

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
6370-2

Première édition  
1991-12-01

---

---

**Émaux vitrifiés — Détermination de la résistance  
à l'abrasion —**

**Partie 2:**

**Perte de masse après abrasion de la couche  
superficielle**

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0009104a5b2fiso-6370-2-1991>  
**Vitreous and porcelain enamels — Determination of the resistance to  
abrasion —**

**Part 2: Loss in mass after sub-surface abrasion**



Numéro de référence  
ISO 6370-2:1991(F)

## 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 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 6370-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques*, sous-comité SC 6, *Émaux vitrifiés*.

L'ISO 6370 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Émaux vitrifiés — Détermination de la résistance à l'abrasion*:

- *Partie 1: Appareillage d'essai d'abrasion*
- *Partie 2: Perte de masse après abrasion de la couche superficielle*

Les annexes A, B et C de la présente partie de l'ISO 6370 sont données uniquement à titre d'information.

© ISO 1991

Droits de reproduction réservés. 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

Imprimé en Suisse

## Introduction

Des essais poussés ont montré que la méthode comparative décrite dans la présente partie de l'ISO 6370 permettait d'obtenir des résultats d'essai concordant à  $\pm 5\%$  près, alors que pour une dépense comparable, la méthode absolue donnait des écarts de  $\pm 30\%$  et plus. Une valeur absolue de quantité d'usure ne donne en outre qu'une information de faible portée du fait que les abrasifs utilisés dans la pratique diffèrent profondément quant aux effets qu'ils ont sur les surfaces émaillées. Un essai d'abrasion réalisé par une méthode normalisée ne peut avoir pour but que d'effectuer une classification générale des divers émaux vitrifiés les uns par rapport aux autres. Il n'est pas utile de connaître le degré d'usure en valeur absolue.

De nombreux essais ont montré que les trois périodes de 30 min requises étaient suffisantes pour obtenir des résultats comparables. Si l'épaisseur de la couche d'émail vitrifié est supérieure à 0,2 mm, il n'est pas nécessaire de déterminer la perte de masse après chaque intervalle de 30 min car, dans les conditions décrites dans la présente partie de l'ISO 6370, l'abrasion est absolument proportionnelle à la durée de l'essai. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5b46f5b-41f0-443f-9173-113a1b2e0c9e-2>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5b46f5b-41f0-443f-9173-113a1b2e0c9e-2>

L'utilisation de cette méthode d'essai est propre à la comparaison d'émaux pour des produits similaires.

Page blanche

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

ISO 6370-2:1991

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5b46f5b-41f0-443f-9173-0e09f64a3b2f/iso-6370-2-1991>

# Émaux vitrifiés — Détermination de la résistance à l'abrasion —

## Partie 2:

### Perte de masse après abrasion de la couche superficielle

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 6370 prescrit une méthode pour la détermination de la résistance des couches d'émail vitrifié à l'abrasion par frottement, meulage ou autres effets mécaniques.

#### 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 6370. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 6370 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 648:1977, *Verrerie de laboratoire — Pipettes à un trait.*

ISO 3696:1987, *Eau pour laboratoire à usage analytique — Spécification et méthodes d'essai.*

ISO 6370-1:1991, *Émaux vitrifiés — Détermination de la résistance à l'abrasion — Partie 1: Appareillage d'essai d'abrasion.*

Norme FEPA 43-GB-1984,<sup>1)</sup> *Abrasifs appliqués à base de grains d'alumine fondue et de carbure de silicium.*

#### 3 Principe

Montage de trois éprouvettes émaillées similaires et de trois plaques de verre de référence dans un appareil d'essai. Exposition simultanée mais séparée des éprouvettes et des plaques de verre de référence à l'abrasion d'un mélange de grains d'oxyde d'aluminium fondu, d'acier et d'eau pendant trois périodes de 30 min.

Calcul du degré relatif d'usure  $W_r$  à partir de la moyenne des pertes de masse des trois éprouvettes et des trois plaques de verre de référence.

#### 4 Réactifs

Pour nettoyer les éprouvettes et les plaques de verre de référence, utiliser les réactifs suivants.

4.1 **Éthanol** ( $C_2H_5OH$ ), de concentration en volume comprise entre 96 % et 98 %.

4.2 **Eau distillée**, ou eau de pureté équivalente (eau de qualité 3 conforme à l'ISO 3696).

#### 5 Appareillage et matériaux

5.1 **Appareil d'essai d'abrasion**, conforme aux prescriptions de l'ISO 6370-1.

5.2 **Balance**, d'une précision de 0,2 mg.

1) Fédération des producteurs européens de produits abrasifs.

### 5.3 Billes en acier.

Pour chaque essai sur une série de trois éprouvettes et de trois plaques de verre de référence, on a besoin de (voir 7.3)

500 g de billes de 4 mm de diamètre;

400 g de billes de 3 mm de diamètre;

250 g de billes de 2 mm de diamètre.

Toutes les billes doivent être du même acier inoxydable de la qualité utilisée pour les paliers. Elles doivent être trempées. On prendra, par exemple, la qualité d'acier 20 de l'ISO 683-17<sup>[1]</sup>.

**5.4 Pipette**, de 25 ml de capacité nominale, de classe B au minimum, conforme aux prescriptions de l'ISO 648.

**5.5 Abrasif**, grains d'oxyde d'aluminium fondu, de granulométrie P 80, conforme à la norme FEPA 43-GB-1984.

**5.6 Plaques de verre de référence**, plaques carrées, de 100 mm de côté et de 3 mm d'épaisseur, en verre flotté<sup>2)</sup>. Chaque essai demande une série de trois plaques de verre de référence. Pour l'identification de la surface du bain de verre flotté, voir annexe A.

**5.7 Étuve**, capable de maintenir la température à au moins 130 °C.

**5.8 Dessiccateur**, d'un diamètre intérieur de 200 mm, par exemple.

## 6 Éprouvettes

**6.1 Préparer les éprouvettes conformément aux Normes internationales concernant le métal de base.**

**NOTE 1** La production d'éprouvettes de l'émail vitrifié déposé sur une tôle d'acier ou de fonte est traitée dans l'ISO 2723<sup>[2]</sup> et l'ISO 2724<sup>[3]</sup>, respectivement.

**6.2 Rincer chaque éprouvette et chaque plaque de verre de référence à l'eau (4.2) et les essuyer soigneusement à l'éthanol (4.1). Placer et maintenir les éprouvettes et les plaques de verre de référence dans l'étuve (5.7) pendant 2 h à 120 °C ± 5 °C. Les retirer de l'étuve et les laisser refroidir pendant au moins 2 h dans le dessiccateur (5.8), puis les peser chacune à 0,2 mg près (masse initiale).**

2) Le verre flotté est un verre obtenu en faisant flotter, sur un liquide chauffé de masse volumique supérieure à celle du verre, un ruban de verre chaud.

## 7 Mode opératoire

**7.1** Effectuer un essai sur chaque série d'au moins trois éprouvettes et trois plaques de verre de référence.

**7.2** Fixer les éprouvettes et les plaques de verre de référence sur la table oscillante de l'appareil d'essai d'abrasion (5.1) à l'aide des bagues de blocage, des bagues d'étanchéité et des dispositifs de serrage, les côtés de la couche de finition des éprouvettes et la surface flottée (voir annexe A) des plaques de référence étant dirigés vers l'intérieur de la bague de blocage (voir ISO 6370-1:1991, figure 1).

**7.3** Remplir chaque bague de blocage avec une charge abrasive et placer le bouchon. La charge abrasive se compose de

80 g de billes en acier (5.3) de 4 mm de diamètre;

60 g de billes en acier (5.3) de 3 mm de diamètre;

35 g de billes en acier (5.3) de 2 mm de diamètre;

20 ml ± 0,2 ml d'eau (4.2);

3 g ± 0,01 g d'abrasif (5.5).

Écart de masse admissible pour les billes: la masse d'une bille.

**7.4** Mettre en marche la table oscillante de l'appareil d'essai d'abrasion pendant 30 min ± 1 min, soit 9 000 rotations ± 300 rotations. Enlever alors les éprouvettes et les plaques de verre de référence; rincer soigneusement les éprouvettes, les plaques de verre de référence, les bagues de blocage et les bagues d'étanchéité sous l'eau courante. Sécher les éprouvettes et les plaques de verre de référence à l'air et les replacer dans l'appareil d'essai d'abrasion avec une nouvelle charge abrasive (7.3). Les billes en acier peuvent être réutilisées après nettoyage soigneux.

Si l'épaisseur de la couche d'émail est inférieure à 0,2 mm, il est recommandé de peser les éprouvettes avant la période d'essai suivante.

Remettre en marche la table oscillante pour une nouvelle période de 30 min et recommencer le tout une troisième fois. Si la couche d'émail vitrifié essayée a déjà disparu, interrompre l'essai.

**7.5** Après trois périodes d'essai de 30 min, enlever les éprouvettes et les plaques de verre de référence de l'appareil d'essai d'abrasion. Les rincer soigneusement sous l'eau courante, puis à l'eau (4.2). Sécher les éprouvettes et les plaques de verre de référence pendant 2 h dans l'étuve (5.7) à  $120\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ . Puis, les laisser reposer au moins 2 h dans le dessiccateur (5.8) et enfin peser chacune à 0,2 mg près (masse finale).

**NOTE 2** Une surface poreuse d'éprouvette peut, après abrasion, provoquer une augmentation de masse due à l'absorption d'eau. Il est de règle de mentionner ce phénomène dans le rapport d'essai.

## 8 Expression des résultats

**8.1** Calculer, pour chaque éprouvette et chaque plaque de verre de référence, la perte de masse,  $\Delta m$ , en milligrammes.

Calculer le degré relatif d'usure  $W_r$ , à l'aide de l'équation (1):

$$W_r = \frac{\Delta m_{S1} + \Delta m_{S2} + \Delta m_{S3}}{\Delta m_{R1} + \Delta m_{R2} + \Delta m_{R3}} \quad \dots (1)$$

où

$\Delta m_{S1}$ ,  $\Delta m_{S2}$  et  $\Delta m_{S3}$  sont les pertes de masse respectives des trois éprouvettes S1, S2 et S3 soumises à l'essai;

$\Delta m_{R1}$ ,  $\Delta m_{R2}$  et  $\Delta m_{R3}$  sont les pertes de masse respectives des trois plaques de verre de référence soumises à l'essai.

**8.2** Calculer également la valeur  $\alpha$  des éprouvettes et des plaques de verre de référence soumises à l'essai, à l'aide de l'équation (2):

$$\alpha = (\Delta m_1 + \Delta m_2 + \Delta m_3)(\Delta m_1^2 + \Delta m_2^2 + \Delta m_3^2 - \Delta m_1\Delta m_2 - \Delta m_2\Delta m_3 - \Delta m_1\Delta m_3)^{-1/2} \quad \dots (2)$$

L'essai d'abrasion est considéré comme fiable si, pour chaque éprouvette soumise à l'essai,

$$\alpha_S \geq 60$$

et, pour chaque plaque de verre de référence soumise à l'essai,

$$\alpha_R \geq 60$$

Si les valeurs  $\alpha_S$  et/ou  $\alpha_R$  sont inférieures à 60, effectuer un nouvel essai sur de nouvelles éprouvettes. (Voir aussi annexe B.)

## 9 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les informations suivantes:

- référence à la présente partie de l'ISO 6370;
- description des éprouvettes;
- degré relatif d'usure,  $W_r$ ;
- en cas d'interruption, durée de l'essai d'abrasion;
- une déclaration, le cas échéant, que la surface de l'éprouvette était poreuse après l'abrasion.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 6370-2:1991  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b6c5141f-4616-4577-0e09f4a3b2f6/iso-6370-2-1991>

## Annexe A (informative)

### Identification de la surface flottée des plaques de verre de référence

La surface flottée du verre peut être identifiée par l'une des trois méthodes suivantes.

d'onde comprises entre 254 nm et 365 nm, disposée comme indiqué à la figure A.1.

#### A.1 Méthode chimique

##### A.1.1 Réactifs

##### A.1.1.1 Solution d'attaque, constituée de

10 volumes d'acide chlorhydrique concentré;

10 volumes d'eau distillée;

8 volumes d'acide fluorhydrique à 40 % (V/V)

convenablement mélangés.

**A.1.1.2 Cacothéline**, solution à 0,1 % (V/V) dans de l'eau distillée.

##### A.1.2 Mode opératoire

Déposer sur la surface 2 ou 3 gouttes de solution d'attaque (A.1.1.1), puis 1 ou 2 gouttes de solution de cacothéline (A.1.1.2).

##### A.1.3 Expression des résultats

##### A.1.3.1 Surface flottée

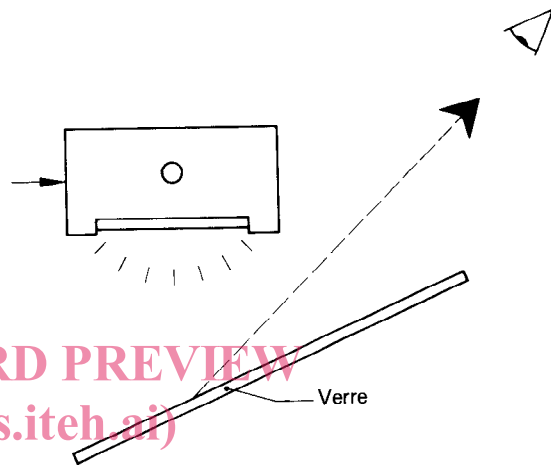
En 5 s à 10 s, on observe une coloration pourpre.

##### A.1.3.2 Surface du dessus

La solution reste jaune.

#### A.2 Méthode aux ultraviolets

Utiliser une lampe à filtre ultraviolet donnant une puissance de crête dans la gamme des longueurs



ISO 6370-2:1991  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b5b46f5b-41f0-443f-9173-0c09f54a3b2f/iso-6370-2-1991>  
**Figure A.1 — Disposition pour la méthode aux ultraviolets**

Vue sous l'angle indiqué à la figure A.1 dans une pièce noire, la surface flottée apparaît légèrement fluorescente.

**AVERTISSEMENT** — Le rayonnement ultraviolet dans cette région du spectre est dommageable pour les yeux et il faut porter des lunettes filtrantes adéquates.

#### A.3 Méthode d'analyse de la dispersion d'énergie

Une comparaison des deux surfaces du verre par analyse de l'énergie dispersée révèle facilement la teneur en étain de la surface flottée qui n'existe pas dans le reste.



## Annexe B (informative)

### Raisons des conditions d'essai prescrites en 8.2

Les valeurs  $\alpha_S$  et  $\alpha_R$  sont étroitement liées aux termes de base de la théorie du calcul des erreurs. Pour calculer l'erreur statistique sur les valeurs arithmétiques moyennes

$$\overline{\Delta m_S} = \frac{1}{3} (\Delta m_{S1} + \Delta m_{S2} + \Delta m_{S3})$$

et

$$\overline{\Delta m_R} = \frac{1}{3} (\Delta m_{R1} + \Delta m_{R2} + \Delta m_{R3})$$

selon l'équation générale

$$s_{\bar{x}} = \frac{1}{n(n-1)} \left[ \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right]$$

on peut utiliser les équations suivantes:

$$s_{\overline{\Delta m}} = \frac{1}{3} (\Delta m_1^2 + \Delta m_2^2 + \Delta m_3^2 -$$

$$- \Delta m_1 \Delta m_2 - \Delta m_2 \Delta m_3 - \Delta m_1 \Delta m_3)$$

$$s_{\overline{\Delta m_S}} = \overline{\Delta m_S} \left( \frac{1}{\alpha_S} \right)$$

$$s_{\overline{\Delta m_R}} = \overline{\Delta m_R} \left( \frac{1}{\alpha_R} \right)$$

Pour un niveau de confiance de 95 % des trois mesurages, le fractile de la loi de Student-Fisher est  $t_{95} = 4,3$ . On obtient donc les inégalités suivantes si les erreurs relatives sur les valeurs moyennes ne doivent pas dépasser 7 %:

$$\frac{4,3 s_{\overline{\Delta m_S}}}{\overline{\Delta m_S}} \leq 0,07$$

$$\frac{4,3 s_{\overline{\Delta m_R}}}{\overline{\Delta m_R}} \leq 0,07$$

Ceci conduit directement à

$$\frac{4,3}{\alpha_S} \leq 0,07$$

et

$$\frac{4,3}{\alpha_R} \leq 0,07$$

ou encore

$$\alpha_S \geq 60$$

et

$$\alpha_R \geq 60$$

Selon la loi de Gauss de propagation des erreurs et dans l'hypothèse d'une probabilité de 90 %, l'erreur de détermination du degré relatif d'usure  $W_r$  est inférieure à

$$\sqrt{(0,07)^2 + (0,07)^2} \approx 0,1, \text{ soit } 10 \%$$

si les conditions indiquées pour  $\alpha_S$  et  $\alpha_R$  sont remplies.