme internationale doit être désigné comme suit:

**Essai ISO 13806**

## 4 Appareillage

### 4.1 Récipient d'essai

#### 4.1.1 Conception

Le rapport du volume  $V$  de la solution d'essai, exprimé en centimètres cubes, à 20 °C, à la surface d'émail exposée  $A$ , exprimée en centimètres carrés, doit être  $V/A = 40 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$ . Le récipient doit être rempli de sorte qu'une fois fermé et à une température ambiante comprise entre 18 °C et 28 °C, au moins 20 % de son volume reste sous forme de vapeur dans la partie supérieure. Pour respecter cette exigence, les dimensions de l'appareillage d'essai doivent être déterminées en fonction de celles de l'échantillon. Plusieurs échantillons émaillés peuvent être placés simultanément dans le même récipient d'essai.

Le récipient d'essai peut être un récipient sous pression. Dans ce cas, les normes nationales de sécurité sont applicables.

#### 4.1.2 Matériau

Le matériau du récipient d'essai doit résister à la solution d'essai et ne dégager aucune substance susceptible d'influer sur la corrosion de l'émail. Éviter particulièrement les récipients en verre ou en céramique et les plastiques fluorés pour le revêtement et les accessoires. N'utiliser les polytétrafluoréthylènes (PTFE) que pour les joints.

NOTE Les récipients munis d'accessoires en tantale ou d'un revêtement de tantale appliqué électrolytiquement, ou les récipients en tantale massif doivent répondre aux exigences relatives aux solutions neutres et acides pour de nombreuses applications.

iTeh STANDARD PREVIEW

#### 4.1.3 Accessoires du récipient d'essai

(standards.iteh.ai)

Le récipient d'essai doit être muni d'une gaine de protection pour la thermosonde, d'un support pour l'échantillon et d'autres accessoires (par exemple un agitateur, un tuyau d'admission du gaz).

#### 4.1.4 Dispositif de chauffage

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7de083-e6eb-4d28-bfad-a387880896c9/iso-13806-1999>

Le type de dispositif de chauffage et sa puissance doivent être choisis pour pouvoir atteindre la température d'essai en 1 h et être contrôlés à 1 °C près, la température d'essai étant définie comme la température de la solution d'essai à la surface de l'émail.

La température de la solution d'essai peut être considérée comme étant constante localement au cours de la période d'exposition si l'essai est effectué en phase liquide.

### 4.2 Autre matériel nécessaire

4.2.1 Balance analytique, avec une précision de 1 mg.

4.2.2 Étuve, capable de maintenir une température d'au moins 120 °C.

4.2.3 Dessiccateur.

4.2.4 Éponge.

## 5 Solution d'essai

### 5.1 Solution d'essai artificielle

Les solutions d'essai artificielles doivent être composées d'eau déminéralisée avec une concentration de silice inférieure à 0,1 mg/l et de réactifs de qualité pour analyse.

## 5.2 Liquides de procédé

Au cours de l'essai utilisant des liquides de procédé, il faut garder à l'esprit que même de petites quantités de leurs composants peuvent inhiber ou accélérer le taux de perte de masse.

NOTE Par exemple, l'effet inhibiteur de la silice et des matériaux dégagant de la silice est bien connu.

## 6 Échantillons

### 6.1 Forme et préparation de l'échantillon

Le revêtement d'émail appliqué sur l'échantillon doit le couvrir entièrement et être exempt de piqûres. Le métal de base et le procédé utilisé pour déterminer la forme de l'échantillon doivent être choisis de manière à éliminer tout risque de corrosion localisée due à l'écaillage d'un bord ou à une trace d'oxydation. La composition de l'émail et son procédé d'application doivent être les mêmes que ceux utilisés en pratique.

La masse totale de l'échantillon émaillé ne doit pas être supérieure à 160 g. Le rapport de la surface exposée  $A$ , en centimètres carrés, à la masse  $m$ , en grammes, de l'échantillon, doit être supérieur à 0,1 cm<sup>2</sup>/g.

### 6.2 Nombre d'échantillons

Au moins deux échantillons doivent être soumis à essai, le nombre réel d'échantillons dépendant du nombre de valeurs individuelles nécessaires pour calculer la moyenne arithmétique (voir 8.2).

### 6.3 Conditionnement

Dégraissier les échantillons, les rincer avec de l'eau déminéralisée, puis les sécher dans l'étuve (4.2.2) pendant au moins 2 h à une température de 110 °C ± 5 °C. Une fois les échantillons séchés, les faire refroidir dans le dessiccateur (4.2.3) pendant au moins 2 h et les peser à 1 mg près, immédiatement après leur retrait du dessiccateur.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7de083-e6eb-4d28-bfad-a387880896c9/iso-13806-1999>

## 7 Mode opératoire

Le mode opératoire comprend les étapes suivantes:

- a) Verser la solution d'essai (voir article 5) dans le récipient d'essai (4.1) de façon à immerger complètement la surface des échantillons à exposer.
- b) Après avoir fermé le récipient d'essai, le chauffer à la température d'essai (voir 4.1.4).
- c) Débuter l'exposition d'une durée de 24 h ± 5 min dès que la température d'essai est atteinte.
- d) Arrêter le chauffage à la fin de la période d'exposition et laisser refroidir le récipient d'essai à l'air libre.
- e) Retirer les échantillons du récipient d'essai et les laver à l'aide de l'éponge (4.2.4) avec de l'eau déminéralisée. Tout produit de réaction restant collé aux échantillons peut être éliminé avec des agents nettoyants non abrasifs et doux. S'assurer que les agents nettoyants n'attaquent pas l'émail.
- f) Sécher les échantillons pendant 2 h dans l'étuve (4.2.2) à 110 °C ± 5 °C. Après les avoir laissés refroidir pendant 2 h supplémentaires dans le dessiccateur (4.2.3), les enlever et les peser immédiatement à 1 mg près.
- g) Mettre au rebut les échantillons présentant une perte de masse pour des raisons autres que la corrosion. Soumettre à essai un nombre correspondant de nouveaux échantillons.
- h) Déterminer la surface exposée de l'émail et la perte de masse  $\Delta m$  des échantillons de sorte que la somme des erreurs relatives maximales de mesure à une vitesse de corrosion  $w = 0,1$  mm/a, ne soit pas supérieure à 10 % (voir annexe A).

## 8 Expression des résultats

### 8.1 Vitesse de perte de masse par unité de surface et vitesse de corrosion

Calculer la vitesse de perte de masse par unité de surface et la vitesse de corrosion au moyen des équations (1) et (2):

$$v = \frac{|\Delta m|}{A \cdot t} \quad (1)$$

$$w = 3,504v \quad (2)$$

où

$v$  est la vitesse de perte de masse par unité de surface, en grammes par mètre carré par heure;

$\Delta m$  est la perte de masse, en grammes;

$A$  est la surface d'email exposée, en mètres carrés;

$t$  est le temps d'exposition, en heures;

$w$  est la vitesse de corrosion, en millimètres par an.

NOTE L'équation (2) se fonde sur l'hypothèse d'une masse volumique de 2,5 g/cm<sup>3</sup> pour l'email.

### 8.2 Calcul de la moyenne arithmétique

#### 8.2.1 Vitesse de perte de masse par unité de surface

Calculer la moyenne arithmétique de la vitesse de perte de masse par unité de surface,  $\bar{v}$ , à partir des valeurs individuelles à condition que l'écart entre les valeurs maximale et minimale (plage) ne soit pas supérieur à l'écart autorisé.

La plage relative autorisée par rapport à la plus petite valeur mesurée varie selon le nombre de valeurs individuelles mesurées comme spécifié dans le Tableau 1.

**Tableau 1 — Plage relative autorisée en fonction du nombre de valeurs mesurées**

Nombre de valeurs mesurées	Plage relative autorisée
	%
2	30
3	37
4	42

Si la plage relative autorisée pour deux valeurs mesurées est inférieure ou égale à 30 %, terminer l'essai après avoir soumis deux échantillons à essai. Si la plage relative autorisée est supérieure à 30 %, mais inférieure ou égale à 37 % ou 42 %, soumettre à essai respectivement un et deux échantillons supplémentaires. Ensuite, calculer la moyenne arithmétique à partir des trois et quatre valeurs individuelles respectives. Sinon, répéter l'essai avec de nouveaux échantillons.

### 8.2.2 Vitesse de corrosion

Calculer la moyenne arithmétique de la vitesse de corrosion,  $\bar{w}$ , à partir de la moyenne arithmétique de la vitesse de perte de masse par unité de surface,  $\bar{v}$ , déterminé conformément à l'équation (2) spécifiée en 8.2.1.

## 9 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les informations suivantes:

- a) le type d'émail soumis à essai;
- b) une référence à la présente Norme internationale, c'est-à-dire déterminée selon l'Essai ISO 13806;
- c) le nombre d'échantillons soumis à essai;
- d) le nombre d'échantillons soumis à essai simultanément dans le récipient d'essai;
- e) le type de solution d'essai utilisée;
- f) la température d'essai;
- g) la vitesse de perte de masse par unité de surface, en grammes par mètre carré par heure: valeurs individuelles et moyenne arithmétique;
- h) la vitesse de corrosion exprimée sous forme de moyenne arithmétique, en millimètres par an.

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

[ISO 13806:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7de083-e6eb-4d28-bfad-a387880896c9/iso-13806-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7de083-e6eb-4d28-bfad-a387880896c9/iso-13806-1999>

## Annexe A (informative)

### Notes explicatives

#### A.1 Notes sur la conception du récipient d'essai

Les informations générales données dans la présente Norme internationale (qui prévalent sur la spécification d'une méthode d'essai détaillée) permettent à l'utilisateur de concevoir des récipients d'essai répondant aux exigences particulières d'un produit spécifique (solution d'essai) ou d'un procédé opérationnel. Des exemples de récipients d'essai et d'échantillons sont donnés dans la bibliographie (voir [1], [2], [3]). Les méthodes d'essai spécifiées dans l'ISO 2743, l'ISO 2744 et l'ISO 2745 sont largement utilisées pour effectuer des essais comparatifs de l'émail.

#### A.2 Facteurs affectant la reproductibilité

Pour assurer la reproductibilité des résultats obtenus pour différents récipients d'essai, il convient que l'erreur maximale de mesure autorisée pour la méthode d'essai soit inférieure à l'écart relatif maximal vraisemblable de la valeur mesurée à partir de la valeur réelle. En d'autres termes, pour les paramètres d'essai donnés dans la présente Norme internationale, l'erreur maximale de mesure est uniquement déterminée par l'écart autorisé de la température d'essai par rapport à la valeur spécifiée. D'autres facteurs influents, tels que le rapport volume/surface et la pression ont relativement peu d'effet sur le résultat si les valeurs limites spécifiées dans la présente Norme internationale sont maintenues (voir [1], [2], [3]).

ISO 13806:1999

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7de083-e6eb-4d28-bfad-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7de083-e6eb-4d28-bfad-a387880896c9/iso-13806-1999)

#### A.3 Influence de la température sur la vitesse de corrosion

L'influence de la température sur la vitesse de corrosion peut être décrite dans une relation analytique simple, comme l'a établi Arrhenius [1]. Cela montre que, pour un écart maximal de température de 1 °C par rapport à la valeur spécifiée dans la plage de températures comprise entre 100 °C et 180 °C, il existe un écart relatif maximal de 10 %. L'erreur relative de mesure décroît de manière inversement proportionnelle à la température d'essai. Ainsi, il convient que la valeur de la vitesse de corrosion techniquement importante de 0,1 mm/a représentant la limite de résistance soit déterminée avec une précision de 0,01 mm/a.

#### A.4 Précision de la méthode d'essai

La précision de la méthode d'essai est définie par l'erreur maximale de mesure résultant des erreurs relatives maximales pour les valeurs individuelles mesurées (c'est-à-dire la perte de masse, la période d'exposition et la surface d'émail exposée). Elle est calculée directement à partir des erreurs relatives maximales de mesure selon la loi du taux de défaillance:

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta t}{t}$$

Voir 8.1 pour la signification des symboles  $A$ ,  $m$ ,  $t$  et  $v$ .

L'erreur relative maximale de mesure pour la période d'exposition telle que spécifiée dans la présente Norme internationale est de 0,35 %. Ainsi, il convient que le total des erreurs maximales de mesure à partir de la perte de masse et de la surface d'émail exposée ne soit pas supérieur à 9,65 %.



L'erreur maximale de mesure est égale à 2,1 cm<sup>2</sup> pour un bâtonnet d'essai cylindrique entièrement émaillé d'une surface spécifiée de 25 cm<sup>2</sup> [2], résultant de l'incertitude de mesure de la perte de masse spécifiée en 6.3 et dans l'article 7, point f). Si une surface de 11 cm<sup>2</sup> seulement est spécifiée [2], il convient que l'erreur sur la mesure de la surface soumise à essai déterminée soit inférieure à 0,8 cm<sup>2</sup>. Lorsqu'une surface presque plate, décrite par un cercle de 40 mm de diamètre, est exposée à la solution d'essai, il convient que l'erreur sur la surface déterminée soit inférieure à 0,9 cm<sup>2</sup>, c'est-à-dire que l'erreur sur le diamètre déterminé soit inférieur à 0,7 mm.

## A.5 Distinction entre les expositions en phase liquide et en phase vapeur

Il convient de faire la distinction entre l'exposition en phase liquide ou en phase vapeur dans le cas d'une corrosion de l'émail se produisant au cours d'un procédé chimique. Dans des conditions de procédé prescrites, la vitesse maximale de corrosion en phase liquide peut être déterminée en utilisant les techniques d'essai habituelles et en tenant compte des spécifications de la présente Norme internationale. Les vitesses de corrosion ainsi obtenues sont représentatives des conteneurs et des récipients émaillés utilisés dans un procédé chimique, avec un rapport du volume à la surface d'émail exposée inférieur à 40 cm et pour un récipient de volume inférieur à 6 m<sup>3</sup>.

La détermination expérimentale de la vitesse maximale de corrosion en phase vapeur pose toujours des problèmes, essentiellement dus aux difficultés d'enregistrement de la température d'essai et de la masse du condensat. Si la composition du condensat est connue, la vitesse maximale de corrosion peut être déterminée approximativement en préparant une solution de réactifs de qualité pour analyse correspondant à la composition du condensat et en faisant l'essai en phase liquide.

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

[ISO 13806:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7de083-e6eb-4d28-bfad-a387880896c9/iso-13806-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4b7de083-e6eb-4d28-bfad-a387880896c9/iso-13806-1999>