

---

---

**Verre dans la construction —  
Exigences techniques générales  
relatives au recyclage des modules  
photovoltaïques intégrés au bâtiment**

*Glass in building — General technical requirements of building  
integrated photovoltaic modules recycling*

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

[ISO/TS 21480:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7524025-806e-4f35-88ce-74fcd23dc42a/iso-ts-21480-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7524025-806e-4f35-88ce-74fcd23dc42a/iso-ts-21480-2021>



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

[ISO/TS 21480:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7524025-806e-4f35-88ce-74fd23dc42a/iso-ts-21480-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7524025-806e-4f35-88ce-74fd23dc42a/iso-ts-21480-2021>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2021

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  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Principes fondamentaux</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b> <b>Classification</b> .....	<b>4</b>
5.1    La classification est possible selon le type de cellule: .....	4
5.2    La classification est possible selon la structure de l'encapsulation: .....	4
5.3    La classification est possible selon l'état à la mise au rebut: .....	4
<b>6</b> <b>Dépose</b> .....	<b>4</b>
<b>7</b> <b>Collecte, transport et stockage</b> .....	<b>6</b>
7.1    Dispositions générales .....	6
7.2    Collecte .....	7
7.3    Transport .....	7
7.4    Stockage .....	7
<b>8</b> <b>Démontage</b> .....	<b>8</b>
8.1    Dispositions générales .....	8
8.2    Terminaison .....	8
8.3    Cadre .....	8
8.4    Laminé PV .....	8
<b>9</b> <b>Traitement</b> .....	<b>9</b>
9.1    Dispositions générales .....	9
9.2    Verre .....	9
9.3    Intercalaire .....	9
9.4    Cellule solaire .....	10
9.5    Bande de soudure .....	10
9.6    Face arrière en plastique .....	11
<b>10</b> <b>Valorisation</b> .....	<b>11</b>
10.1   Valorisation des matériaux semi-conducteurs .....	11
10.2   Valorisation des matériaux métalliques .....	12
10.3   Valorisation du verre .....	12
10.4   Valorisation des matériaux polymères .....	12
<b>11</b> <b>Gestion</b> .....	<b>13</b>
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Données recueillies pour le système statistique d'information</b> .....	<b>14</b>
<b>Annexe B</b> (informative) <b>Questions importantes en matière de recyclage</b> .....	<b>15</b>
<b>Annexe C</b> (informative) <b>Exigences communes relatives au travail en hauteur</b> .....	<b>16</b>
<b>Annexe D</b> (informative) <b>Exemples d'exigences applicables aux émissions de polluants</b> .....	<b>17</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>18</b>

## 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 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](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.

(standards.iteh.ai)

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 [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 160, *Verre dans la construction*, sous-comité SC 1, *Produits*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

# Verre dans la construction — Exigences techniques générales relatives au recyclage des modules photovoltaïques intégrés au bâtiment

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences relatives au recyclage des modules photovoltaïques intégrés au bâtiment (building integrated photovoltaic, BIPV). Il est adapté aux modules photovoltaïques au silicium cristallin et modules photovoltaïques en couches minces.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 472, *Plastiques — Vocabulaire*

ISO 11469, *Plastiques — Identification générique et marquage des produits en matière plastique*

## 3 Termes et définitions

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

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

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

### 3.1

#### rebut de module photovoltaïque

#### rebut de module PV

module photovoltaïque que le détenteur met au rebut, a l'intention de mettre au rebut ou a l'obligation de mettre au rebut

### 3.2

#### verre feuilleté photovoltaïque

#### verre feuilleté PV

module photovoltaïque bi-verre

module PV bi-verre

verre feuilleté qui intègre la fonction de production d'électricité photovoltaïque

Note 1 à l'article: Ce terme couvre à la fois le verre feuilleté (voir l'ISO 12543-3) et le verre feuilleté de sécurité (voir l'ISO 12543-2).

[SOURCE: ISO/TS 18178:2018, 3.1, modifié — «photovoltaïque» a été remplacée par «PV».]

### 3.3

#### **matériau dangereux**

article, élément ou substance présentant un potentiel d'effet préjudiciable en termes de blessure ou d'atteinte à la santé des personnes (à court et à long terme) et de dommages aux biens et à l'environnement, ou une combinaison de ces préjudices

[SOURCE: ISO 30000:2009, 3.5]

### 3.4

#### **collecte**

procédé logistique de déplacement des rebuts de modules photovoltaïques de leur source vers un lieu de valorisation

[SOURCE: ISO 472:2013, 2.1682, modifié — Le domaine d'application a été supprimé et le terme «déchets plastiques» a été remplacé par «rebuts de modules photovoltaïques».]

### 3.5

#### **stockage**

activité de stockage temporaire des rebuts de modules photovoltaïques en un lieu spécial qui satisfait aux exigences visant à la *collecte* (3.4), au transport, au *traitement* (3.10) et à l'*élimination* (3.11)

### 3.6

#### **démontage**

ensemble des activités de démontage et de désintégration des rebuts de modules photovoltaïques d'une manière manuelle ou mécanique pour des raisons pratiques de *traitement* (3.10)

### 3.7

#### **réutilisation**

utilisation d'un produit plus d'une fois, dans sa forme d'origine

[SOURCE: ISO 472:2013, 2.1708, modifié — La note à l'article a été supprimée.]

### 3.8

#### **recyclage**

traitement de déchets aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins, à l'exception de la valorisation énergétique

[SOURCE: ISO 472:2013, 2.1706]

### 3.9

#### **valorisation**

traitement de déchets aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins, y compris la valorisation énergétique

[SOURCE: ISO 472:2013, 2.1704]

### 3.10

#### **traitement**

ensemble des activités de décontamination, de *démontage* (3.6), de broyage et de *recyclage* (3.8) des rebuts de modules photovoltaïques

### 3.11

#### **élimination**

ensemble des activités visant à diminuer ou éliminer le danger des rebuts de modules photovoltaïques

Note 1 à l'article: Cela peut se faire au moyen d'une modification des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques.

Note 2 à l'article: Les activités de placement final des rebuts de modules photovoltaïques dans un lieu ou une installation qui satisfait aux exigences de protection de l'environnement.

**3.12****terminaison**

composant utilisé pour extraire le courant continu du module photovoltaïque

**3.13****laminé photovoltaïque****laminé PV**

partie d'un module photovoltaïque constituée d'un substrat, d'un encapsulant, d'un circuit de cellule photovoltaïque complet et d'une couverture

Note 1 à l'article: Un module photovoltaïque comprend un laminé et une boîte de jonction. Un cadre et d'autres accessoires peuvent également être ajoutés.

[SOURCE: IEC/TS 61836:2016, 3.1.50, modifié — Le terme préféré a été modifié en «laminé photovoltaïque».]

**3.14****modules photovoltaïques qui perdent en performances de sécurité****modules PV qui perdent en performances de sécurité**

modules photovoltaïques présentant des risques structurels, électriques et autres affectant la sécurité

**3.15****taux de valorisation**

rapport entre le poids des matériaux ou composants de valorisation et le poids total des rebuts de modules photovoltaïques

iTeh STANDARD PREVIEW

**4 Principes fondamentaux**

(standards.iteh.ai)

**4.1** Les principes fondamentaux sont la maximisation de l'utilisation des ressources et la réduction de la pollution environnementale.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7524025-806e-4f35-88ce-74fcd23dc42a/iso-ts-21480-2021>

**4.2** Le traitement doit être réalisé dans l'ordre suivant: réutilisation, recyclage et valorisation énergétique. Il convient que la réutilisation et la valorisation énergétique soient conformes aux exigences des normes ou spécifications correspondantes.

**4.3** Le traitement et l'élimination doivent adopter la technologie actuelle, optimale et réalisable. Toutes les mesures nécessaires doivent être mises en œuvre afin de s'assurer que l'effet du procédé de recyclage sur le personnel et l'environnement est conforme aux normes applicables pendant le traitement et l'élimination.

**4.4** Les participants, y compris les entreprises de dépose, de transport et de recyclage, doivent établir des systèmes statistiques d'information appropriés pour la collecte, le traitement et l'élimination des rebuts de modules PV. Les données/informations pertinentes (voir [Tableau A.1](#)) doivent être sauvegardées et mises à la disposition des services ou entreprises compétentes.

**4.5** Il convient que les rebuts de modules PV ne soient pas directement mis en décharge ou brûlés.

**4.6** Il convient d'utiliser des matériaux ou composants de valorisation dans les modules PV.

**4.7** Il convient d'accorder une attention particulière au recyclage (voir [Annexe B](#)) dans la documentation du module PV.

## 5 Classification

### 5.1 La classification est possible selon le type de cellule:

- a) module PV au silicium cristallin;
- b) module PV au cuivre indium gallium sélénium (CIGS);
- c) module PV au tellure de cadmium (CdTe);
- d) module PV au silicium en couches minces;
- e) autres types de module PV.

### 5.2 La classification est possible selon la structure de l'encapsulation:

- a) module PV en verre simple;
- b) verre feuilleté PV;
- c) module PV en verre multicouche.

### 5.3 La classification est possible selon l'état à la mise au rebut:

- a) module PV qui perd en performances de sécurité;
- b) module PV endommagé en apparence, mais dont les performances de production d'énergie fonctionnent correctement;
- c) module PV dont les performances de production d'énergie présentent une atténuation évidente, mais sans endommagement apparent;
- d) module PV sans endommagement apparent, dont les performances de production d'énergie sont correctes et que le détenteur met au rebut ou a l'intention de mettre au rebut pour d'autres causes.

NOTE Ces modules PV peuvent être réutilisés sans recyclage.

## 6 Dépose

**6.1** La dépose des rebuts de modules PV doit empêcher les émissions excessives de polluants, tels que les vis, le caoutchouc et les composants métalliques.

**6.2** Conformément aux méthodes de l'ISO 15928, il convient que le niveau de sécurité des bâtiments après la dépose des rebuts de modules PV ne soit pas inférieur à celui du bâtiment avant démontage.

**6.3** Il convient que la sécurité électrique tout au long de la dépose soit conforme aux exigences de l'IEC 60364-7-704, l'IEC 60364-5-54 et l'IEC 60364-5-55.

**6.4** Les exigences relatives à la dépose des rebuts de modules PV sont spécifiées dans les codes nationaux ou locaux de sécurité des bâtiments.

**6.5** La sécurité de la structure des bâtiments et la sécurité des utilisateurs doivent être assurées au cours du processus de dépose.

**6.6** Le système doit être isolé électriquement avant la dépose et ne doit pas être sous tension tant que l'ensemble du système n'a pas été réparé après avoir été partiellement démonté.



**6.7** Il convient d'installer des filets de sécurité dans la zone de travail afin d'éviter toute chute d'outils et de matériaux. Il convient que les travailleurs soient équipés de dispositifs de sécurité tels que des casques de sécurité, des câbles de sécurité, des chaussures de sécurité et des vêtements de sécurité.

**6.8** Il convient de veiller à l'intégrité des modules PV pendant le processus de dépose.

**6.9** Afin d'éviter les accidents de choc électrique, une fois que le rebut de module PV est séparé de l'onduleur, les câbles du module et de l'onduleur doivent être isolés par des matériaux isolants.

**6.10** Lorsqu'un module est fissuré, afin d'éviter les chocs électriques, il convient d'isoler préalablement la surface du rebut de module PV fissuré, s'il est nécessaire de le démonter par temps de pluie et de neige. Il convient que les conditions a) et b) ne soient pas remplies en même temps:

- a) la lumière du soleil irradie directement la face du module qui reçoit la lumière;
- b) la personne entre en contact avec l'électrode interne du module directement ou à travers le fluide conducteur.

**6.11** Lorsqu'un module est fissuré, avant dépose, il convient de mettre en place des mesures de sécurité pour empêcher la chute des parties cassées.

**6.12** Le côté intérieur du bâtiment où le rebut de module PV est démonté doit être correctement sécurisé.

## iTeh STANDARD PREVIEW

**6.13** En fonction de la hauteur de démontage du rebut de module PV, la taille appropriée de la zone au sol interdite d'accès doit être définie en se référant au [Tableau 1](#).

**Tableau 1 — Détermination de la dimension de la zone interdite d'accès**

Hauteur de dépose, $h$ m	Rayon de la zone interdite d'accès m
$2 \leq h \leq 5$	3
$5 < h \leq 15$	4
$15 < h \leq 30$	5
$h > 30$	6

**6.14** Tout au long du processus de dépose, il convient de prendre des mesures de sécurité pour le module PV afin d'éviter les accidents tels que la chute, le basculement et l'éclatement d'un module, dus au fonctionnement, au vent et à la pluie, etc.

**6.15** Pour les rebuts de modules PV du côté du bâtiment, si les conditions le permettent, il convient d'effectuer les travaux de dépose depuis l'intérieur du bâtiment plutôt que depuis l'extérieur du bâtiment.

**6.16** Si la circulation est trop importante, il convient que l'heure choisie pour l'opération corresponde à la période de la journée lors de laquelle la circulation n'est pas importante. Si la condition ci-dessus ne peut pas être satisfaite, la route peut être temporairement fermée ou le rayon de la zone interdite d'accès peut être étendu.

**6.17** Si la vitesse du vent est supérieure à 10 m/s ou en cas d'autres conditions météorologiques défavorables telles que la pluie, l'orage, la neige et le brouillard, il convient de ne pas procéder à l'opération de dépose du rebut de module PV, sauf si les réglementations nationales ou locales l'autorisent.

**6.18** Avant la dépose, les travailleurs doivent nettoyer la zone de travail et éliminer l'eau, la neige, l'huile, la poussière et les autres matériaux glissants à la surface des composants du module PV.

**6.19** Avant la dépose, un plan de sécurité doit être défini en fonction des conditions du bâtiment. Les travailleurs doivent veiller à la sécurité de l'outil et du travailleur effectuant la dépose en temps réel pendant l'opération, en évitant les accidents tels que la chute d'outils, la rupture du câble, un point fixe instable. La communication entre les travailleurs doit être claire.

**6.20** Les équipements de sécurité et de construction doivent être entièrement préparés avant les travaux de dépose du rebut de module PV.

**6.21** Si le bâtiment où les rebuts de modules PV sont démontés est habité ou ouvert au public, il convient d'installer de nouveaux modules BIPV ou des matériaux ayant une fonction d'élément de bâtiment pour réparer immédiatement le bâtiment.

**6.22** Il convient d'enregistrer les modules démontés dans le système statistique d'information afin de former un système d'information complet avec les parties transport et recyclage.

**6.23** Il convient que la dépose des vitrages isolants photovoltaïques avec production d'énergie photovoltaïque évite tout bris de verre provoqué par l'opération.

**6.24** Il convient de retirer les accessoires des modules BIPV pendant le processus de dépose. Si les accessoires ne peuvent pas être retirés sur place, il convient de collecter ces modules séparément et de retirer les accessoires avant le traitement de recyclage.

**6.25** Les exigences relatives aux travaux de dépose sont spécifiées dans les réglementations nationales ou locales relatives au travail en hauteur.

NOTE Se référer à l'[Annexe C](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7524025-806e-4f35-88ce-741cd25dc42a/iso-ts-21480-2021) pour les exigences communes relatives au travail en hauteur.

## 7 Collecte, transport et stockage

### 7.1 Dispositions générales

**7.1.1** Au cours du processus de collecte, de transport et de stockage, les dommages causés par une fuite électrique de la cellule solaire doivent être évités.

**7.1.2** Les modules PV qui perdent en performances de sécurité doivent être classés avant la collecte, le transport et le stockage. Cela doit être réalisé de manière à éviter tout risque de blessure.

**7.1.3** Les modules PV présentant un risque de fuite de métaux lourds doivent être classés avant la collecte, le transport et le stockage. Cela doit être réalisé de manière à éviter la pollution de l'environnement.

**7.1.4** Les modules PV doivent éviter toute pollution secondaire ayant une incidence sur le recyclage, comme la pollution par les hydrocarbures et la corrosion saline alcaline.

**7.1.5** Trier les rebuts de modules PV en fonction de la taille et de la forme des rebuts de modules PV avant le transport et le stockage.

## 7.2 Collecte

**7.2.1** Les rebuts de modules PV ne doivent pas être mélangés avec des déchets ménagers ou des déchets solides industriels.

**7.2.2** Les rebuts de modules PV collectés doivent être stockés conformément aux exigences de [7.4](#).

**7.2.3** Le collecteur doit fournir des rebuts de modules PV collectés à des organismes qualifiés pour le démontage et le traitement.

**7.2.4** Des mesures de protection doivent être mises en place pour éviter l'endommagement des modules et la chute des composants cassés lors du processus de collecte, comme les morceaux de verre, d'intercalaire, de terminaison, de câble et de cellule solaire, susceptibles de blesser ou de polluer l'environnement.

## 7.3 Transport

**7.3.1** Il convient d'enregistrer le rebut de module PV dans le système statistique de gestion de l'information avant le transport.

**7.3.2** Au cours du processus de transport, le démontage et le traitement non autorisés des rebuts de modules PV ne doivent être effectués sous aucune forme que ce soit.

**7.3.3** Des mesures de protection doivent être mises en place pour éviter l'endommagement des modules et la chute des composants cassés lors du processus de transport, comme les morceaux de verre, d'intercalaire, de terminaison, de câble et de cellule solaire, susceptibles de blesser ou de polluer l'environnement.

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7524025-806e-4f35-88ce-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c7524025-806e-4f35-88ce-74fcd23dc42a/iso-ts-21480-2021)

**7.3.4** La pollution secondaire des rebuts de modules PV doit être évitée lors du transport, en particulier la pollution par les hydrocarbures et la corrosion saline alcaline. Il convient que l'organisme de transport prenne contact avec un organisme de recyclage pour vérifier si le processus de recyclage exige d'éviter tout endommagement secondaire des modules PV ou comporte d'autres exigences.

## 7.4 Stockage

**7.4.1** Les exigences relatives au site de stockage des rebuts de modules PV peuvent être trouvées dans les réglementations applicables, c'est-à-dire dans les lois et réglementations nationales et locales.

**7.4.2** Tous les types de rebuts de modules PV doivent être classés avant le stockage et tous les types de modules (voir [5.1](#)) doivent être marqués de manière appropriée à des endroits bien visibles.

**7.4.3** Il doit être garanti que les polluants, tels que les morceaux de verre, de cellule solaire, de terminaison et de câble, ne peuvent pas tomber pendant le stockage, afin d'éviter toute pollution de l'environnement.

**7.4.4** Il convient d'éviter la pollution secondaire, en particulier la pollution par les hydrocarbures et la corrosion saline alcaline, pendant le stockage. Il convient que l'entreprise de stockage prenne contact avec un organisme de recyclage pour confirmer si le processus de recyclage exige d'éviter tout endommagement secondaire des modules PV ou comporte d'autres exigences.