
**Émaux vitrifiés — Détermination de la
résistance à la corrosion chimique —**

Partie 3:

**Détermination de la résistance à la
corrosion chimique par des liquides
alcalins dans un récipient hexagonal
ou une bouteille en verre tétragonale**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Vitreous and porcelain enamels — Determination of resistance to
chemical corrosion —*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e80be83d-8157-4f00-ac70-4719488afe5d/iso-28706-3-2017>
**Part 3. Determination of resistance to chemical corrosion by alkaline
liquids using a hexagonal vessel or a tetragonal glass bottle**



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 28706-3:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e80be03d-8157-4f00-aca0-47d9488afe5d/iso-28706-3-2017>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Principe	2
5 Réactifs	2
6 Appareillage et matériaux	2
7 Éprouvettes	10
8 Mode opératoire	10
8.1 Généralités.....	10
8.2 Récipient hexagonal.....	10
8.3 Bouteille en verre tétragonale.....	10
9 Expression des résultats	11
10 Solution d'essai de détergent normalisée	11
10.1 Généralités.....	11
10.2 Solution d'essai.....	11
10.3 Température d'essai.....	12
10.4 Durée de l'essai.....	12
10.5 Rapport d'essai.....	12
11 Autres solutions et/ou conditions d'essai	12
11.1 Généralités.....	12
11.2 Solution d'essai.....	13
11.3 Température d'essai.....	13
11.4 Durée de l'essai.....	13
11.5 Rapport d'essai.....	13
Bibliographie	14

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).

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).

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 le lien suivant: 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 28706-3:2008) qui a fait l'objet d'une révision technique.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 28706 se trouve sur le site Web de l'ISO.

Introduction

La corrosion aqueuse des émaux vitrifiés est un processus de dissolution. Le composant principal de l'émail, SiO₂, forme un réseau tridimensionnel de silice. Après hydrolyse, celle-ci se décompose en formant de l'acide silicique ou des silicates. Ceux-ci sont libérés dans le milieu attaquant. D'autres composants, principalement des oxydes de métal, également soumis à l'hydrolyse, forment les ions métalliques hydratés ou les hydroxydes correspondants. Tous les produits de corrosion sont plus ou moins solubles dans le milieu attaquant. Le processus complet entraîne une perte de masse par unité de surface.

Avec certaines solutions aqueuses, l'attaque de l'émail s'opère de façon linéaire pendant le temps que dure la corrosion; pour d'autres solutions aqueuses, l'attaque de l'émail s'opère de façon logarithmique pendant le temps de corrosion. Pour la première série de solutions seulement, un taux de perte de masse surfacique (g/m²·h) scientifiquement exact peut être calculé, ainsi qu'une vitesse de corrosion (mm/an).

Les paramètres les plus importants ayant une incidence sur la corrosion aqueuse de l'émail sont la qualité de l'émail, la température et la valeur de pH. En outre, les effets d'inhibition résultant de la solubilité limitée de la silice dans les acides peuvent y contribuer. La liste suivante décrit les différents types d'attaque de l'émail en fonction de différentes conditions de corrosion.

- a) Avec des solutions alcalines aqueuses comme NaOH à 0,1 mol/l (voir l'ISO 28706-4:2016, Article 9), le réseau de silice de l'émail est fortement attaqué à 80 °C. Les silicates et la plupart des autres composants hydrolysés sont solubles dans l'alcali. L'attaque s'opère linéairement pendant des périodes d'essai régulières. Par conséquent, les résultats des essais sont exprimés en termes de taux de perte de masse surfacique (perte de masse par unité de surface et temps) et de vitesse de corrosion (millimètres par an).
- b) À température ambiante, les acides aqueux faibles comme l'acide citrique (voir l'ISO 28706-1:2008, Article 9) ou également les acides plus forts comme l'acide sulfurique (voir l'ISO 28706-1:2008, Article 10) n'attaquent guère le réseau de silice de l'émail. D'autres constituants sont, dans une certaine mesure, lixiviés de la surface. Les émaux hautement résistants ne présentent aucun changement visible après exposition. Sur les émaux moins résistants, des taches apparaîtront ou la surface deviendra rugueuse.
- c) Avec des acides aqueux bouillants (voir l'ISO 28706-2), le réseau de silice de l'émail est attaqué, et la silice ainsi que les autres composants de l'émail sont libérés dans la solution. La solubilité de la silice dans les acides est néanmoins faible. Les solutions attaquantes, qui sont vite saturées de silice dissoute, ne feront que lixivier la surface. L'attaque acide est arrêtée et la vitesse de corrosion diminue de façon marquée.

NOTE L'appareillage d'essai en verre libère également de la silice sous l'effet de l'attaque acide et contribue à l'inhibition de la corrosion.

L'inhibition est efficacement empêchée avec les essais en phase vapeur. Le condensat formé sur l'éprouvette est exempt de tout composant d'émail dissous.

Parmi les exemples de corrosion de l'émail s'opérant de façon logarithmique [voir 1)] et linéairement [voir 2)], on peut citer:

- 1) Acide citrique bouillant (voir l'ISO 28706-2:2017, Article 11) et acide sulfurique à 30 % bouillant (voir l'ISO 28706-2:2017, Article 12)

Étant donné que l'on ne trouve que des quantités infimes de ces acides dans leurs vapeurs, l'essai est limité à la phase liquide. L'attaque est influencée par des effets d'inhibition et la corrosion dépend du temps d'exposition. Par conséquent, les résultats d'essai doivent être exprimés en termes de perte de masse par unité de surface; aucun taux de perte de masse surfacique n'est calculé.

- 2) Acide chlorhydrique à 20 % bouillant (voir l'ISO 28706-2:2017, Article 13)

S'agissant d'un acide bouillant azéotropique, sa concentration est identique en phase liquide et en phase vapeur; il n'est donc pas nécessaire de réaliser l'essai en phase liquide. Une forte ébullition fournit un condensat non inhibé et l'attaque se poursuit linéairement pendant le temps que dure l'exposition. Par conséquent, les résultats des essais ne sont exprimés qu'en termes de taux de perte de masse surfacique (perte de masse par unité de surface et temps) et de vitesse de corrosion (millimètres par an).

- d) À des températures élevées, lors d'essais en phase liquide en autoclave (voir l'ISO 28706-5), l'attaque d'acide aqueux est forte. Afin d'éviter l'inhibition, la durée de l'essai est limitée à 24 h et un rapport relativement élevé est choisi entre l'acide attaquant et la surface d'émail attaquée (analogue à celui d'une cuve pour réaction chimique). En outre, seule de l'eau à faible teneur en silice est utilisée pour la préparation des solutions d'essai. Dans ces conditions, l'attaque s'opère de façon linéaire pendant le temps que dure l'exposition. Par conséquent, les résultats des essais avec de l'acide chlorhydrique à 20 % (voir l'ISO 28706-5:2010, Article 8), des solutions d'essai artificielles (voir l'ISO 28706-5:2010, Article 10) ou des fluides de traitement (voir l'ISO 28706-5:2010, Article 11) sont également exprimés en termes de taux de perte de masse surfacique (perte de masse par unité de surface et temps).
- e) Dans l'eau bouillante (voir l'ISO 28706-2:2017, Article 14), le réseau de silice est assez stable. La surface d'émail est lixiviée et la silice n'est que faiblement dissoute. Ce type d'attaque est clairement représenté par l'attaque en phase vapeur. En phase liquide, on peut observer une certaine inhibition avec les émaux hautement résistants. Toutefois, si l'émail soumis à essai est peu résistant, l'alcali lixivié dégagé par l'émail peut relever les valeurs de pH à des niveaux alcalins, augmentant ainsi l'attaque par la phase liquide. Les essais en phase liquide et en phase vapeur peuvent donner des informations précieuses.
- f) Étant donné que l'attaque peut être linéaire ou non, les résultats sont seulement exprimés en termes de perte de masse par unité de surface et il convient que la durée de l'essai soit indiquée.
- g) Pour la solution détergente normalisée (voir [Article 10](#)), il n'est pas certain que la partie linéaire de la courbe de corrosion soit atteinte pendant l'essai durant 24 h ou 168 h. Le calcul de la vitesse de corrosion n'est donc pas inclus dans le rapport d'essai.
- h) Pour d'autres acides (voir l'ISO 28706-2:2017, Article 16) et d'autres solutions alcalines (voir [Article 11](#) et l'ISO 28706-4:2016, Article 11), on ne sait pas non plus si une vitesse de corrosion linéaire sera atteinte au cours de la période d'essai. Le calcul de la vitesse de corrosion n'est donc pas inclus dans les rapports d'essais de ces parties de la série ISO 28706.

Pour les émaux vitrifiés cuits à des températures inférieures à 700 °C, les paramètres d'essai (milieux, températures et temps) du présent document ne sont pas appropriés. Pour de tels émaux, par exemple les émaux d'aluminium, il convient d'utiliser d'autres milieux, températures et/ou temps. Pour ce faire, il suffit de suivre les modes opératoires décrits dans l'article intitulé «Autres solutions et/ou conditions d'essai» de l'ISO 28706-1, de l'ISO 28706-2, du présent document (ISO 28706-3) et de l'ISO 28706-4.

Émaux vitrifiés — Détermination de la résistance à la corrosion chimique —

Partie 3:

Détermination de la résistance à la corrosion chimique par des liquides alcalins dans un récipient hexagonal ou une bouteille en verre tétragonale

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode d'essai permettant de déterminer la résistance d'articles en émail vitrifié à l'attaque par des liquides alcalins à des températures comprises entre 25 °C et 95 °C. L'appareillage utilisé est un récipient hexagonal dans lequel six éprouvettes émaillées sont soumises à essai simultanément ou une bouteille en verre tétragonale dans laquelle quatre éprouvettes émaillées sont soumises à essai simultanément.

NOTE 1 La résistance à n'importe quel liquide alcalin peut être déterminée. Toutefois, la méthode d'essai a été à l'origine utilisée pour la détermination de la résistance à des solutions chaudes de détergent, dans la gamme neutre et basique, utilisées pour le lavage des textiles.

NOTE 2 Étant donné que les détergents subissent continuellement des modifications dans leur composition, une solution d'essai normalisée est spécifiée qui, compte tenu de son alcalinité, de ses propriétés mouillantes et de son aptitude à agir comme complexant, peut être considérée comme une composition type des détergents actuellement sur le marché. La valeur du pH et l'alcalinité de la solution d'essai normalisée résultent des proportions de tripolyphosphate de sodium, de carbonate de sodium et de perborate de sodium présentes; le tripolyphosphate de sodium agit également comme complexant. Les propriétés mouillantes de la solution d'essai normalisée sont obtenues par addition d'alkylsulfonate. Une teneur plus élevée en perborate de sodium n'est pas jugée nécessaire car l'effet de l'oxygène sur l'émail est sans importance et une augmentation de la teneur en perborate ne modifie pas de façon significative l'alcalinité de la solution d'essai normalisée. Des essais effectués sur différents émaux, en utilisant cette solution d'essai normalisée et d'autres solutions d'essai (y compris une solution à 5 % de pyrophosphate de sodium), ont justifié l'emploi de la solution d'essai normalisée pour déterminer la résistance des émaux aux solutions chaudes de détergent.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 48, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination de la dureté (dureté comprise entre 10 DIDC et 100 DIDC)*

ISO 3585, *Verre borosilicaté 3.3 — Propriétés*

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

ISO 4799, *Verrerie de laboratoire — Réfrigérants*

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

3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

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

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

4 Principe

Six (6.1) ou quatre (6.2) éprouvettes émaillées de la même façon sont exposées simultanément à l'attaque d'un liquide alcalin dans des conditions de température et de durée spécifiées, la solution étant continuellement agitée durant l'essai.

La perte de masse est déterminée et utilisée pour calculer le taux de perte de masse surfacique.

NOTE Afin de correspondre aux conditions d'une machine à laver utilisée en pratique, le liquide alcalin est agité pendant l'essai. La solution est froide lorsqu'elle est versée dans le récipient et y est ensuite chauffée à la température souhaitée.

5 Réactifs

Au cours de la détermination, sauf spécification contraire, utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5.1 Eau, conforme aux exigences de qualité 3 de l'ISO 3696, c'est-à-dire de l'eau distillée ou de l'eau de pureté équivalente.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e80be03d-8157-4f00-aca0-47d9488afe5d/iso-28706-3-2017>

5.2 Solvant de dégraissage, par exemple éthanol ou eau (5.1) renfermant quelques gouttes de détergent liquide, convenant pour le nettoyage et le dégraissage de l'appareillage d'essai et des éprouvettes.

5.3 Tripolyphosphate de sodium ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$).

5.4 Carbonate de sodium (Na_2CO_3), anhydre.

5.5 Perborate de sodium, hydraté ($\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$).

5.6 Silicate de sodium, contenant environ 81 % (en masse) de Na_2SiO_3 .

5.7 Alkylsulfonate [$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_x - \text{C}(\text{SO}_2\text{Na})\text{H} - (\text{CH}_2)_3 - \text{CH}_3$].

5.8 Solution d'acide acétique, concentration 50 ml/l, pour le nettoyage de l'appareillage d'essai et des éprouvettes.

6 Appareillage et matériaux

6.1 Appareillage à récipient hexagonal.

6.1.1 L'appareillage (voir [Figures 1 à 4](#)) consiste en un récipient hexagonal ayant une ouverture circulaire sur chaque face. Sur chacune de ces ouvertures, une éprouvette est pressée au moyen de plaques d'accrochage fixées à l'aide d'écrous à oreille, des anneaux d'étanchéité étant placés entre le

réceptif et les éprouvettes. Un couvercle percé de quatre trous destinés à recevoir un agitateur à palettes, deux thermo-plongeurs et un dispositif de réglage de la température est vissé sur le réceptif; un anneau d'étanchéité est placé entre le réceptif et le couvercle. L'agitateur à palettes, les thermo-plongeurs et le dispositif de réglage de la température sont fixés de façon qu'ils soient distants de 30 mm du fond du réceptif.

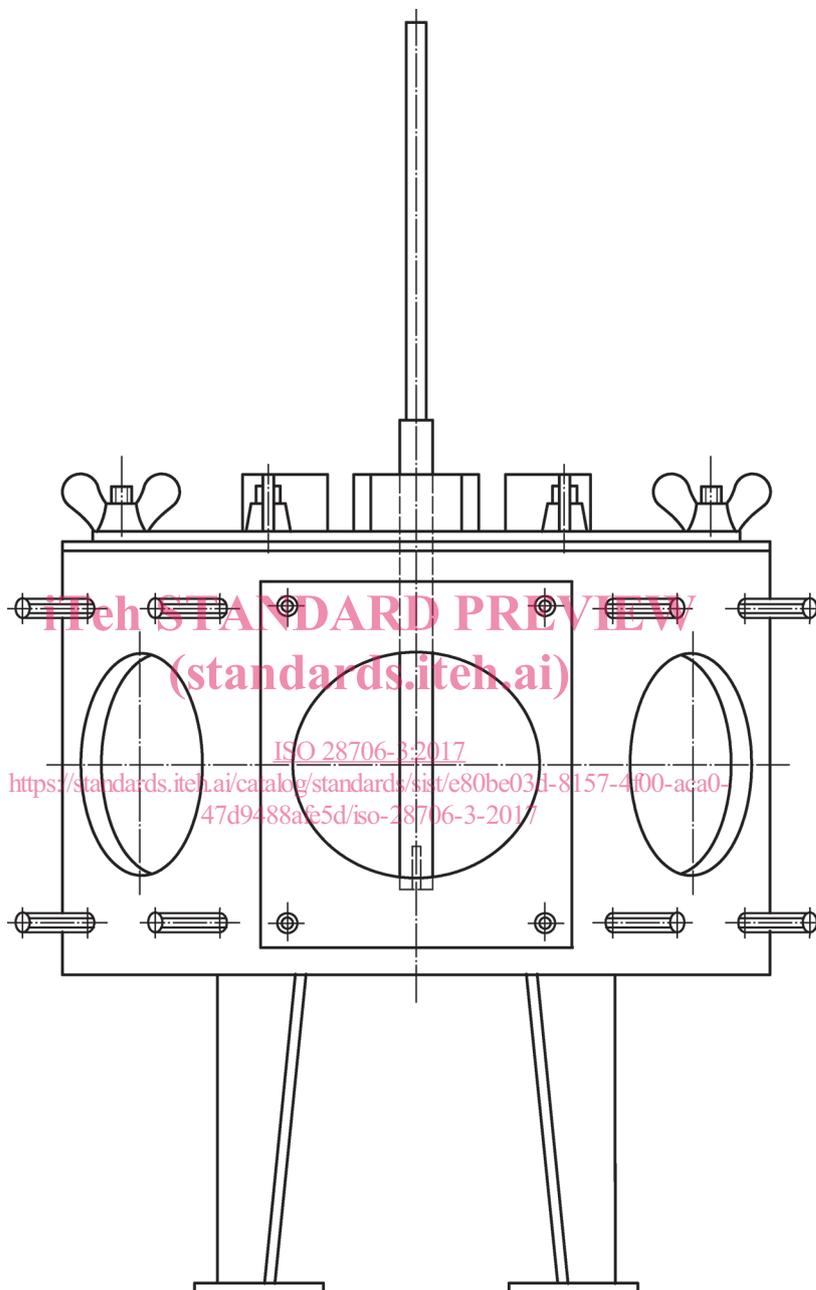
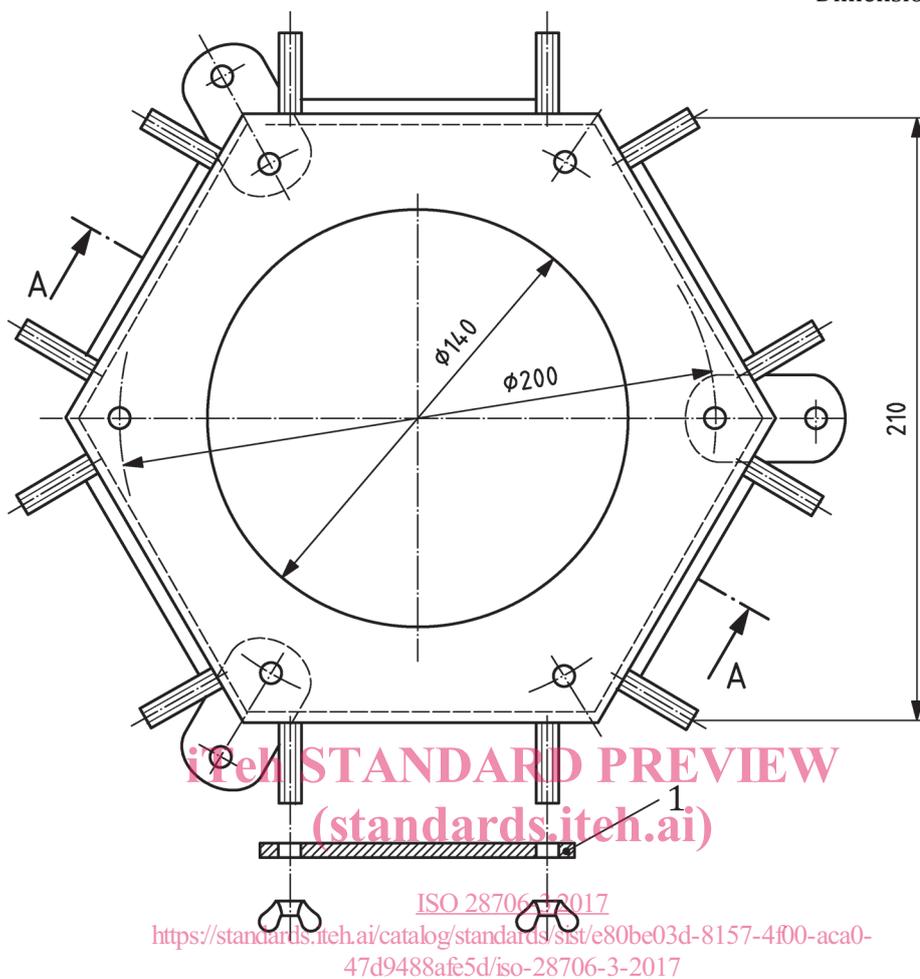


Figure 1 — Réceptif hexagonal avec couvercle, agitateur et plaque d'accrochage

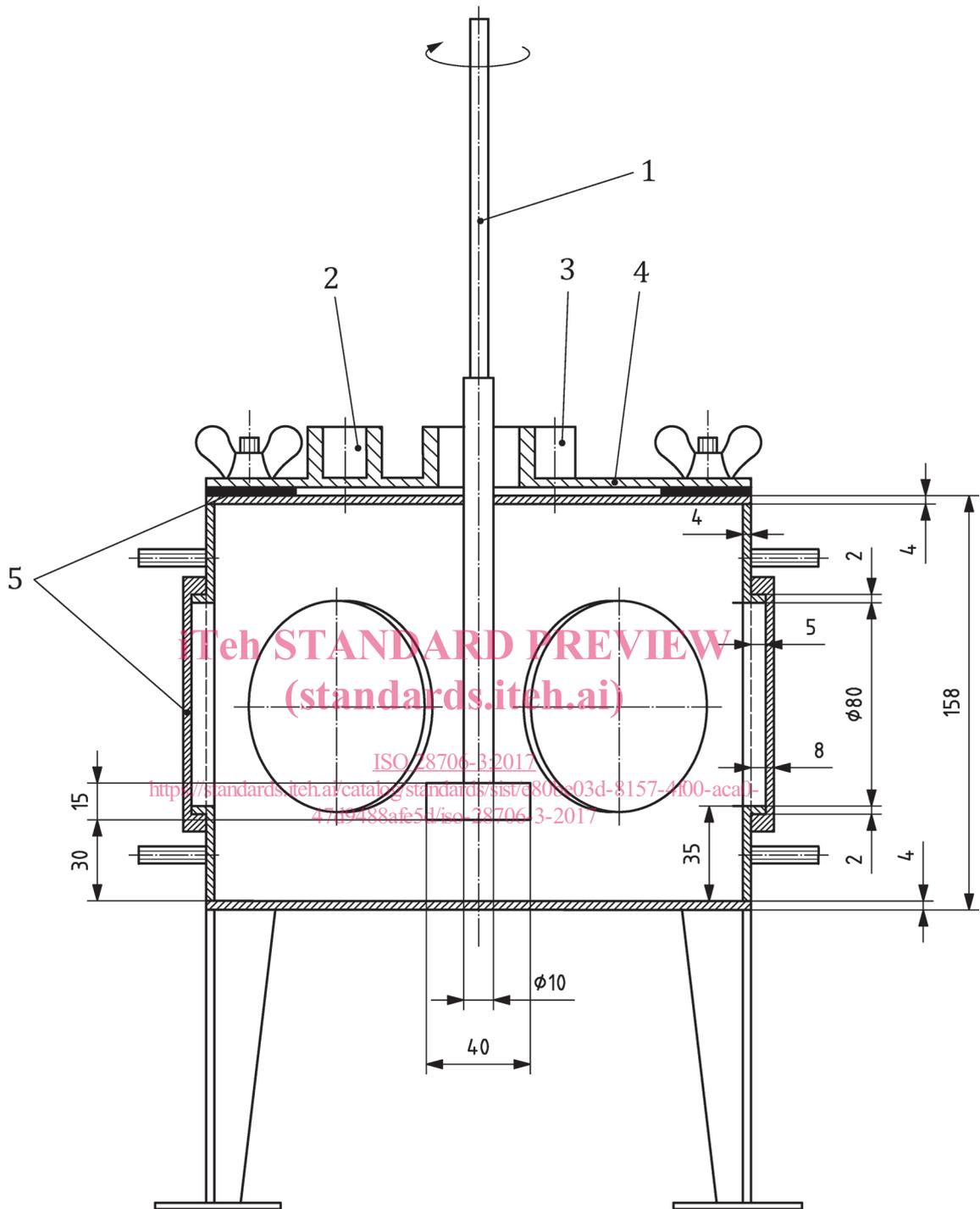
Dimensions en millimètres



Légende

- 1 plaque d'accrochage

Figure 2 — Vue de dessus du récipient hexagonal sans couvercle, ni agitateur à palettes



Légende

- 1 agitateur à palettes
- 2 ouverture pour le dispositif de réglage de la température
- 3 ouverture pour le thermo-plongeur
- 4 couvercle
- 5 anneaux d'étanchéité

Figure 3 — Coupe A-A du récipient hexagonal, du couvercle et de l'agitateur à palettes, montrant les anneaux d'étanchéité