

# Durabilité des vitrages feuilletés dans l'ouvrage

## Cahier des Prescriptions Techniques

Ce document a été validé par le Groupe Spécialisé n° 6 et le Groupe Spécialisé n° 2.1, en mars et avril 2021.

**Groupe Spécialisé n° 6**  
Composants de baies et vitrages  
**Groupe Spécialisé n° 2.1**  
Produits et procédés de façade légère



Commission chargée de formuler des Avis Techniques  
et Documents Techniques d'Application

(arrêté du 21 mars 2012)

---

Secrétariat de la commission des Avis Techniques  
CSTB, 84 avenue Jean Jaurès, Champs sur Marne, FR-77447 Marne la Vallée Cedex 2  
Tél. : 01 64 68 82 82 - Internet : [www.ccfat.fr](http://www.ccfat.fr)

Établissement public au service de l'innovation dans le bâtiment, le CSTB, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, exerce quatre activités clés : la recherche, l'expertise, l'évaluation, et la diffusion des connaissances, organisées pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique dans le monde de la construction. Son champ de compétences couvre les produits de construction, les bâtiments et leur intégration dans les quartiers et les villes.

Avec plus de 900 collaborateurs, ses filiales et ses réseaux de partenaires nationaux, européens et internationaux, le groupe CSTB est au service de l'ensemble des parties prenantes de la construction pour faire progresser la qualité et la sécurité des bâtiments.

# SOMMAIRE

<b>Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Dispositions générales .....</b>	<b>5</b>
1.1. Vitrage feuilleté sans revêtement côté intercalaire, et sans insertion.....	5
1.1.1. Verre float / intercalaire / verre float.....	5
1.1.2. Verre face imprimée / intercalaire / verre float.....	6
1.2. Vitrage feuilleté intégrant un/des verres à couche, avec couche côté intercalaire .....	6
1.2.1. Verre / couche totale/ intercalaire / verre .....	6
1.2.2. Verre / couche partielle (motifs) / intercalaire / verre .....	7
1.3. Vitrage feuilleté intégrant un/des verres émaillés, avec émail côté intercalaire .....	7
1.3.1. Verre / émail total / intercalaire / verre .....	7
1.3.2. Verre / émail partiel / intercalaire / verre .....	8
1.3.3. Verre / couche / émail partiel / intercalaire / verre .....	9
1.3.4. Verre / émail partiel / couche / intercalaire / verre .....	9
1.4. Vitrage feuilleté intégrant un verre laqué.....	9
1.5. Vitrage feuilleté intégrant des insertions (mailles, film PET ou autre film polymère...) .....	9
1.5.1. Verre / intercalaire / insert / intercalaire / verre .....	9
1.5.2. Verre / émail partiel / intercalaire / insert / intercalaire / verre .....	10
1.6. Vitrages à propriétés dynamiques (électrochrome, thermochrome, Led, vitrages chauffants, PV, ...) ..	10
<b>2. Dispositions complémentaires pour les vitrages feuilletés soumis à échauffement .....</b>	<b>10</b>
<b>3. Dispositions complémentaires pour les vitrages feuilletés de sécurité ayant une fonction de protection des personnes vis-à-vis du risque de chute dans le vide .....</b>	<b>10</b>
3.1. Classement des vitrages .....	10
3.2. Essais de choc sur ouvrage .....	11
<b>4. Dispositions particulières en fonction du mode de mise en œuvre.....</b>	<b>11</b>
4.1. Cas des bords libres.....	11
4.1.1. Vitrages simples .....	11
4.1.2. Vitrages isolants .....	11
4.2. Vitrages Extérieurs Attachés .....	11
4.3. Garde-corps en verre encastré en pied.....	11
4.4. Brise-soleil en verre .....	12
4.5. Planchers et marches en verre.....	12
4.6. Raidisseurs et poutres en verre.....	12
<b>Annexe 1 : Vérification de l'adhérence par essais.....</b>	<b>13</b>
1 Préparation des échantillons .....	13

2 Méthode de vieillissement simulé.....	13
3 Méthodes d'essai d'adhérence.....	13
3.1 Traction perpendiculaire .....	13
3.2 Cisaillement par torsion .....	14
3.3 Cisaillement en compression.....	14
4 Critères d'évaluation.....	15
<b>Annexe 2 Essai de Bake Test 140°C et critères .....</b>	<b>16</b>
1 Echantillons .....	16
2 Méthode d'essai .....	16
3 Critères.....	16

## Introduction

Ce document a pour objet d'établir une liste de référence des justifications expérimentales nécessaires, ainsi que les modalités d'essai et les critères correspondants, en vue de l'appréciation de la durabilité et du maintien des performances des vitrages feuilletés mis en œuvre de manière non traditionnelle dans un bâtiment. Il s'agit notamment de préciser les règles dans le cas des interfaces pour lesquelles un intercalaire est au contact avec une surface différente du verre (couche, émail, insertion...).

De manière générale, ce document ne vise pas les règles de conception, de fabrication ou de mise en œuvre des vitrages feuilletés, décrites dans les référentiels applicables, toutefois certaines dispositions sont précisées en complément à ces référentiels.

Par ailleurs, le document n'aborde pas les justifications de compatibilité des vitrages feuilletés avec les produits de calfeutrement ou tout produit en contact, décrites dans les référentiels applicables, cette compatibilité étant également un facteur de durabilité des vitrages feuilletés dans l'ouvrage.

Les définitions de la norme NF EN ISO 12543-1 s'appliquent.

## 1. Dispositions générales

La durabilité des vitrages feuilletés s'évalue en fonction des différentes combinaisons possibles d'assemblage. Ces vitrages relèvent de la norme NF EN 14449.

### 1.1. Vitrage feuilleté sans revêtement côté intercalaire, et sans insertion

#### 1.1.1. Verre float / intercalaire / verre float

##### 1.1.1.1. Intercalaire traditionnel (PVB, EVA)

Les essais ayant trait à la durabilité relèvent de la NF EN ISO 12543-4, version 2011 sous la responsabilité du transformateur. Pour les applications visées, les méthodes d'essai sont les suivantes :

- essai à haute température selon le §5.3.2 (durée 16 h),
- essai à haute humidité avec condensation selon le §6.3.1,
- essai 2000 h UV selon le §7.3 : possibilité de rapport d'essai fourni par un tiers avec autorisation.

Le mode de preuve est la déclaration de performances (DoP) du transformateur suivant la NF EN 14449.

##### 1.1.1.2. Intercalaire non traditionnel

L'application du paragraphe 1.1.1.1 est un pré-requis à compléter par les paragraphes suivants.

##### 1.1.1.2.1. Intercalaire Ionomère

L'utilisation dans un ouvrage d'un vitrage feuilleté intégrant un intercalaire ionomère est une technique non traditionnelle.

Le mode de preuve est la procédure de DTA ou d'ATEX le cas échéant.

Pour l'instruction du DTA, le mode de preuve est précisé dans la liste minimale des éléments habituellement demandés par le Groupe Spécialisé n° 06 « Composants de baies et vitrages » (voir site <http://www.ccfat.fr/produits-procedes/detail-famille/175/>).

##### 1.1.1.2.2. Intercalaires PVB et EVA rigides

L'utilisation dans un ouvrage d'un vitrage feuilleté intégrant un intercalaire PVB ou EVA rigide est une technique non traditionnelle.

Le mode preuve est la procédure de DTA ou d'ATEX le cas échéant.

Pour l'instruction du DTA, le mode de preuve est précisé dans la liste minimale des éléments habituellement demandés par le Groupe Spécialisé n° 06 « Composants de baies et vitrages » (voir site <http://www.ccfat.fr/produits-procedes/detail-famille/175/>).

A l'intérieur des locaux et sans fonction de protection des personnes vis-à-vis du risque de chute dans le vide, aucune exigence complémentaire au paragraphe 1.1.1.1 n'est requise.

#### 1.1.1.2.3. Intercalaire de toute nature imprimé

L'utilisation dans un ouvrage d'un vitrage feuilleté intégrant un intercalaire imprimé est une technique non traditionnelle.

Le mode preuve est la procédure de DTA ou d'ATEX le cas échéant.

Pour l'instruction du DTA, le mode de preuve est précisé dans la liste minimale des éléments habituellement demandés par le Groupe Spécialisé n° 06 « Composants de baies et vitrages » (voir site <http://www.ccfat.fr/produits-procedes/detail-famille/175/>).

A l'intérieur des locaux et sans fonction de sécurité, aucune exigence complémentaire au paragraphe 1.1.1.1 n'est requise pour les intercalaires PVB et EVA.

### 1.1.2. Verre face imprimée / intercalaire / verre float

Le verre imprimé est conforme à la NF EN 572-5.

Les paragraphes 1.1.1.1 ou 1.1.1.2 s'appliquent en fonction de la nature de l'intercalaire.

### 1.2. Vitrage feuilleté intégrant un/des verres à couche, avec couche côté intercalaire

Le verre à couche est conforme et classé suivant la norme NF EN 1096.

NOTE : Une famille de couches est définie en référence à un empilage de strates : pour toutes les couches de cette famille, la strate côté verre est toujours la même. Il en est de même pour la strate côté intercalaire. Les essais de type de la NF EN ISO 12543-4 sont réputés valables par famille de couches.

L'application du paragraphe 1.1.1.1 est un pré-requis à compléter par les paragraphes suivants.

#### 1.2.1. Verre / couche totale/ intercalaire / verre

##### 1.2.1.1. Cas des couches de classe A et B selon NF EN 1096

###### 1.2.1.1.1. Intercalaire traditionnel

Lorsque la couche est en contact avec un intercalaire PVB, les essais décrits au paragraphe 1.1.1.1 sont seuls requis.

Compte tenu de la disparité dans les formulations d'EVA, en complément au paragraphe 1.1.1.1, les rapports d'essais de type sont à joindre à la déclaration de performances (DoP) du transformateur suivant la norme NF EN 14449.

###### 1.2.1.1.2. Intercalaire non traditionnel

Le paragraphe 1.1.1.2 s'applique.

Le mode de preuve est la procédure de DTA ou d'ATEX le cas échéant visant l'assemblage verre / couche totale / intercalaire / verre.

L'essai d'adhérence avant et après vieillissement réalisé selon l'annexe 1 est l'un des éléments d'évaluation de l'ouvrage.

### 1.2.1.2. Cas des couches de classe C et D selon NF EN 1096

#### 1.2.1.2.1. Intercalaire traditionnel

Ces couches doivent être émarginées sur une hauteur de 15 mm en périphérie du vitrage, ce qui implique que le vitrage feuilleté soit fabriqué en mesures fixes.

Compte tenu de la variété des couches et des intercalaires, en complément au paragraphe 1.1.1.1, les preuves à fournir sont :

- les rapports d'essais de type ainsi que la déclaration de performances (DoP) du transformateur suivant la NF EN 14449,
- l'essai à haute humidité avec condensation selon le §6.3.1 de la norme NF EN ISO 12543-4, réalisé avec la couche émarginée et avec un résultat sans bulles, sans délaminage et sans altération visuelle sur l'intégralité de l'échantillon,
- l'essai d'adhérence avant et après vieillissement est réalisé selon l'annexe 1,

#### 1.2.1.2.2. Intercalaire non traditionnel

Le paragraphe 1.1.1.2 s'applique.

Le mode de preuve est la procédure de DTA ou d'ATEX le cas échéant, visant l'assemblage verre / couche / intercalaire / verre.

L'essai d'adhérence avant et après vieillissement réalisé selon l'annexe 1 est l'un des éléments d'évaluation de l'ouvrage.

### 1.2.2. Verre / couche partielle (motifs) / intercalaire / verre

Le transformateur doit disposer de résultats d'essai avec l'intercalaire au contact du verre avec les motifs, ou avec l'intercalaire au contact du verre et au contact du verre à couche couvert totalement.

### 1.3. Vitrage feuilleté intégrant un/des verres émaillés, avec émail côté intercalaire

Le verre émaillé est conforme à la NF EN 1863-1 ou NF EN 12150-1 ou NF EN 14179-1.

NOTE : Un émaillage résulte de la vitrification d'un mélange (poudre, pâte ou liquide) constituée de fritte de verre colorée par des pigments composés d'éléments minéraux d'oxydes métalliques. Selon le mode de dépôt (impression digitale, rouleau, sérigraphie, rideau, spray...), l'épaisseur de l'émail peut varier. La diversité des teintes et modes de dépôt est importante.

Compte tenu de la présence d'émail, le vitrage feuilleté émaillé peut, en fonction de son exposition, avoir tendance à s'échauffer davantage qu'un vitrage non émaillé (se référer en complément aux dispositions spécifiques décrites au paragraphe 2 de ce document).

#### 1.3.1. Verre / émail total / intercalaire / verre

##### 1.3.1.1. Intercalaire traditionnel

Les résultats des essais selon la NF EN ISO 12543-4 définis au paragraphe 1.1.1.1 obtenus avec des émaux de couleur blanche et noire sont réputés valables, pour l'ensemble des couleurs de la même gamme d'émaux.

NOTE 1 : Les gammes d'émaux sont déclarées par le fournisseur de l'émail.

NOTE 2 : Le transformateur est responsable de la conformité à la NF EN 14449. Le contrôle de production doit prendre en compte le verre émaillé avec la couleur du projet.

Cette règle d'extension ne s'applique pas aux gammes d'émaux métalliques (brillant, argent, or, bronze...) ou aux gammes de couleurs vives (rouge...) pour lesquels les essais définis au paragraphe 1.1.1.1 sont à réaliser avec la composition exacte.

Les rapports d'essais de type sont à joindre à la déclaration de performances (DoP) du transformateur suivant la NF EN 14449.

### **1.3.1.2. Intercalaire non traditionnel**

Le paragraphe 1.1.1.2 s'applique. La règle d'extension définie au paragraphe 1.3.1.1, et sa limitation, sont valables.

Le mode preuve est la procédure de DTA ou d'ATEX le cas échéant, visant l'assemblage verre / émail / intercalaire / verre.

L'essai d'adhérence avant et après vieillissement réalisé selon l'annexe 1 est l'un des éléments d'évaluation de l'ouvrage.

### **1.3.2. Verre / émail partiel / intercalaire / verre**

#### **1.3.2.1. Intercalaire traditionnel**

Le fabricant de vitrages feuilletés fait réaliser des essais suivant la NF EN ISO 12543-4 définis au paragraphe 1.1.1.1, portant sur des échantillons représentatifs de sa production, avec des émaux de couleur noire et de couleur blanche et une zone émaillée possédant certaines caractéristiques.

Ces essais sont réputés valables :

- Pour l'ensemble des couleurs de la même gamme d'émaux.
- Pour des caractéristiques similaires de la zone émaillée : taux de couverture de l'émail, distance entre motifs dans cette zone, épaisseur d'émail, distance au bord

Cette règle d'extension ne s'applique pas aux gammes d'émaux métalliques (brillant, argent, or, bronze...) ou aux gammes de couleurs vives (rouge...) pour lesquels les essais définis au paragraphe 1.1.1.1 sont à réaliser avec la composition exacte.

NOTE 1 : Les gammes d'émaux sont déclarées par le fournisseur de l'émail.

NOTE 2 : L'épaisseur d'émail est déclarée par le transformateur

NOTE 3 : Le transformateur est responsable de la conformité à la NF EN 14449. Le contrôle de production doit prendre en compte le verre émaillé avec la couleur du projet.

Les rapports d'essais de type sont à joindre à la déclaration de performances (DoP) du transformateur suivant la NF EN 14449.

#### **1.3.2.2. Intercalaire non traditionnel**

Le paragraphe 1.1.1.2 s'applique. La règle d'extension définie au paragraphe 1.3.2.1, et sa limitation, sont valables.

Le mode de preuve est la procédure de DTA ou d'ATEX le cas échéant, visant l'assemblage verre / émail / intercalaire / verre.

L'essai d'adhérence avant et après vieillissement réalisé selon l'annexe 1 est l'un des éléments d'évaluation de l'ouvrage.



### **1.3.3. Verre / couche / émail partiel / intercalaire / verre**

Le verre à couche est conforme et classé suivant la NF EN 1096. Le verre émaillé sur couche doit être conforme à la NF EN 1863-1 ou NF EN 12150-1 ou NF EN 14179-1.

#### **1.3.3.1. Intercalaire traditionnel**

Le paragraphe 1.1.1.1 s'applique avec la composition exacte du vitrage feuilleté (intercalaire, couche, mélange d'émail, couleur et motif et épaisseur d'émail).

Dans le cas de couches de classes C et D, le paragraphe 1.2.1.2.1 s'applique en complément.

Les rapports d'essais de type sont à joindre à la déclaration de performances (DoP) du transformateur suivant la NF EN 14449.

#### **1.3.3.2. Intercalaire non traditionnel**

Le paragraphe 1.1.1.2 s'applique.

Le mode preuve est la procédure de DTA ou d'ATEX le cas échéant.

L'essai d'adhérence avant et après vieillissement réalisé selon l'annexe 1 est l'un des éléments d'évaluation de l'ouvrage.

### **1.3.4. Verre / émail partiel / couche / intercalaire / verre**

Le verre avec émail partiel doit être conforme à la NF EN 1863-1 ou NF EN 12150-1 ou NF EN 14179-1. Le verre à couche (déposé sur l'émail) est conforme et classé suivant la NF EN 1096.

Le paragraphe 1.3.3 s'applique.

### **1.4. Vitrage feuilleté intégrant un verre laqué**

Le verre laqué est un vitrage recuit conforme à la NF EN 16477-1. Il n'est pas traité par ce document car la laque ne peut généralement pas être au contact avec un intercalaire.

### **1.5. Vitrage feuilleté intégrant des insertions (mailles, film PET ou autre film polymère...)**

L'application du paragraphe 1.1.1 est un pré-requis à compléter par les paragraphes suivants.

#### **1.5.1. Verre / intercalaire / insert / intercalaire / verre**

##### **1.5.1.1. Intercalaire traditionnel**

A l'intérieur des locaux intérieurs et sans fonction de sécurité, les essais décrits au paragraphe 1.1.1.1 sont seuls requis.

NOTE : Le transformateur est responsable de la conformité à la NF EN 14449. Le contrôle de production doit prendre en compte l'intégration de l'insert dans les vitrages feuilletés produits

Dans les autres cas, l'utilisation de ce produit dans un ouvrage est une technique non traditionnelle.

Le mode preuve est la procédure de DTA ou d'ATEX le cas échéant.

L'essai d'adhérence avant et après vieillissement réalisé selon l'annexe 1 est l'un des éléments d'évaluation de l'ouvrage.

### **1.5.1.2. Intercalaire non traditionnel**

Le paragraphe 1.1.1.2 s'applique.

Le mode preuve est la procédure de DTA ou d'ATEX le cas échéant.

L'essai d'adhérence avant et après vieillissement réalisé selon l'annexe 1 est l'un des éléments d'évaluation de l'ouvrage.

### **1.5.2. Verre / émail partiel / intercalaire / insert / intercalaire / verre**

Le paragraphe 1.5.1 s'applique.

### **1.6. Vitrages à propriétés dynamiques (électrochrome, thermochrome, Led, vitrages chauffants, PV, ...)**

Le paragraphe 1.1.1.2 s'applique.

Le mode preuve est la procédure de DTA ou d'ATEX le cas échéant.

## **2. Dispositions complémentaires pour les vitrages feuilletés soumis à échauffement**

La température maximale d'exposition des vitrages feuilletés est définie dans le Cahier du CSTB n°3242. La limitation varie de 60°C à 65°C pour les intercalaires PVB et EVA selon les zones géographiques.

En l'absence de fonction de protection des personnes vis-à-vis du risque de chute dans le vide, la limite peut être portée à 80 °C dans le cadre d'une évaluation technique spécifique.

L'essai de Bake Test 140°C réalisé selon la méthode définie en annexe 2 est l'un des éléments d'évaluation de l'ouvrage.

## **3. Dispositions complémentaires pour les vitrages feuilletés de sécurité ayant une fonction de protection des personnes vis-à-vis du risque de chute dans le vide**

### **3.1. Classement des vitrages**

Le vitrage feuilleté doit être classé 1B1 selon la NF EN 12600. Dans le cas de l'intercalaire EVA, il doit être en plus classé P1A selon la NF EN 356.

Le mode de preuve est la déclaration de performances (DoP) du transformateur suivant la NF EN 14449 pour les assemblages avec intercalaire PVB ou EVA :

- Verre float / intercalaire / verre,
- Verre / couche de classe A et B / intercalaire / verre,
- Verre / émail total ou partiel / intercalaire / verre.

Compte tenu des spécificités des assemblages, des rapports d'essais de type spécifiques sont à joindre à la déclaration de performances (DoP) du transformateur suivant la NF EN 14449 dans le cas des assemblages :

- Verre imprimé / intercalaire / verre : selon NF EN 12600,
- Verre / couche de classe C et D / intercalaire / verre : selon NF EN 12600 et NF EN 356,
- Verre / intercalaire / insertion / intercalaire / verre : selon NF EN 12600.

NOTE : Les rapports d'essais peuvent avoir été obtenus avec le même intercalaire et avec une couche différente mais de la même famille définie par le fabricant de verre à couche.

### **3.2. Essais de choc sur ouvrage**

Les résultats d'essais de choc obtenus avec un vitrage feuilleté assemblé verre / intercalaire / verre sont réputés valables pour un verre feuilleté dont les composants ont une épaisseur supérieure ou égale, assemblé avec le même intercalaire en contact avec un émail total ou partiel ou une couche de classe A ou B.

## **4. Dispositions particulières en fonction du mode de mise en œuvre**

### **4.1. Cas des bords libres**

#### **4.1.1. Vitrages simples**

Afin de limiter le risque de délaminage périphérique d'ordre esthétique et en l'absence d'essai à haute humidité avec condensation selon le §6.3.1 de la NF EN ISO 12543-4 démontrant l'absence de bulles et de blanchiment de l'intercalaire sur la totalité de la surface, le bord libre du vitrage feuilleté devra être protégé (profil, calfeutrement, ...).

NOTE : L'assemblage des vitrages feuilletés avec des interfaces complexes (verre trempé, ...) peut requérir une épaisseur importante d'intercalaire à cause des différences de planéité entre les 2 composants.

Les insertions nécessitent généralement un retrait de 5 à 15 mm en périphérie.

#### **4.1.2. Vitrages isolants**

Les bords n'étant pas visibles depuis l'intérieur des locaux, le paragraphe 1 s'applique sans disposition complémentaire.

Un émaillage périphérique côté extérieur apporte une protection esthétique lorsqu'elle est demandée.

### **4.2. Vitrages Extérieurs Attachés**

En complément au cahier CSTB 3574 version en vigueur, sont exclus :

- les couches de classe C et D au contact de l'intercalaire du vitrage feuilleté,
- le verre imprimé au contact de l'intercalaire du vitrage feuilleté.
- au voisinage des fixations ponctuelles traversantes ou non, sur une hauteur de 15 mm minimum :
  - le verre émaillé partiel au contact de l'intercalaire du vitrage feuilleté,
  - les insertions dans le vitrage feuilleté,
  - les intercalaires imprimés.

### **4.3. Garde-corps en verre encastré en pied**

En complément au cahier CSTB 3034 version en vigueur, sont exclus :

- les couches de classe C et D au contact de l'intercalaire du vitrage feuilleté,
- le verre imprimé au contact de l'intercalaire du vitrage feuilleté,
- au voisinage des fixations ponctuelles traversantes, des pinces ou profilés :
  - le verre émaillé partiel au contact de l'intercalaire du vitrage feuilleté,
  - les insertions dans le vitrage feuilleté,
  - les intercalaires imprimés.

#### **4.4. Brise-soleil en verre**

Sont exclus :

- les couches de classe C et D au contact de l'intercalaire du vitrage feuilleté,
- le verre imprimé au contact de l'intercalaire du vitrage feuilleté.
- au voisinage des fixations ponctuelles traversantes, des pinces ou profilés :
  - le verre émaillé partiel au contact de l'intercalaire du vitrage feuilleté,
  - les insertions dans le vitrage feuilleté,
  - les intercalaires imprimés.

#### **4.5. Planchers et marches en verre**

En complément au cahier CSTB 3448, la partie structurale du plancher de verre est réalisée en vitrage feuilleté avec contact direct verre / intercalaire.

#### **4.6. Raidisseurs et poutres en verre**

Tous les assemblages des vitrages porteurs sont feuilletés de type verre / intercalaire / verre.

## Annexe 1 : Vérification de l'adhérence par essais

Cette annexe a pour objet de décrire des méthodes de vieillissement simulé et de caractérisation (à réaliser sur des échantillons témoins et sur des échantillons vieillis) permettant d'apprécier l'évolution dans le temps de l'adhésion des interfaces d'un vitrage feuilleté.

### 1 Préparation des échantillons

- Vitrages « primitifs » :

Des vitrages « primitifs » sont fabriqués dans les dimensions adaptées à l'enceinte de vieillissement : ils peuvent être découpés, ou fabriqués spécifiquement, selon le produit visé par l'étude. La face à exposer au rayonnement des vitrages doit être repérée.

Le protocole de fabrication doit être adapté :

- Lorsqu'il s'agit de verre trempé, ou émaillé trempé (détrempe après fabrication)
- Pour un matériau qui ne serait pas en principe strictement au bord des vitrages par conception (motif central loin des chants, couche de classe C ou D émarginée, ...).

Épaisseur des vitrages et intercalaire : les épaisseurs des composants (verre et intercalaire) doivent être celles spécifiques au projet. Pour valider un couple intercalaire / couche ou émail..., l'essai est réalisé avec une composition représentative et le verre de plus grande transmission UV.

- Epreuves pour essai d'adhérence :

Dans ces échantillons primitifs, témoins et vieillis en enceinte climatique, seront découpés des éprouvettes de petite taille pour les essais d'adhérence (de diamètre ou côté de l'ordre de 20 à 30 mm selon les dispositifs).

La découpe des éprouvettes ne doit pas endommager les bords ni éventuellement un insert placé dans l'intercalaire (par exemple, une grille ou une cellule PV qui ont une certaine dimension, qui serait supérieure à celle des petites éprouvettes).

Les éprouvettes pour essais d'adhérence sont découpées à plus de 20 mm des bords des échantillons primitifs. Les éprouvettes doivent être séchées après découpe.

- Nombre d'échantillons primitifs :

A fixer avec le laboratoire de façon à obtenir un nombre d'éprouvettes (découpées) exploitables lors de l'essai d'adhérence : 5 résultats au moins à l'état neuf et 5 résultats au moins après chaque vieillissement.

### 2 Méthode de vieillissement simulé

Exposition en vieillissement simulé pour une durée totale de 4000h (avec des durées intermédiaires de 1000h ou de 1600h) selon la méthode A et le cycle n°1 de la norme d'essai NF EN ISO 4892-2 (source lumineuse : lampe à arc au Xénon).

L'exposition est réalisée en tenant compte de la face exposée au soleil. Dans le cas particulier d'une exposition sur les 2 faces (garde-corps ou brise-soleil par exemple), pour des systèmes asymétriques (par exemple, une couche en face 2 et une sérigraphie en face 3), il est nécessaire de réaliser l'essai sur les deux côtés.

Par défaut et sans précision complémentaire, les bords des vitrages ne sont pas protégés.

### 3 Méthodes d'essai d'adhérence

Ce document expose 3 méthodes d'essai d'adhérence (traction, cisaillement par torsion et cisaillement par compression). Les résultats sont propres à chaque méthode.

5 résultats exploitables doivent être obtenus par palier de 1000h ou 1600h. Le type de rupture est noté (cohésif, adhésif ou rupture du verre). La moyenne et l'écart type sont calculés en écartant les éprouvettes pour lesquelles il y a eu rupture du verre liée au mode de découpe.

#### 3.1 Traction perpendiculaire

Caractéristiques principales de l'essai :

- Dimensions des éprouvettes : carrés de 20 × 20 mm.
- Collage des éprouvettes.
- Traction à une vitesse nominale de 5 mm/mn ( $\pm 10\%$ )
- Enregistrement de la force conduisant à la rupture et calcul de la contrainte.

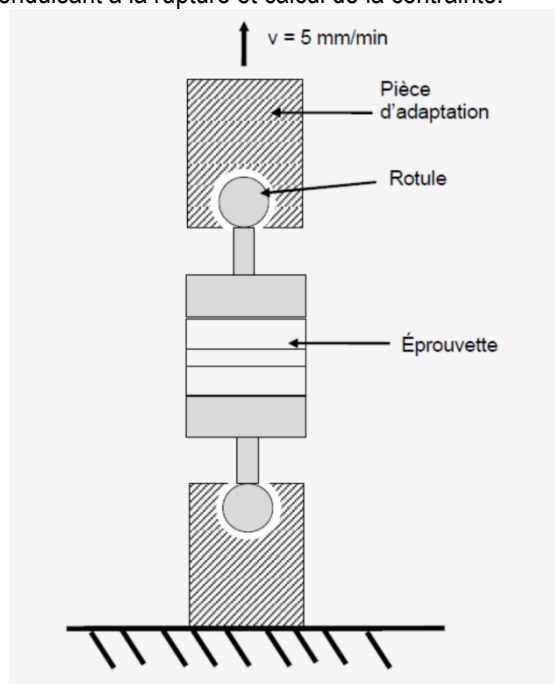


Figure 1

### 3.2 Cisaillement par torsion

Caractéristiques principales de l'essai :

- Dimensions des éprouvettes : circulaire de diamètre 20 mm.
- Fixation mécanique des éprouvettes.
- Cisaillement par torsion à une vitesse de 0,0795 tour/mn ( $\pm 2\%$ )
- Mesure du couple maximum en torsion

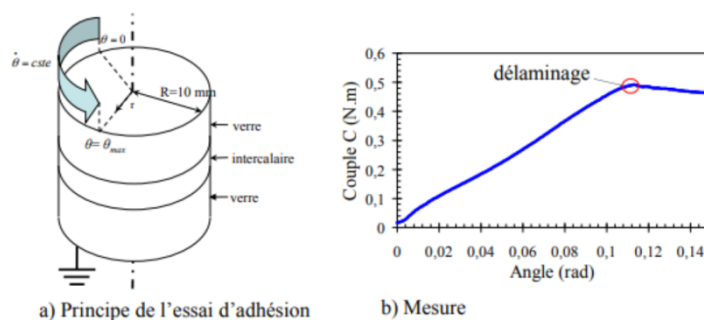
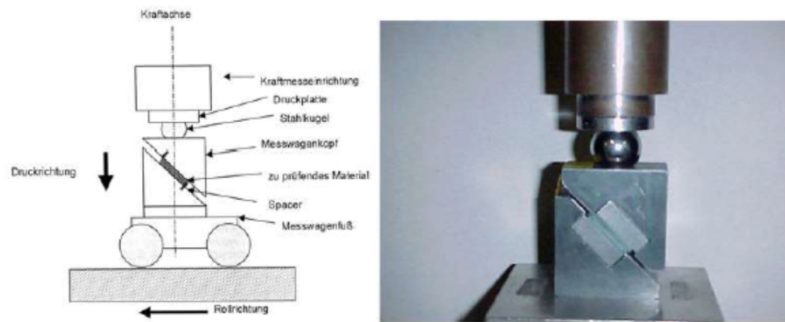


Figure 2

### 3.3 Cisaillement en compression

Caractéristiques principales de l'essai :

- Dimensions des éprouvettes : circulaire de diamètre 28 mm.
- Fixation mécanique des éprouvettes. La face exposée au rayonnement est conventionnellement placée au-dessus.
- Cisaillement en compression à une vitesse de 2,5 mm/mn ( $\pm 10\%$ ).
- Mesure du cisaillement en compression



**Figure 3-9 – Dispositif d'essai de cisaillement en compression à 45°**

*Figure 3*

#### **4 Critères d'évaluation**

Les critères de référence suivants sont pris en compte, en l'absence d'exigences spécifiques :

- La dégradation du niveau d'adhérence entre l'état initial et l'état final doit être inférieure à 30%.
- L'évolution des résultats d'adhérence à chaque palier est analysée de manière complémentaire, pour évaluer l'accélération de la dégradation (la vitesse de dégradation ne doit pas s'accélérer).

## **Annexe 2 Essai de Bake Test 140°C et critères**

Cette annexe a pour objet de décrire un essai permettant d'apprécier principalement le risque de bullage d'un vitrage feuilleté soumis à une élévation de température importante.

### **1 Echantillons**

Dans le cas général, 3 échantillons de dimensions minimales : 300 mm x 100 mm sont soumis au vieillissement, et une éprouvette supplémentaire est conservée comme témoin.

Cas particuliers :

- Cas des assemblages de type verre émail partiel / intercalaire / verre :  
3 échantillons avec un motif tel que défini au paragraphe 1.3.2.1.
- Cas des assemblages de type verre / intercalaire / insertion / intercalaire / verre  
Les dimensions minimales dépendent de la géométrie de l'insertion et des espaces de part et d'autre (par exemple, cas des cellules photovoltaïques).

### **2 Méthode d'essai**

Exposition 48h à 100°C (suivant le principe de la méthode EN 12543-4 (2011) §5.3.2 mode opératoire A), puis paliers tous les 10°C (pendant 1h) jusqu'à 140°C.

Une observation est réalisée après l'exposition de 48h à 100°C, puis après chaque palier, suivant le principe de la norme EN 12543-4.

### **3 Critères**

Les critères sont l'absence à la température de 140 °C :

- de bulles, d'opacification et de turbidités (ou nébulosités) au-delà de 15 mm d'un bord d'origine et de 20 mm d'un bord coupé,
- de délaminage au-delà de 7 mm d'un bord.

Les observations sont réalisées suivant la méthode décrite dans la norme EN 12543-4 §5.4.



---

**SIÈGE SOCIAL**

84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2  
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33) 01 60 05 70 37 | [www.cstb.fr](http://www.cstb.fr)

**CSTB**  
*le futur en construction*

---

**CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT** | MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA ANTIPOLIS