

---

---

**Verre dans la construction — Vitrages  
de protection résistant aux tempêtes  
destructrices — Essai et classification**

*Glass in building — Destructive-windstorm-resistant security glazing  
— Test and classification*

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

[ISO 16932:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb0cceb0-819f-4ed9-9c7b-cbfff1bc8a99e/iso-16932-2016)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb0cceb0-819f-4ed9-9c7b-cbfff1bc8a99e/iso-16932-2016>



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

ISO 16932:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb0cceb0-819f-4ed9-9c7b-cbfff1bc8a99e/iso-16932-2016>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2016, 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

<b>Avant-propos</b> .....	<b>v</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 Principe et signification</b> .....	<b>3</b>
4.1 Généralités.....	3
4.2 Objectif.....	3
4.3 Options.....	3
<b>5 Appareillage</b> .....	<b>3</b>
5.1 Généralités.....	3
5.2 Équipement.....	3
5.2.1 Châssis de montage.....	3
5.2.2 Chambre pour l'essai de cycles de pression d'air.....	3
5.2.3 Système de pression d'air.....	4
5.2.4 Appareillage de mesure de la pression d'air.....	4
5.2.5 Dispositif(s) de propulsion de projectiles.....	4
5.2.6 Système de mesure de la vitesse.....	4
5.2.7 Projectiles.....	4
5.3 Étalonnage.....	5
5.3.1 Système de mesure de la vitesse.....	5
5.3.2 Capteurs de pression.....	5
5.3.3 Manomètres.....	5
<b>6 Éprouvettes</b> .....	<b>5</b>
6.1 Généralités.....	5
6.2 Produit verrier.....	5
6.3 Nombre d'échantillons.....	5
6.4 Séquence d'essais.....	5
<b>7 Mode opératoire d'essai</b> .....	<b>6</b>
7.1 Généralités.....	6
7.2 Préparation.....	6
7.2.1 Mise en place.....	6
7.2.2 Conditionnement.....	6
7.2.3 Impact du projectile.....	6
7.3 Essai d'impact par le projectile.....	7
7.3.1 Descriptions des projectiles.....	7
7.3.2 Tolérance applicable à la vitesse à l'impact.....	7
7.3.3 Angle d'impact.....	7
7.3.4 Point d'impact.....	7
7.3.5 Répétition de l'essai.....	8
7.4 Essai de cycles de pression d'air.....	8
7.4.1 Généralités.....	8
7.4.2 Fuite.....	8
7.4.3 Pression d'air différentielle.....	8
7.4.4 Charge d'essai cyclique.....	9
<b>8 Exigences d'essai</b> .....	<b>10</b>
8.1 Généralités.....	10
8.2 Ouvertures.....	10
8.3 Déchaussement des bords.....	11
<b>9 Classification</b> .....	<b>11</b>
9.1 Exigences.....	11
9.2 Projectile applicable.....	11

9.3	Niveaux de protection.....	11
9.4	Zones de vitesse de base du vent.....	12
<b>10</b>	<b>Rapport d'essai.....</b>	<b>12</b>
10.1	Généralités.....	12
10.2	Essai d'impact.....	13
10.3	Essai cyclique de pression d'air.....	13
10.4	Résultats.....	13
<b>Annexe A</b>	<b>(normative) Informations requises.....</b>	<b>15</b>
<b>Annexe B</b>	<b>(normative) Châssis d'essai standard.....</b>	<b>16</b>
<b>Annexe C</b>	<b>(informative) Dispositifs de propulsion de projectiles recommandés.....</b>	<b>18</b>
<b>Annexe D</b>	<b>(informative) Vitesse de base du vent.....</b>	<b>19</b>
<b>Bibliographie</b>	.....	<b>20</b>

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

[ISO 16932:2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb0cceb0-819f-4ed9-9c7b-cbfff1bc8a99e/iso-16932-2016)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb0cceb0-819f-4ed9-9c7b-cbfff1bc8a99e/iso-16932-2016>

## 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 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. 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 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/iso/fr/avant-propos.html](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html)

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/ TC 160, *Verre dans la construction*, sous-comité SC 2, *Utilisation*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 16932:2007), qui a été révisée d'un point de vue technique.

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

ISO 16932:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb0cceb0-819f-4ed9-9c7b-cbfff1bc8a99e/iso-16932-2016>

# Verre dans la construction — Vitrages de protection résistant aux tempêtes destructrices — Essai et classification

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale détermine la résistance des vitrages de protection aux risques naturels caractérisés par des simulations de tempêtes destructrices. La classification est destinée à être utilisée comme base d'évaluation de la capacité des vitrages à ne pas présenter d'ouverture en cas de cyclone tropical au cours duquel les vents atteignent une vitesse de 50 m/s ou plus. L'impact par un ou plusieurs projectiles et les pressions différentielles statiques cycliques qui en résultent simulent les conditions représentatives des débris éoliens et des pressions observées dans le cas d'une tempête destructrice. Les vitrages sont soumis à l'essai dans un châssis normalisé. La classification est fondée sur le risque potentiel pour la vie des personnes en utilisant la vitesse et la pression du vent ainsi que le niveau de protection appropriés.

La méthode d'essai détermine les performances des vitrages de protection destinés à être utilisés dans des menuiseries assemblées, dans des conditions représentatives d'événements qui se produisent dans des environnements exposés à des tempêtes violentes et destructrices, en simulant un ou plusieurs impacts de projectile, suivis de l'application de pressions différentielles statiques cycliques.

Un dispositif de propulsion de projectile, un circuit de pression d'air et une chambre d'essai sont utilisés pour la modélisation de certaines conditions pouvant être représentatives des débris éoliens et des pressions observés dans un environnement exposé aux tempêtes.

La performance déterminée par la présente méthode d'essai est associée à la capacité du vitrage à ne pas présenter d'ouverture dans l'enveloppe du bâtiment au cours d'une tempête.

## 2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de façon normative dans le présent document et sont indispensables à son application. 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)*

## 3 Termes et définitions

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

### 3.1

#### **vitrage de protection résistant aux tempêtes destructrices**

vitrage en verre pour menuiserie, généralement transparents ou translucides, destinés à protéger les biens ou les personnes contre les risques naturels

### 3.2

#### **tempête destructrice**

événement météorologique violent avec vents forts et rafales turbulentes, par exemple cyclones tropicaux dont la vitesse de base du vent (3.3) est égale ou supérieure à 50 m/s, capable de générer des débris éoliens (3.11)

**3.3**  
**vitesse de base du vent**

$V$

vitesse du vent déterminée par l'autorité compétente

Note 1 à l'article: La vitesse de base du vent est destinée à représenter la base de calcul de la vitesse des rafales de vent d'un cyclone tropical, telle qu'elle est utilisée pour décrire une période de retour de moins de 50 ans ou une probabilité annuelle de plus de 0,02.

**3.4**  
**menuiserie assemblée**

système verrier destiné à être installé dans un bâtiment

EXEMPLE Fenêtres extérieures et portes vitrées.

**3.5**  
**pression d'air différentielle**

$P$

pression différentielle statique maximale de l'air spécifiée s'exerçant sur l'éprouvette, générant une charge intérieure ou extérieure

Note 1 à l'article: La pression d'air différentielle est exprimée en pascals ou en ses multiples.

**3.6**  
**projectile**

objet propulsé en direction d'une éprouvette (3.8)

**3.7**  
**charge d'essai cyclique positive (ou négative)**

pression différentielle statique spécifiée de l'air, générant une charge intérieure ou extérieure, à laquelle l'éprouvette est soumise au cours d'une série de cycles

**3.8**  
**éprouvette**

produits verriers et vitrages assemblés dans un châssis normalisé

Note 1 à l'article: Voir l'[Annexe B](#)

**3.9**  
**programme de charge d'essai**

séquence complète de cycles de pression d'air appliqués à l'éprouvette (3.8)

**3.10**  
**projectile en bois**

élément préparé en bois tendre de construction à surface sèche, qui heurte la surface de l'éprouvette de vitrage

**3.11**  
**débris éoliens**

objets transportés par le vent pendant les tempêtes

**3.12**  
**pression de calcul**

pression différentielle statique uniforme de l'air, vers l'intérieur ou vers l'extérieur, pour laquelle l'éprouvette (3.8) est conçue dans des conditions de charge de service, sur la base des spécifications et des concepts de construction civile conventionnels locaux

Note 1 à l'article: Cette pression est déterminée soit par des méthodes analytiques, soit par des essais en soufflerie.



## 4 Principe et signification

### 4.1 Généralités

La présente méthode d'essai consiste à installer l'éprouvette et à la soumettre à essai selon une classe appropriée, en l'exposant à l'impact d'un ou de plusieurs projectiles puis en lui appliquant des pressions différentielles statiques cycliques conformément à un programme de charge d'essai spécifié. L'état de l'éprouvette est ensuite observé et mesuré et les résultats sont consignés.

### 4.2 Objectif

La présente Norme internationale a pour objectif de déterminer la résistance de divers produits et systèmes verriers aux risques caractéristiques de tempêtes destructrices. La qualification selon la présente Norme internationale fournit une base d'évaluation de la capacité des éléments de l'enveloppe du bâtiment à ne pas présenter d'ouverture au cours d'un cyclone tropical, réduisant ainsi au minimum les effets préjudiciables d'une tempête destructrice sur la partie intérieure d'un bâtiment ainsi que l'ampleur de la mise sous pression interne.

### 4.3 Options

L'utilisateur de la présente Norme internationale a la possibilité:

- a) de soumettre à l'essai le produit verrier selon un « niveau de protection » spécifié et requis pour la classification selon 9.3; ou
- b) de soumettre à l'essai le produit verrier selon d'autres conditions exigées par l'autorité compétente, n'aboutissant pas à une classification, auquel cas les informations requises, telles que décrites dans l'Annexe A, doivent être fournies pour le mode opératoire d'essai.

ISO 16932:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb0cceb0-819f-4ed9-9c7b-cbfff1bc8a99e/iso-16932-2016>

## 5 Appareillage

### 5.1 Généralités

Tout équipement permettant de mettre en œuvre le mode opératoire d'essai dans les tolérances admissibles peut être utilisé.

### 5.2 Équipement

#### 5.2.1 Châssis de montage

Ce système de fixation soutient le ou les châssis extérieurs d'essai de l'éprouvette décrits dans l'Annexe B en position verticale au cours des essais. La flèche maximale du châssis de montage au niveau de l'élément le plus long (soit lors de l'impact ou à la pression différentielle statique maximale spécifiée de l'air) ne doit pas dépasser  $L/360$ , où  $L$  désigne la longueur maximale non soutenue d'un élément du châssis de montage. Les mesurages de la flèche du châssis doivent être effectués perpendiculairement au plan de l'éprouvette au point de la flèche maximale. Le châssis de montage doit être intégré à la chambre d'essai ou doit pouvoir être installé dans cette dernière préalablement ou après le ou les impacts de projectile(s). Il doit également être fixé de manière à ne pas se déplacer lorsque l'éprouvette est soumise à un impact. Les spécifications relatives aux châssis d'appui intérieur et extérieur de l'éprouvette sont présentées à l'Annexe B.

#### 5.2.2 Chambre pour l'essai de cycles de pression d'air

Enceinte ou caisson comportant une ouverture sur laquelle l'éprouvette est installée. La chambre d'essai doit pouvoir résister à la pression différentielle statique cyclique spécifiée. Elle doit être suffisamment profonde pour éviter tout contact avec l'éprouvette au cours des cycles de pression. Des prises de

pression doivent être prévues afin de faciliter le mesurage de la pression différentielle statique cyclique. Ces prises doivent être disposées de sorte que les mesurages ne soient pas affectés par l'air fourni ou évacué de la chambre d'essai, ou par toute autre circulation d'air.

### 5.2.3 Système de pression d'air

Soufflerie réglable, circuit d'alimentation en air comprimé/de dépression ou autre système approprié, pouvant fournir la pression d'air différentielle maximale requise (agissant vers l'intérieur et vers l'extérieur) sur l'éprouvette. Les pressions différentielles spécifiées exercées sur l'éprouvette doivent être appliquées et régulées par l'intermédiaire de tout système qui soumet ladite éprouvette au programme de charge d'essai spécifié. Les systèmes de commande appropriés incluent par exemple les robinets à commande manuelle, les robinets à commande électrique ou les robinets à servocommande par ordinateur.

### 5.2.4 Appareillage de mesure de la pression d'air

Les pressions différentielles appliquées sur l'éprouvette doivent être mesurées à l'aide d'un appareillage de mesure de la pression d'air assurant une exactitude correspondant à  $\pm 2\%$  de sa capacité nominale maximale ou  $\pm 100$  Pa, la plus petite des deux valeurs étant retenue, et un temps de réponse inférieur à 50 ms.

EXEMPLE Des appareillages acceptables sont les manomètres mécaniques et les capteurs de pression électroniques.

### 5.2.5 Dispositif(s) de propulsion de projectiles

Dispositif pouvant propulser le projectile à une vitesse et une orientation, vers un point d'impact spécifié, voir l'Annexe C. Le projectile ne doit pas accélérer au moment de l'impact en raison de la force de pesanteur qui s'exerce le long d'une ligne perpendiculaire à l'éprouvette.

### 5.2.6 Système de mesure de la vitesse

Système pouvant mesurer les vitesses des projectiles dans les limites de tolérance définies en 7.3.2.

### 5.2.7 Projectiles

#### 5.2.7.1 Généralités

Les projectiles doivent correspondre à un ou plusieurs des types suivants, selon la classification; voir 9.2. La masse, la taille, la forme et la vitesse à l'impact de tout autre projectile représentatif doivent être déterminées par une analyse technique prenant en compte la vitesse de base théorique du vent.

#### 5.2.7.2 Petite bille

Bille en acier pleine d'une masse de  $2 \text{ g} \pm 5\%$ , présentant un diamètre nominal de 8 mm et une vitesse à l'impact correspondant à 0,40 à 0,80 fois la vitesse de base du vent; voir le Tableau 4.

#### 5.2.7.3 Projectile en bois

En général, les projectiles en bois présentent une densité relative de 0,48 et une dureté de 2 600 N, telle que mesurée par un essai de dureté Janka modifié,<sup>[8]</sup> ainsi qu'une section de 38 mm x 89 mm avec une masse linéique comprise entre 1,61 kg/m et 1,79 kg/m. Le projectile en bois, généralement appelé «2 x 4», en référence à ses dimensions nominales de 2 pouces sur 4 pouces, doit avoir une masse et une vitesse à l'impact telles qu'indiquées dans le Tableau 1. Le projectile ne doit présenter aucun défaut, tels que des nœuds, des fentes, des gerces, des gerçures ou des diminutions sur une longueur de 30 cm à partir de l'extrémité d'impact. L'extrémité d'impact doit être de forme carrée régulière. Si nécessaire pour la propulsion, un sabot circulaire dont la masse ne dépasse pas 0,2 kg peut être utilisé sur le bord

de fuite d'un projectile de grandes dimensions. La masse du projectile de grandes dimensions inclut la masse du sabot.

### 5.3 Étalonnage

#### 5.3.1 Système de mesure de la vitesse

Le système de mesure de la vitesse doit être étalonné avec une exactitude de  $\pm 2\%$  du temps écoulé requis pour mesurer la vitesse du projectile spécifié. L'étalonnage doit être effectué selon l'intervalle recommandé par le fabricant, mais en aucun cas plus de six mois avant la date de réalisation des essais. Le système de mesure de la vitesse doit être étalonné selon au moins l'une des méthodes suivantes:

- méthode photographique utilisant un stroboscope et un appareil photo;
- méthode photographique utilisant une caméra cinématographique ou vidéo à grande vitesse, dont la fréquence d'images est supérieure à 500 images par seconde, qui peut produire une image nette, ainsi qu'un dispositif permettant un visionnement en format normal;
- méthode qui utilise la pesanteur pour accélérer la chute libre d'un objet dont la traînée atmosphérique dans le dispositif de chronométrage est négligeable et qui compare les temps écoulés mesuré et théorique;
- méthode utilisant tout système de mesure de la vitesse à étalonnage indépendant, avec une exactitude de  $\pm 1\%$ .

#### 5.3.2 Capteurs de pression

Les capteurs de pression électroniques doivent être étalonnés tous les six mois à l'aide d'un système d'étalonnage normalisé ou d'un manomètre avec une précision de lecture de 10 Pa (1 mm de colonne d'eau).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/eb0cceb0-819f-4ed9-9c7b-cbfff1bc8a99e/iso-16932-2016>

#### 5.3.3 Manomètres

Il n'est généralement pas nécessaire d'étalonner les manomètres, à condition d'utiliser les instruments à une température proche de leur température de conception.

## 6 Éprouvettes

### 6.1 Généralités

Les éprouvettes doivent être composées du panneau vitré monté dans un châssis d'essai.

Les menuiseries complètement assemblées peuvent être soumises à essai de manière similaire.

### 6.2 Produit verrier

Le produit verrier soumis à essai doit avoir les dimensions nominales suivantes:  $(1\ 100 \pm 5)$  mm  $\times$   $(900 \pm 5)$  mm. Il doit être représentatif des produits commercialisés.

### 6.3 Nombre d'échantillons

Trois éprouvettes doivent être soumises à l'essai d'impact par le projectile en bois ou les petites billes.

### 6.4 Séquence d'essais

Les éprouvettes satisfaisant aux critères d'acceptation de l'essai d'impact par le projectile en bois ou les petites billes doivent être soumises à l'essai de cycles de pression d'air.