

---

---

**Émaux vitrifiés — Conception de  
réservoirs en acier boulonnés pour  
le stockage ou le traitement des eaux  
ou des effluents d'eaux usées urbains  
ou industriels**

*Vitreous and porcelain enamels — Design of bolted steel tanks  
or the storage or treatment of water or municipal or industrial effluents  
and sludges*  
(standards.iteh.ai)

ISO 28765:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2f9d322d-fe21-449b-87b9-36520abc70e0/iso-28765-2008>



**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 28765:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2f9d322d-fe21-449b-87b9-36520abc70e0/iso-28765-2008>



**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
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	2
3 <b>Termes et définitions</b> .....	3
4 <b>Symboles et abréviations</b> .....	5
5 <b>Unités</b> .....	6
6 <b>Informations et exigences devant être spécifiées et faire l'objet d'un accord</b> .....	6
6.1 <b>Généralités</b> .....	6
6.2 <b>Informations devant être fournies par l'acheteur</b> .....	6
6.3 <b>Informations devant être fournies par le concepteur</b> .....	7
7 <b>Normes applicables</b> .....	7
8 <b>Charges</b> .....	8
8.1 <b>Généralités</b> .....	8
8.2 <b>Contenus</b> .....	8
8.3 <b>Structure du réservoir</b> .....	9
8.4 <b>Toit</b> .....	9
8.5 <b>Charges d'équipement</b> .....	9
8.6 <b>Accès</b> .....	10
8.7 <b>Aspect environnemental</b> .....	10
8.8 <b>Articles accessoires</b> .....	11
9 <b>Conception</b> .....	11
9.1 <b>Généralités</b> .....	11
9.2 <b>Acier</b> .....	11
9.3 <b>Réservoir</b> .....	12
9.4 <b>Ouvertures</b> .....	17
9.5 <b>Conséquences des accidents</b> .....	19
10 <b>Revêtement d'émail vitrifié</b> .....	19
10.1 <b>Émail vitrifié</b> .....	19
10.2 <b>Revêtement</b> .....	19
10.3 <b>Qualité de l'émail vitrifié</b> .....	20
10.4 <b>Protection au cours de la livraison</b> .....	26
10.5 <b>Entretien</b> .....	26
11 <b>Installation</b> .....	26
11.1 <b>Lignes directrices générales</b> .....	26
11.2 <b>Assises</b> .....	26
11.3 <b>Contrôle du revêtement d'émail vitrifié sur le site de construction</b> .....	26
12 <b>Désinfection</b> .....	26
Bibliographie .....	27

## 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 28765 a été élaborée par le comité technique de normalisation (CEN) (en tant qu'EN 15282) 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/2f9d322d-fe21-449b-87b9-36520abc70e0/iso-28765-2008>

# Émaux vitrifiés — Conception de réservoirs en acier boulonnés pour le stockage ou le traitement des eaux ou des effluents d'eaux usées urbains ou industriels

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale établit les exigences relatives à la conception et à l'utilisation de réservoirs cylindriques en acier boulonnés revêtus d'émail vitrifié pour le stockage et le traitement des eaux ou des effluents d'eaux usées urbains ou industriels.

Elle s'applique à la conception de réservoirs et de tout toit associé et fournit des lignes directrices concernant les exigences relatives à la conception de l'assise.

Elle s'applique lorsque:

- a) le réservoir est cylindrique et qu'il est monté sur une surface portante située en grande partie au niveau du sol ou au-dessus du niveau du sol;
- b) le produit du diamètre du réservoir, en mètres, et de la hauteur de paroi, en mètres, est compris entre 5 et 500;
- c) le diamètre du réservoir ne dépasse pas 100 m, et la hauteur totale de paroi ne dépasse pas 50 m;
- d) le matériau stocké a les caractéristiques d'un liquide, exerçant une force de frottement négligeable sur la paroi du réservoir; il peut être soumis à un traitement faisant partie d'un processus de traitement des effluents d'eaux usées urbains ou industriels;
- e) la pression interne de l'espace libre au-dessus du liquide ne dépasse pas 50 kPa et la pression du vide partiel interne au-dessus du liquide ne dépasse pas 10 kPa;
- f) les parois du réservoir sont verticales;
- g) le fond du réservoir est essentiellement plat à l'intersection avec la paroi; il peut présenter une inclinaison dont la pente ne doit pas dépasser 1 % afin de pouvoir vider complètement son contenu;
- h) la charge d'impact et d'inertie est négligeable en raison du remplissage du réservoir;
- i) l'épaisseur minimale de l'enveloppe du réservoir est de 1,5 mm;
- j) le matériau utilisé pour la fabrication des tôles est un acier au carbone; (les réservoirs construits à partir de tôles d'aluminium ou d'acier inoxydable n'entrent pas dans le domaine d'application de la présente Norme internationale);
- k) la température de la paroi du réservoir en cours de fonctionnement se situe entre  $-50\text{ °C}$  et  $+100\text{ °C}$  dans toutes les conditions de fonctionnement.

La présente Norme internationale fournit également des informations détaillées concernant les modes opératoires à suivre durant l'installation sur site ainsi que pour le contrôle et l'entretien du réservoir installé.

Elle ne s'applique pas aux réservoirs pour réaction chimique.

Elle ne s'applique pas aux réservoirs à toit flottant.

Elle ne couvre pas la résistance au feu.

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

ISO 2747, *Émaux vitrifiés — Ustensiles de cuisson émaillés — Détermination de la résistance aux chocs thermiques*

ISO 2859-1, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs — Partie 1: Procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)*

ISO 4532, *Émaux vitrifiés — Détermination de la résistance au choc des pièces émaillées — Essai au pistolet*

ISO 6370-2, *Émaux vitrifiés — Détermination de la résistance à l'abrasion — Partie 2: Perte de masse après abrasion de la couche superficielle*

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

ISO 15686-1, *Bâtiments et biens immobiliers construits — Prévission de la durée de vie — Partie 1: Principes généraux et cadre*

ISO 28706-1:2008, *Émaux vitrifiés — Détermination de la résistance à la corrosion chimique — Partie 1: Détermination de la résistance à la corrosion chimique par des acides à température ambiante*

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 28706-3:2008, *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*

ISO 28706-4:2008, *Émaux vitrifiés — Détermination de la résistance à la corrosion chimique — Partie 4: Détermination de la résistance à la corrosion chimique par des liquides alcalins dans un récipient cylindrique*

EN 101, *Carreaux et dalles céramiques — Détermination de la dureté superficielle suivant l'échelle de Mohs*

EN 1993-1-6, *Eurocode 3 — Calcul des structures en acier — Partie 1-6: Résistance et stabilité des structures en coque*

EN 1993-4-1, *Eurocode 3 — Calcul des structures en acier — Partie 4-1: Silos*

EN 1993-4-2, *Eurocode 3 — Calcul des structures en acier — Partie 4-2: Réservoirs*

EN 1998-4, *Eurocode 8 — Calcul des structures pour leur résistance aux séismes — Partie 4: Silos, réservoirs et canalisations*

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

EN 14430:2004, *Émaux vitrifiés — Essai sous haute tension*

ANSI/AWWA D103-97, *Factory-Coated Bolted Steel Tanks for Water Storage*

### 3 Termes et définitions

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

#### 3.1

##### **programme**

document de travail qui spécifie à tout moment les besoins et objectifs d'un projet de construction, les sources qui devront être fournies par le client, les détails du projet et toutes prescriptions de conception correspondantes, selon lesquelles tous les programmes ultérieurs (éventuels) et conceptions peuvent s'effectuer

#### 3.2

##### **client**

personne physique ou morale qui demande la construction, la transformation ou l'extension d'un réservoir et qui est responsable de l'établissement et de l'approbation du programme

#### 3.3

##### **défaut**

rupture à la surface de l'émail vitrifié

#### 3.4

##### **concepteur**

personne physique ou morale chargée de définir la forme et les spécifications du composant à concevoir

#### 3.5

##### **durée de vie de conception**

durée de vie prévue par le concepteur

#### 3.6

##### **discontinuité**

point ou zone de défaut permettant à un courant électrique de passer lorsqu'il est soumis à essai au moyen d'appareils à haute ou basse tension

#### 3.7

##### **fournisseur d'émail**

personne physique ou morale fournissant des matériaux destinés à être utilisés par l'émailleur dans le processus d'émaillage

#### 3.8

##### **espace libre**

distance entre le haut de la paroi de l'enveloppe du réservoir cylindrique et la surface du liquide contenu, au niveau de fonctionnement spécifié

#### 3.9

##### **pression de l'espace libre**

pression exercée sur le liquide stocké à l'intérieur d'un réservoir couvert

#### 3.10

##### **zone d'inspection**

zone située à 25 mm d'un trou ou du bord d'un panneau, et à une distance supérieure à 25 mm de toute ouverture ou trou dans le corps du panneau

#### 3.11

##### **liquide**

substance de charge plus ou moins informe qui exerce des pressions verticales et horizontales sensiblement identiques

**3.12**

**entretien**

ensemble de toutes les actions techniques et administratives associées au cours de la durée de vie en vue de maintenir un réservoir ou ses parties dans un état lui permettant de remplir ses fonctions

**3.13**

**fabricant**

personne physique ou morale qui fabrique le réservoir ou ses différentes pièces

**3.14**

**acheteur**

personne physique ou morale qui achète le réservoir au fournisseur

NOTE L'acheteur peut également être le client.

**3.15**

**réparation**

remise d'un réservoir ou de ses parties dans un état acceptable en remplaçant, réhabilitant ou restaurant les parties usées, endommagées ou dégradées

**3.16**

**fournisseur**

personne physique ou morale qui fournit le réservoir ou ses différentes pièces

**3.17**

**durée de vie**

période débutant avec la mise en service, pendant laquelle un réservoir ou ses différentes parties remplissent ou dépassent les exigences de performance

**3.18**

**réservoir**

enveloppe verticale cylindrique destinée à contenir du liquide, couverte ou non couverte, construite à partir de panneaux incurvés en acier recouverts d'émail vitrifié et assemblés sur le site de construction par boulonnage, puis montée sur une base pouvant également former le fond du récipient

**3.19**

**émailleur**

personne qui entreprend et contrôle le processus de préparation des tôles d'acier et qui applique le revêtement en émail vitrifié sur les surfaces des tôles d'acier

NOTE L'émailleur est généralement le fabricant lui-même.

**3.20**

**émail vitrifié**

revêtement constitué principalement de verre de silice inorganique vitrifié, lié au métal par fusion à une température supérieure à 750 °C

NOTE 1 Ce revêtement est appliqué pour la protection de la surface interne en acier qui est en contact avec le liquide et, à des fins décoratives et fonctionnelles, sur la surface externe.

NOTE 2 Ce revêtement est produit par une formule brevetée mélangeant du verre de silice, des minéraux et de l'argile pour obtenir une matière pulvérisable, sèche ou en suspension dans l'eau. Ce mélange peut être appliqué sur la surface des tôles d'acier incurvées et ensuite lié par fusion.



## 4 Symboles et abréviations

Pour les besoins du présent document, les symboles et abréviations suivants s'appliquent.

$D$	diamètre du réservoir
$E$	module d'élasticité de Young
$F_H$	force statique du renfort
$g$	accélération due à la gravité
$H$	profondeur du liquide au point pris en considération, mesurée depuis la surface du liquide, au niveau maximal possible de remplissage
$H_0$	hauteur verticale totale de la paroi
$l$	longueur de l'enveloppe entre les raidisseurs intermédiaires
$I_z$	moment d'inertie axial d'un raidisseur
$p_n$	pression statique du liquide à une profondeur spécifiée
$p_h$	pression de l'espace libre
$r$	rayon du réservoir
$q_{r,cr}$	pression critique externe de flambage
$q_{w,max}$	pression de stagnation maximale due au vent
$w$	proportion de solides dissous dans la boue
$t$	épaisseur de la tôle de l'enveloppe
$\nu$	coefficient de Poisson
$\gamma$	facteur de charge partielle
$\rho$	masse volumique relative d'un liquide
$\sigma$	contrainte
$\sigma_{z,cr}$	résistance au flambage axial critique
$cr$	(indice) critique
$ds$	(indice) solides dissous
$h$	(indice) espace libre
$max$	(indice) valeur maximale
$n$	(indice) perpendiculaire à la paroi du réservoir
$s$	(indice) boue
$w$	(indice) vent
$z$	(indice) coïncide avec l'axe médian de révolution de l'enveloppe
$\varphi$	(indice) coïncide avec l'axe radial de révolution de l'enveloppe

## 5 Unités

Il est recommandé d'utiliser l'un des ensembles suivants d'unités conformes:

- dimensions: m, mm
- poids unitaire:  $\text{kN/m}^3$ ,  $\text{N/mm}^3$
- forces et charges: kN, N
- ligne de forces et de charges:  $\text{kN/m}$ ,  $\text{N/mm}$
- pressions et actions de surface réparties: kPa, MPa
- masse unitaire:  $\text{kg/m}^3$ ,  $\text{kg/mm}^3$
- accélération:  $\text{km/s}^2$ ,  $\text{m/s}^2$
- résultantes de contrainte de membrane:  $\text{kN/m}$ ,  $\text{N/mm}$
- résultantes de contrainte de flexion:  $\text{kNm/m}$ ,  $\text{Nmm/mm}$
- contraintes et modules d'élasticité: kPa, MPa (1 MPa = 1  $\text{N/mm}^2$ )

## 6 Informations et exigences devant être spécifiées et faire l'objet d'un accord (standards.iteh.ai)

### 6.1 Généralités

Les parties contractantes doivent convenir des différentes spécifications en vue d'une fabrication et d'une conception sûres du réservoir et de ses différentes pièces.

### 6.2 Informations devant être fournies par l'acheteur

L'acheteur doit fournir des précisions au fournisseur incluant les spécifications suivantes, sans s'y limiter:

- a) Les spécifications concernant le liquide stocké doivent inclure, sans s'y limiter:
  - 1) le nom et/ou la description;
  - 2) la masse volumique relative;
  - 3) toute propriété ou caractéristique pertinente propre au liquide devant être stocké;
  - 4) la plage de températures de fonctionnement.
- b) Les conditions environnementales doivent inclure, sans s'y limiter:
  - 1) le vent;
  - 2) les conditions sismiques;
  - 3) la neige;
  - 4) la glace;
  - 5) les plages de températures.

- c) Les dimensions prévues et l'utilisation du réservoir doivent inclure, sans s'y limiter:
  - 1) le taux de remplissage et de décharge;
  - 2) un résumé décrivant la fonction du réservoir et la méthode de fonctionnement utilisée;
  - 3) les effets concrets du processus sur le réservoir ou sur chacun de ses composants;
  - 4) les dimensions du réservoir.
- d) L'emplacement prévu de toutes les ouvertures du toit et de l'enveloppe du réservoir.
- e) Équipement fixé:
  - 1) méthode de fixation;
  - 2) charges permanentes et variables;
  - 3) raccordements.
- f) La proximité des autres réservoirs et bâtiments.

### 6.3 Informations devant être fournies par le concepteur

Le concepteur doit fournir les données essentielles concernant les limites de conception du réservoir incluant les données suivantes, sans s'y limiter:

- a) le nom et la description du ou des liquide(s) stocké(s);
- b) l'étendue des valeurs de la masse volumique relative du ou des liquide(s) stocké(s);
- c) les limites des critères environnementaux utilisés pour la conception comprenant, le cas échéant, les valeurs de calcul de la vitesse du vent, la plage des températures de fonctionnement, la charge due à la neige, ainsi que les zones et les coefficients sismiques;
- d) les surcharges et l'accès maximal utilisés à la conception;
- e) un plan d'entretien conforme aux exigences de l'ISO 15686-1;
- f) les lignes directrices concernant les changements d'utilisation;
- g) toute donnée pertinente considérée comme utile par le concepteur lors du processus de conception.

## 7 Normes applicables

Toutes les activités spécifiées dans la présente Norme internationale doivent être réalisées suivant un système de management de la qualité approprié. Un système de management de la qualité selon l'ISO 9001<sup>[1]</sup> est considéré comme étant conforme aux exigences.

Le concepteur et le client doivent convenir des normes applicables à utiliser pour la conception. Là où la présente Norme internationale ne prévoit aucune disposition, d'autres Normes nationales ou internationales peuvent être spécifiées.

Les normes applicables ayant fait l'objet d'un accord doivent inclure, sans s'y limiter, les normes fournissant les informations relatives aux paramètres suivants utilisés pour la conception:

- a) les charges hydrostatiques;
- b) les charges dues au vent;

- c) les charges sismiques;
- d) les charges d'accès;
- e) les charges dues à la neige;
- f) les charges dues à la pluie;
- g) les facteurs de charge;
- h) les calculs de résistance de l'enveloppe;
- i) les calculs de résistance du boulonnage;
- j) les calculs de stabilité;
- k) la conception de l'assise.

## 8 Charges

### 8.1 Généralités

Tout réservoir ou structure de support doit être conçu sur la base d'un «calcul à l'état limite».

### 8.2 Contenus

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

#### 8.2.1 Généralités

Les charges dues au liquide doivent être calculées en tenant compte de:

- a) la masse volumique relative de la plage définie de liquides devant être stockés dans le réservoir;
- b) la géométrie du réservoir;
- c) la profondeur maximale possible du liquide présent dans le réservoir.

Si le liquide à stocker est de la boue et si aucune donnée mesurée ou fiable n'est fournie, la masse volumique relative de la boue,  $\rho_s$ , peut être estimée par une simple proportion, à l'aide de l'équation suivante:

$$\rho_s = 1 + w(\rho_{ds} - 1) \quad (1)$$

où  $\rho_{ds}$  est égal à 1,9 s'il s'agit de boues venant des boues d'épuration urbaine.

#### 8.2.2 Espace libre

L'espace libre utilisé pour la conception doit faire l'objet d'un accord entre le client et le concepteur.

Lorsque le réservoir est conçu pour une utilisation dans des conditions sismiques, un espace libre suffisant doit être prévu pour contenir l'onde de choc résiduelle déterminée conformément à l'EN 1998-4. Cela doit prendre en compte tout équipement ou élément de structure situé en haut du réservoir.

#### 8.2.3 Pression hydrostatique

Déterminer la pression hydrostatique,  $p_n$ , en kilopascals (kPa), agissant sur l'enveloppe du réservoir à la profondeur  $H$ , à l'aide de l'équation suivante:

$$p_n = H \times \rho \times g + p_h \quad (2)$$