



# V.

## ANNEXES TECHNIQUES – RÉGLEMENTATION

<b>1</b>	<b>Marquage CE et normalisation</b>	<b>392</b>
1.1	Le marquage CE	393
1.2	AGC et le marquage CE	396
1.3	Normes européennes	399
1.4	Autres normes et documents européens	404
1.5	Normes françaises et autres documents	410
<b>2</b>	<b>Guide de conception et mise en œuvre</b>	<b>414</b>
2.1	Façades, toitures, applications du bâtiment	415
2.2	Décoration, intérieur, ameublement	428
2.3	Serres, voie publique, aquariums	433
2.4	Les vitrages et la sécurité	436
<b>3</b>	<b>Dimensionnement des vitrages</b>	<b>454</b>
3.1	NF DTU 39 P4 (2006)	456
3.2	Dimensionnement aux états limites	471
3.3	Vitrages d'aquariums et piscines	487
<b>4</b>	<b>Validation technique des vitrages</b>	<b>488</b>
4.1	Résistance aux chocs thermiques	489
4.2	Vérifications relatives aux vitrages isolants	500
4.3	Vérifications relatives au verre feuilleté	503
4.4	Conditions climatiques conventionnelles	506
<b>5</b>	<b>Réglementation en France</b>	<b>507</b>
5.1	Réglementation thermique	508
5.2	Réglementation acoustique	518
5.3	Réglementation parasismique	523
5.4	Réglementation incendie	525
5.5	Réglementation des piscines	532

# 1 MARQUAGE C € ET NORMALISATION



Borgarting Hall of Justice, Oslo, Norvège - Architecte : Dark Arkitekter AS et Solheim+Jacobsen - Stopray Safir 61/32

# 1.1 LE MARQUAGE CE

## 1.1.1 QU'EST-CE QUE LE MARQUAGE CE ?

La directive «Produits de Construction» fixe les exigences essentielles applicables aux ouvrages.

- > Résistance et stabilité mécaniques.
- > Sécurité incendie.
- > Hygiène, santé et environnement.
- > Sécurité d'utilisation.
- > Protection contre le bruit.
- > Économie d'énergie et conservation de la chaleur.

Les produits fabriqués en vue d'être incorporés dans ces ouvrages sont marqués CE et doivent satisfaire aux critères évalués conformément aux normes européennes (normes EN). Certaines caractéristiques des produits, telles que l'aspect et la couleur, ne sont pas prises en compte par le marquage CE.

*Voir le site [Glass for Europe \(www.glassforeurope.com\)](http://www.glassforeurope.com) pour toute information complémentaire sur le marquage CE.*

## 1.1.2 OBJECTIF DU MARQUAGE CE

Le marquage CE contribue à la mise en place du marché unique européen. Les produits de construction circulent librement au sein de l'UE, sans qu'aucune restriction prise individuellement par les Etats ne puisse être imposée. Leur seule évaluation obligatoire est la procédure de marquage CE basée sur les normes européennes (EN). Aucun pays n'est autorisé à imposer des exigences supplémentaires couvrant les mêmes aspects que le marquage CE, soit de facto, soit au moyen de l'adoption d'une législation nationale.

Le marquage CE est obligatoire pour commercialiser un produit concerné par une norme EN sur le marché européen. Tous les produits sont évalués selon la même procédure dans chaque pays de l'UE. Les normes EN prévalent sur les normes nationales.

Le marquage CE constitue la preuve que les produits sont conformes aux normes EN et qu'ils sont commercialisables sur le marché européen, mais il n'impose le produit sur aucun marché national. Chaque pays est libre d'adopter une réglementation spécifique relative à l'utilisation du produit.

### 1.1.3 QUAND LE MARQUAGE CE ENTRE-T-IL EN VIGUEUR ?

La date à laquelle les fabricants de verre peuvent commencer à apposer le marquage CE sur leurs produits est indiquée par la norme harmonisée relative au produit. Avant cette date, il est illégal d'apposer le marquage CE sur ces produits.

Le marquage CE est obligatoire pour les verres de base (verre flotté, verre imprimé), le verre trempé et le verre à couches depuis le 1<sup>er</sup> septembre 2006. Les vitrages isolants, les vitrages feuilletés, le verre trempé Heat Soak, sont obligatoirement marqués CE depuis mars 2007.

Des dispositions transitoires existent pour les produits qui font l'objet de stocks (produits de base).

Normes	Produits AGC concernés	Dates
EN 572-9 – Produits de base : verres de silicate sodo-calcique	Verres float Planibel et verres float colorés Planibel Verre armé Imagin Verre imprimé Imagin Glace armée polie	Marquage <b>CE</b> obligatoire depuis le 1 <sup>er</sup> septembre 2006
EN 1096-4 – Verre à couches	Planibel G Planibel Top <sup>N+</sup> Planibel Tri Planibel Top <sup>NT</sup> Planibel Energy <sup>N</sup> Planibel Energy <sup>NT</sup> Stopsol Classic, Supersilver et Silverlight Sunergy Stoprax Blackpearl	
EN 12150-2 – Verre de silicate sodo- calcique de sécurité trempé thermiquement	Tous les produits trempés thermiquement	
EN 1863-2 – Verre de silicate sodo-calcique renforcé thermiquement	Tous les produits durcis thermiquement	
EN 14449 – Verre feuilleté et verre de sécurité feuilleté	Stratobel Stratobel EVA Stratophone Pyrobel et Pyrobelite	Marquage <b>CE</b> obligatoire depuis le 1 <sup>er</sup> mars 2007
EN 1279-5 – Vitrages isolants	Thermobel Pyropane 211-44	
EN 14179-2 – Verre de silicate sodo- calcique de sécurité trempé thermiquement et Heat Soak testé	Tous les produits trempés thermiquement et traités Heat Soak, Pyropane Structaflex	
EN 1036-2	Mirox	Janvier 2009

# 1.2 AGC ET LE MARQUAGE CE

## 1.2.1 QUELLES SONT LES INFORMATIONS REQUISES PAR LE MARQUAGE CE ?

Chaque produit remplissant les conditions du marquage CE doit porter le logo CE ou être accompagné d'un document qui le comporte. Certaines informations complémentaires doivent également être communiquées au client.

### ▼ Informations générales

- > le nom et l'adresse du fabricant
- > la référence de la norme européenne applicable
- > le nom commercial du produit
- > la description du produit
- > le numéro d'identification de l'organisme certificateur notifié (le cas échéant)
- > le numéro de certificat (le cas échéant)
- > les deux derniers chiffres de l'année d'apposition du marquage CE au produit.

### ▼ Informations techniques

13 caractéristiques techniques des produits (résistance au feu, résistance aux impacts, propriétés thermiques, etc.) doivent être déclarées (cf. exemple ci-après).



**AGC Flat Glass Europe**  
Chaussée de la Hulpe, 166  
1170 Brussels-Belgium  
07



Numéro de certificat : N/A  
Organisme de certification : N/A  
EN 572-9

Verre float de silicate sodo-calcique de base destiné à être utilisé dans des bâtiments et des ouvrages de construction.

**Planibel clair 4 mm**

1.	Résistance au feu (EN 13501-2)	NPD
2.	Résistance au feu (EN 13501-1)	A1
3.	Performances de comportement vis-à-vis d'un feu extérieur	NPD
4.	Résistance aux balles (EN 1063)	NPD
5.	Résistance aux explosions (EN 13541)	NPD
6.	Résistance aux effractions (EN 356)	NPD
7.	Résistance à l'impact d'un pendule (EN 12600)	NPD
8.	Résistances aux variations brutales de température et aux températures différentielles	NPD
9.	Résistances aux charges dues au vent et à la neige, aux charges permanentes et imposées	4 mm
10.	Isolation au bruit aérien direct (EN 12758) – $R_w$ (C ; $C_v$ ) : dB	30 (-2 ; -4)
11.	Propriétés thermiques (EN 673) – Coefficient $U_g$ : W/(m <sup>2</sup> .K)	5.8
12.	Transmission lumineuse / Réflexion lumineuse (EN 410)	90/8
13.	Transmission du rayonnement solaire / Réflexion du rayonnement solaire (EN 410)	84/8

NPD = Performance non déclarée.

## 1.2.2 WWW.YOURGLASS.COM

Les dispositions du marquage CE, disponible sur [www.yourglass.com](http://www.yourglass.com) sont proposées sous deux formats.

### ▼ Le fichier PDF

Un bouton nommé «Marquage CE» permet de télécharger un fichier PDF contenant les tableaux applicables à tous les produits et fréquemment remis à jour et enrichi.

### ▼ Outils dynamiques – Recherche de produit

Deux outils sont disponibles dans la Toolbox : Advanced Product Finder et Glass Configurator. Ils permettent de rechercher en indiquant une marque, un produit, une structure ou un aspect spécifique ou en saisissant les valeurs techniques appropriées.

Il est ainsi possible d'imprimer une fiche de données de marquage CE pour un produit spécifique en cliquant sur «Marquage CE».

# 1.3 LES NORMES EUROPÉENNES DANS LE DOMAINE DU VERRE

## 1.3.1 INTRODUCTION

Les tableaux ci-dessous reprennent les normes préparées par le CEN TC 129 «Verre dans la construction». Les normes publiées sont indiquées EN ; les projets de normes sont indiqués prEN. Ces normes sont publiées dans les différents pays de l'Union Européenne (NBN EN en Belgique, NF EN en France,...) et sont disponibles auprès des organismes de normalisation nationaux (NBN en Belgique, AFNOR en France, NEN aux Pays-Bas,...).

Plusieurs tableaux reprennent les normes selon la classification suivante :

- > normes harmonisées pour le marquage **CE**
- > normes concernant les produits verriers de base
- > normes concernant les produits verriers transformés
- > normes concernant les méthodes d'essais et de calculs
- > les normes européennes font l'objet de mises à jour tous les 5 ans environ.

## 1.3.2 NORMES HARMONISÉES

EN 572-9 : 2004	Produits de base : verre de silicate sodo-calcique – Evaluation de la conformité
EN 1036-2 : 2008	Miroirs en glace argentée pour l'intérieur – Evaluation de la conformité
EN 1051-2 : 2008	Briques en verre et pavés en verre – Evaluation de la conformité
EN 1096-4 : 2005	Verre à couche – Evaluation de la conformité
EN 1748-1-2 : 2005	Produits de base spéciaux – Verres borosilicates – Evaluation de la conformité
EN 1748-2-2 : 2005	Produits de base spéciaux – Vitrocéramiques – Evaluation de la conformité
EN 1279-5 : 2005	Vitrage isolant préfabriqué scellé – Evaluation de la conformité
EN 1863-2 : 2004	Verre de silicate sodo-calcique durci thermiquement – Evaluation de la conformité
EN 12150-2 : 2000	Verre de silicate sodo-calcique de sécurité trempé thermiquement – Evaluation de la conformité
EN 12337-2 : 2005	Verre de silicate sodo-calcique renforcé chimiquement – Evaluation de la conformité

(Suite du tableau)

EN 13024-2 : 2005	Verre borosilicate de sécurité trempé thermiquement – Evaluation de la conformité
EN 14178-2 : 2005	Verre dans la construction – Verre de silicate alcalino-terreux de base – Evaluation de la conformité
EN 14179-2 : 2005	Verre de silicate sodo calcique de sécurité trempé et traité Heat-Soak – Evaluation de la conformité
EN 14321-2 : 2005	Verre de silicate alcalino-terreux de sécurité trempé thermiquement
EN 14449 : 2005	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité – Evaluation de la conformité

### 1.3.3 PRODUITS VERRIERS DE BASE

Référence	Titre
EN 572-1 : 2004	Produits de base : verre de silicate sodo-calcique – Définitions, propriétés physiques et mécaniques générales
EN 572-2 : 2004	Produits de base : verre de silicate sodo-calcique – Glace
EN 572-3 : 2004	Produits de base : verre de silicate sodo-calcique – Verre armé poli
EN 572-4 : 2004	Produits de base : verre de silicate sodo-calcique – Verre étiré
EN 572-5 : 2004	Produits de base : verre de silicate sodo-calcique – Verre imprimé
EN 572-6 : 2004	Produits de base : verre de silicate sodo-calcique – Verre imprimé armé
EN 572-7 : 2004	Produits de base : verre de silicate sodo-calcique – Verre profilé armé ou non armé
EN 572-8 : 2004	Produits de base : verre de silicate sodo-calcique – Mesures livrées et découpées finales
EN 1748-1-1 : 2004	Produits de base spéciaux – Verres borosilicates
EN 1748-2-1 : 2001	Produits de base spéciaux – Vitrocéramiques
EN 14178-1 : 2005	Verre de silicate alcalino-terreux de base – Partie 1 : glace flottée

### 1.3.4 PRODUITS VERRIERS TRANSFORMÉS

Référence	Titre
EN 1036 : 1999	Miroirs en glace argentée pour l'intérieur
EN 1051-1 : 2003	Briques en verre et pavés en verre – Définitions, exigences, méthode d'essai et contrôles
EN 1096-1 : 1998	Verre à couche – Définition et classification
EN 1096-2 : 2001	Verre à couche – Exigences et méthodes d'essais pour les couches de classes A, B et S
EN 1096-3 : 2001	Verre à couche – Exigences et méthodes d'essais pour les couches de classes C et D
EN 1279-1 : 2004	Vitrage isolant préfabriqué scellé – Généralités, tolérances dimensionnelles et règles de description du système
EN 1279-2 : 2003	Vitrage isolant préfabriqué scellé – Méthode d'essai de longue durée et exigences en matière de pénétration d'humidité
EN 1279-3 : 2003	Vitrage isolant préfabriqué scellé – Méthode d'essai à long terme, prescriptions pour le débit de fuite et pour les tolérances de concentration du gaz
EN 1279-4 : 2002	Vitrage isolant préfabriqué scellé – Méthode d'essai des propriétés physiques des produits de scellement
EN 1279-6 : 2002	Vitrage isolant préfabriqué scellé – Contrôle de production en usine et essais périodiques
EN 1863-1 : 2000	Verre de silicate sodocalcique durci thermiquement – Définition et description
EN 12150-1 : 2000	Verre de silicate sodocalcique de sécurité trempé thermiquement – Définition et description
EN 12337-1 : 2000	Verre de silicate sodocalcique renforcé chimiquement – Définition et description
EN ISO 12543-1 : 1998	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité – Définitions et description des composants
EN ISO 12543-2 : 1998	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité – Verre feuilleté de sécurité
EN ISO 12543-2/A1 2005	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité
EN ISO 12543-3 : 1998	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité – Verre feuilleté
EN ISO 12543-4 : 1998	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité – Méthode d'essai concernant la durabilité

(Suite du tableau)

EN ISO 12543-5 : 1998	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité – Dimensions et façonnage des bords
EN ISO 12543-6 : 1998	Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité – Aspect
EN 13022-1 : 2006	Vitrage extérieur collé – Produits verriers pour les systèmes de vitrage extérieur collé – Vitrages monolithiques et vitrages isolants supportés et non supportés
EN 13024-1 : 2002	Verre borosilicate de sécurité trempé thermiquement – Définition et description
EN 14179-1 : 2005	Verre de silicate sodo-calcique de sécurité trempé et traité Heat Soak – Définition et description
EN 14321-1 : 2005	Verre de silicate alcalino-terreux de base de sécurité trempé thermiquement

### 1.3.5 MÉTHODES D'ESSAIS ET DE CALCUL

Référence	Titre
EN 356 : 1999	Vitrage de sécurité – Mise à essai et classification de la résistance à l'attaque manuelle
EN 357 : 2005	Éléments de construction vitrés résistant au feu incluant des produits verriers transparents ou translucides – Classification de la résistance au feu
EN 410 : 1998	Détermination des caractéristiques lumineuses et solaires des vitrages
EN 673 : 1998	Détermination du coefficient de transmission thermique U – Méthode de calcul
EN 673 A1 : 2001	Détermination du coefficient de transmission thermique U – Méthode de calcul
EN 673 A2 : 2003	Détermination du coefficient de transmission thermique U – Méthode de calcul
EN 674 : 1998	Détermination du coefficient de transmission thermique U – Méthode de l'anneau de garde
EN 675 : 1998	Détermination du coefficient de transmission thermique U – Méthode du fluxmètre
EN 1063 : 1999	Vitrage de sécurité : mise à essai et classification de la résistance à l'attaque par balle
EN 1288-1 : 2000	Détermination de la résistance du verre à la flexion – Principes fondamentaux des essais sur le verre

EN 1288-2 : 2000	Détermination de la résistance du verre à la flexion – Essais avec doubles anneaux concentriques sur éprouvettes planes, avec de grandes surfaces de sollicitation
EN 1288-3 : 2000	Détermination de la résistance du verre à la flexion – Essais avec éprouvettes supportées en deux points (flexion quatre points)
EN 1288-4 : 2000	Détermination de la résistance du verre à la flexion – Essais sur verre profilé
EN 1288-5 : 2000	Détermination de la résistance du verre à la flexion – Essais avec doubles anneaux concentriques sur éprouvettes planes, avec de petites surfaces de sollicitation
EN 12600 : 2003	Essai au pendule – Méthode d'essai d'impact et classification du verre plat
EN 12603 : 2003	Procédures de validité de l'ajustement et intervalles de confiance des données de résistance du verre au moyen de la loi de Weibull
EN 12758 : 2002	Vitrages et isolation aux bruits aériens – Description des produits et détermination des propriétés
EN 12898 : 2001	Détermination de l'émissivité
EN 13541 : 2000	Mise à essai et classification de la résistance à la pression d'explosion
EN ISO 14438 : 2002	Détermination de la valeur du bilan énergétique – Méthode de calcul
prEN 13474	Conception des vitrages – Calcul des épaisseurs de verre
EN 15434 : 2006	Produit de collage et de scellement structurel et/ou résistants aux rayonnements U.V. (utilisé pour VEC et/ou vitrages isolants à bords exposés)

### 1.3.6 MISE EN ŒUVRE

prEN 12488	Règles de pose – Exigences
prEN ISO 14439	Règles de pose – Calage des vitrages
EN 13022-2 : 2006	Vitrage extérieur collé – Règles d'assemblage

# 1.4 AUTRES NORMES ET DOCUMENTS EUROPÉENS

## 1.4.1 ACOUSTIQUE

- > EN ISO 717-1 : 1996 – Acoustique – Evaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction. Amendement A1 : 2006.
- > EN ISO 140-3 : 1995 – Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction – Partie 3 : Mesurage en laboratoire de l'affaiblissement des bruits aériens par les éléments de construction. Amendement A1 : 2006.

## 1.4.2 THERMIQUE

- > EN ISO 10077-1 : 2000 – Performances thermiques des fenêtres, portes et fermetures – Calcul du coefficient de transmission thermique – Partie 1 : Méthode simplifiée.
- > EN ISO 10077-2 : 2003 – Performances thermiques des fenêtres, portes et fermetures – Calcul du coefficient de transmission thermique – Partie 2 : Méthode numérique pour les profilés de menuiserie.
- > prEN 13947 : 2006 – Façades-rideaux – Performances thermiques – Calcul du coefficient de transmission thermique – Méthode simplifiée, ou par essais.
- > EN ISO 13788 : 2001 – Performances hygrothermiques des composants et parois de bâtiments – Température superficielle intérieure permettant d'éviter l'humidité superficielle critique et la condensation dans la masse – Méthodes de calcul (ISO 13788/2001).

## 1.4.3 SOLAIRE

- > EN 13363-1 : 2003 – Dispositifs de protection solaire combinés à des vitrages – Calcul du facteur de transmission solaire et lumineuse – Partie 1 : Méthode simplifiée.
- > EN 13363-2 : 2003 – Dispositifs de protection solaire combinés à des vitrages – Calcul du facteur de transmission solaire et lumineuse – Partie 2 : Méthode de calcul détaillée.

#### 1.4.4 VEC

- > ETAG 002 : 1999 – Systèmes de vitrages extérieurs collés (VEC) – Partie 1 : Systèmes calés et non calés.
- > Amendements 1, 2, 3 : 2002.
- > ETAG 002 : 1999 – Systèmes de vitrages extérieurs collés (VEC) – Partie 2 : Support de laquage en aluminium thermo-laqué.
- > ETAG 002 : 2002 – Systèmes de vitrages extérieurs collés (VEC) – Partie 3 : Utilisation de profilés à rupture de pont thermique.

#### 1.4.5 VERRES À COUCHES

- > Guide technique UEAtc : 2001 – Verre à couche
- > Glass for Europe / GEPVP code of practice – GEPVP member's commitment to characterize Low-E insulating glazing in accordance with the new European standards.
- > GEPVP / Glass for Europe code of practice for in-situ measurement and evaluation of the color of coated glass used in façades.

#### 1.4.6 CLOISONS

- > ETAG 003 : 2001 – Kits de cloisons intérieures utilisés en parois non porteuses.

### 1.4.7 INCENDIE

- > EN 13501-1 : 2002 – Classement au feu des produits et éléments de construction – Partie 1 : Classement à partir des données d'essais de réaction au feu.
- > EN 13501-2 : 2003 – Classement au feu des produits de construction et des éléments de bâtiment – Partie 2 : Classement à partir des données des essais de résistance au feu, services de ventilation exclus.
- > EN 1363-1 : 1999 – Essais de résistance au feu – Partie 1 : Exigences générales.
- > EN 1363-2 : 1999 – Essais de résistance au feu – Partie 2 : Modes opératoires de substitution ou additionnels.
- > EN 1364-1 : 1999 – Essais de résistance au feu des éléments non porteurs – Partie 1 : Murs.
- > EN 1364-2 : 1999 – Essais de résistance au feu des éléments non porteurs – Partie 2 : Plafonds.
- > EN 1364-3 : 2003 – Essais de résistance au feu des éléments non-porteurs dans les bâtiments – Partie 3 : Murs rideaux – Configuration en grandeur réelle (assemblage complet).
- > EN ISO 1716 : 2002 – Essais de réaction au feu des produits de construction – Détermination de la chaleur de combustion (ISO 1716 : 2002).
- > EN ISO 1182 : 2002 – Essais de réaction au feu des produits de construction – Essai d'incombustibilité.
- > EN 13823 : 2002 – Essais de réaction au feu des produits de construction – Produits de construction à l'exclusion des revêtements de sol exposés à une sollicitation thermique provoquée par un objet isolé en feu.
- > EN ISO 11925-2 : 2002 – Essais de réaction au feu – Allumabilité des produits de bâtiment soumis à l'incidence directe de la flamme – Partie 2 : Essai à l'aide d'une source à flamme unique.

### 1.4.8 EUROCODES

- > EN 1990 : 2002 – Eurocodes structuraux – Eurocodes : Bases de calcul des structures.
- > EN 1990/A1 : 2006 – Eurocode – Bases de calcul des structures.
- > EN 1991-1-1 : 2002 – Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-1 : Actions générales – Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation bâtiments.
- > EN 1991-1-3 : 2003 – Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-3 : Actions générales – Charges de neige.
- > EN 1991-1-4 : 2005 – Eurocode 1 – Actions sur les structures – Partie 1-4 : Actions générales – Actions du vent.

### 1.4.9 DOUCHES, ASCENSEURS, AMEUBLEMENT ET SERRES

- > EN 14428 : 2005 – Parois de douches – Prescriptions fonctionnelles et méthodes d'essai.
- > EN 81-1 : 2000 – Règles de sécurité pour la construction et l'installation des ascenseurs – Partie 1 : Ascenseurs électriques.
- > EN 14072 : 2004 – Verre en ameublement – Méthodes d'essai.
- > EN 13031-1 : 2002 – Serres – Calcul et construction – Partie 1 : Serres de production.
- > EN 15200 : 2008 – Appareils sanitaires – Cabines de douche multifonction.

### 1.4.10 MENUISERIE ET FAÇADE-RIDEAU

Le TC 33 du CEN est compétent dans le domaine des menuiseries et façades-rideaux. Une sélection de normes est reprise ci-dessous.

- > EN 14351-1 : 2006 – Fenêtres et blocs-portes pour piétons – Norme produit, caractéristiques de performance – Partie 1 : Fenêtres et blocs-portes extérieurs pour piétons sans caractéristiques de résistance au feu, de dégagement de fumée et de feu extérieur, incluant les performances concernant les feux extérieurs des fenêtres de toit.
- > EN 13830 : 2003 – Façades rideaux – Norme de produit.
- > EN 13049 : 2003 – Fenêtres – Choc de corps mou ou lourd – Méthode d'essai, prescriptions de sécurité et classification.
- > EN 14019 : Façades-rideaux – Résistance aux chocs – Prescriptions de performances.
- > EN 1627 : 2006 – Produits de construction résistants à l'effraction – Prescriptions et classification.
- > prEN 1628 : 2007 – Produits de construction résistants à l'effraction – Méthode d'essai pour la détermination de la résistance à la charge statique.
- > prEN 1629 : 2006 – Produits de construction résistants à l'effraction – Méthode d'essai pour la détermination de la résistance à la charge dynamique.
- > prEN 1630 : 2006 – Produits de construction résistants à l'effraction – Méthode d'essai pour la détermination de la résistance aux tentatives manuelles d'effraction.
- > EN 13123-1 : 2001 – Fenêtres, portes et fermetures – Résistance à l'explosion – Prescriptions et classification – Partie 1 : Tube à effet de souffle (shock tube).
- > EN 13123-2 : 2004 – Fenêtres, portes et fermetures – Résistance à l'explosion – Exigences et classification – Partie 2 : Essai en plein air.
- > EN 13124-1 : 2001 – Fenêtres, portes et fermetures – Résistance à l'explosion – Méthode d'essai – Partie 1 : Tube à effet de souffle (Shock Tube).

- > EN 13124-2 : 2004 – Fenêtres, portes et fermetures – Résistance à l'explosion – Méthode d'essai – Partie 2 : Essai en plein air.
- > EN 1522 : 1999 – Fenêtres, portes et fermetures – Résistance aux balles – Exigences et classification.
- > EN 1523 : 1988 – Fenêtres, portes et fermetures – Résistance aux balles – Méthode d'essai.
- > EN 1026 : 2000 – Fenêtres et portes – Perméabilité à l'air – Méthode d'essais.
- > EN 12207 : 2000 – Fenêtres et portes – Perméabilité à l'air – Classification.
- > EN 12211 : 2000 – Fenêtres et portes – Résistance au vent – Méthode d'essais.
- > EN 12210 : 2000 – Fenêtres et portes – Résistance au vent – Classification.
- > EN 1027 : 2000 – Fenêtres et portes – Perméabilité à l'eau – Méthode d'essais.
- > EN 12208 : 2000 – Fenêtres et portes – Perméabilité à l'eau – Classification.
- > EN 12152 : – Façade-rideau – Perméabilité à l'air – Classification pour les parties fixes des façades-rideaux.
- > EN 12179 : 2000 – Façade-rideau – Résistance au vent – Méthode d'essais.
- > EN 13116 : 2001 – Façade-rideau – Résistance au vent – Prescription de performance.
- > EN 12155 : 2000 – Façade-rideau – Détermination de l'étanchéité à l'eau – Essai de laboratoire sous pression statique.
- > EN 12154 : 2000 – Façade-rideau – Perméabilité à l'eau – Performance et classification.
- > EN 12365 : 2003 – Quincaillerie pour le bâtiment – Profils d'étanchéité de vitrages et entre ouvrant et dormant pour portes, fenêtres, fermetures et façades-rideaux.

# 1.5 NORMES FRANÇAISES ET AUTRES DOCUMENTS

## 1.5.1 CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE

- > NF DTU 39 P1-1 Travaux de Vitrierie-Miroiterie. Cahier des clauses techniques.
- > NF DTU 39 P1-2 Travaux de Vitrierie-Miroiterie. Critères généraux de choix des matériaux.
- > NF DTU 39 P2 Travaux de Vitrierie-Miroiterie. Cahier des clauses spéciales.
- > NF DTU 39 P3 Travaux de Vitrierie-Miroiterie. Mémento calcul des contraintes thermiques.
- > NF DTU 39 P4 Travaux de Vitrierie-Miroiterie. Mémento calcul pour le dimensionnement des vitrages.
- > FD DTU 39 P5 Travaux de Vitrierie-Miroiterie. Mémento sécurité.
- > NF DTU 33 (2008) Travaux de bâtiment – Façades-rideaux.
- > NF DTU 35.1 (2001) Cloisons amovibles et démontables.
- > NF DTU 36.1 Menuiserie en bois.
- > NF DTU 37.1 Menuiseries métalliques.
- > XP P 20-650 Fenêtre, porte-fenêtre, châssis fixes et ensembles menuisés. Pose de vitrage minéral en atelier (projet).
- > Vitrages extérieurs attachés faisant l'objet d'un avis technique. Conditions générales de conception, fabrication et mise en œuvre. Cahiers du CSTB, n° 3574.
- > Vitrages extérieurs collés faisant l'objet d'un avis technique. Conditions générales de conception, fabrication et mise en œuvre. Cahiers du CSTB, n° 3488.
- > Dalles de plancher et marches d'escalier en verre. Conditions générales de conception, fabrication et mise en œuvre. Cahiers du CSTB, n° 3448. (mars 2003).
- > Règles de conception et de mise en œuvre des Installations en Verre Trempé. Règles professionnelles FFPV, novembre 2004.
- > Cloisons mobiles. Règles professionnelles SNFA. juillet 2007.
- > NF P 24-351 Protection contre la corrosion.
- > Assemblages en verre collés aux ultra-violets. Règles professionnelles FFPV. octobre 2003.

## 1.5.2 CHARGES CLIMATIQUES

- > AFNOR DTU P 06-006 (septembre 1996) Règles N84 modifiées 95. Action de la neige sur les constructions.
- > DTU NF P 06-004 Règles NV 65 – Effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes + Modificatif n° 3 relatif aux charges de neige.
- > EN 1991-1-3/NA Eurocode 1 : Actions sur les structures. Charges de neige – Annexe nationale à la NF EN 1991-1-3 : 2004.
- > EN 1991-1-4/NA Eurocode 1 : Actions sur les structures. Charges de vent – Annexe nationale à la NF EN 1991-1-4 : 2004.
- > NF P 06-014/A DTU Règles PS MI – Construction parasismique des maisons individuelles et des bâtiments assimilés. Règles PS MI 89 révisées 92. Domaine d'application-Conception-Exécution.
- > NF P 06-013/A2 Règles de constructions parasismiques. Règles PS applicables aux bâtiments, dites Règles PS 92.

## 1.5.3 OUVRAGES DE SÉCURITÉ, SPÉCIFICATIONS, MÉTHODES D'ESSAIS SUR OUVRAGES EN VERRE

- > NF P 01-012 Dimensions des garde-corps, Règles de sécurité relatives aux dimensions de garde-corps et rampes d'escaliers.
- > NF P 01-013 Essais des garde-corps. Méthodes et critères.
- > NF P 08-301 Essais de chocs sur les parois verticales des constructions. Définitions des corps de chocs. Modalités des essais de chocs.
- > P 08-302 Murs extérieurs de bâtiments - Résistance aux chocs - Méthodes d'essais et critères.
- > Méthode d'essai de choc sur verrière. Cahier du CSTB n° 3228.

- > NF P 90-306 Eléments de protection pour piscines enterrées non closes privatives à usage individuel ou collectif. Barrières de protection et moyens d'accès au bassin. Exigences de sécurité et méthodes d'essais.
- > NF P 90-309 Eléments de protection pour piscines enterrées non closes privatives à usage individuel ou collectif. Abris (structures légères et/ou vérandas) de piscines. Exigences de sécurité et méthodes d'essais.
- > XP P 05-010 Revêtements de sol – détermination de la résistance à la glissance au moyen du plan incliné.
- > NF ISO 16932 Verre dans la construction - Vitrages de sécurité résistant aux tempêtes destructrices - Essai et classification (sept 2007).

#### 1.5.4 MATÉRIEL ROULANT, CONSTRUCTION NAVALE

- > EN ISO 12216 Petits navires - Fenêtres, hublots, panneaux, tapes et portes - Exigences de résistance et d'étanchéité.
- > ISO 614 Construction navale et structures maritimes - Verres de sécurité pour hublots et fenêtres rectangulaires de navires. Méthode du poinçon pour les essais non destructifs de résistance.

#### 1.5.5 RÉFÉRENTIELS DE CERTIFICATION

- > CEKAL Cahier des Prescriptions Techniques Générales.
- > NF Ameublement.

#### 1.5.6 PROTECTION ENVIRONNEMENTALE

- > XP P 01-010-1 Qualité environnementale des produits de construction. Méthodes et modèle type de déclaration environnementale.
- > XP P 01-010-2 Exploitation des caractéristiques environnementales et règles de rédaction des fiches industrielles.

### 1.5.7 TRAVAIL DU VERRE

- > EN 13035- 1 à 9 Exigences de sécurité. Installations pour la production, le façonnage et la transformation de verre plat.
- > NF EN ISO 11431 : oct 2003 Construction immobilière - Produits pour joints - Détermination des propriétés d'adhésivité/cohésion des mastics après exposition à la chaleur, à l'eau et à la lumière artificielle à travers le verre.

## 2 CONCEPTION ET MISE EN ŒUVRE



Mid City Place London, Londres, Royaume-Uni - Architecte : Kohn Pedersen Fox Associates - Stopray Safir

# 2.1 FAÇADES, TOITURES APPLICATIONS DU BÂTIMENT

## 2.1.1 VITRAGES EN FEUILLURE

Ils sont associés à tous types de menuiseries (bois, métal, matériaux de synthèse, ou mixte).

### ▼ Conception et mise en œuvre

#### > Principes généraux

La mise en œuvre doit assurer la durabilité de l'ouvrage et la conservation des performances du produit. Les vitrages présentant des amorces de rupture doivent être éliminés. Les tolérances sur les dimensions dans le plan de vitrage et les épaisseurs doivent être respectées. Ni les vitrages isolants, ni les verres trempés ne doivent faire l'objet de retouches.

Les châssis présentent une rigidité minimale et sont protégés contre tout risque de corrosion ou dégradation. Ils doivent répondre aux exigences d'étanchéité à l'eau et à l'air, et être munis d'un système efficace de drainage. Les déformations des châssis doivent être limitées afin de ne pas dépasser les contraintes mécaniques admissibles dans le verre et dans le joint des vitrages isolants.

Les vitrages ne sont jamais en contact direct avec le châssis ou tout autre objet dur. Des cales adaptées sont toujours interposées. Elles assurent :

- l'absence de contact
- le positionnement correct dans les différents plans et le respect des jeux en feuillure
- la transmission au châssis des efforts de poids ou charges climatiques
- la limitation des déformations des vantaux lors de leur manipulation.

Les dimensions de la feuillure et des parcloles ou serreurs sont compatibles avec les jeux et le calage ainsi que la mise en place d'un système d'étanchéité qui garantit l'absence de stagnation d'eau, laquelle pourrait détériorer les produits de scellement ou l'intercalaire de verre feuilleté.

Dans le cas de vitrages isolants, l'étanchéité peut être apportée par un profilé extrudé fixé par divers moyens au vitrage, complétée ou non par un cordon de mastic, et cohérente avec l'exposition à la pluie et au vent, ou la pente des toitures.

Lors des déformations prévisibles du vitrage et les déplacements relatifs des faces d'accrochage (vitrage ou rive), la garniture doit conserver son efficacité.

Les produits employés (mastics, profilés) doivent être compatibles entre eux et avec les composants du vitrage isolant (film PVB ou EVA, mastic de scellement...). Leur conception doit permettre l'équilibrage des pressions de vapeur d'eau entre l'air en contact avec la barrière de scellement du vitrage isolant et l'air extérieur.

Le drainage doit permettre d'évacuer l'eau rentrée accidentellement dans la feuillure suite à infiltration ou condensation. Chaque niveau (traverses basse et intermédiaire) doit être drainé indépendamment. Le traitement des angles et des verrières à faible pente nécessite une attention particulière.

Les bandes vitrées verticales nécessitent des dispositions spécifiques relatives au calage, au drainage et à la ventilation des feuillures.

#### > Sur chantier

Les produits et la mise en œuvre en feuillure sur 2, 3 ou 4 côtés doivent être conformes au *DTU 39 P1-1 et P1-2*.

Les vitrages collés bord à bord verticalement sont considérés comme non maintenus sur leurs hauteurs.

Un contreventement collé par mastic n'assure pas la fonction de support et les vitrages sont considérés comme non maintenus en dépression. Seul un contreventement présent des deux côtés du vitrage peut être assimilé à un support.

Des règles professionnelles relatives aux stabilisateurs collés sont en préparation sous l'égide de la FFPV et pourront modifier ces principes (publication attendue en 2009).

> En atelier

Le projet NF P20-650-1 deviendra le référentiel en vigueur pour tous les types de menuiseries posées verticalement, les vitrages étant en feuillure sur 4 côtés et mis en œuvre en atelier.

> Façades légères

Les exigences propres aux systèmes de façade (rideaux, panneaux, ventilées, etc) sont définies par le *NF DTU 33.1 (2008)*.

> Les cloisons en verre

Elles sont mises en œuvre selon les *ATE* qui les concernent, et le cas échéant suivant le *DTU 35.1* et les *règles professionnelles « Cloisons mobiles » du SNFA*.

> Les vitrages résistants à l'incendie

Ils sont montés en respectant scrupuleusement les protocoles de classement.

> Bords décalés

En verre recuit le décalage doit être inférieur à 5 fois l'épaisseur du verre le plus grand.

### ▼ Produits verriers

Les performances thermiques et solaires doivent être conformes à la réglementation pour le neuf ou la rénovation. Les épaisseurs sont généralement déterminées suivant la norme NF DTU 39 P4 (cf. page 462).

Les vitrages isolants Thermobel peuvent bénéficier de la certification Cekal. Les vérifications portent si nécessaire sur la température des produits feuilletés et de scellement, l'effort dans le joint de scellement, ainsi que les risques de casse thermique éventuels. Ceux-ci peuvent être aggravés par des facteurs liés à l'environnement du vitrage (cf. page 489).

Les joints de scellement de vitrage isolant Thermobel doivent être protégés de l'insolation sur toute la périphérie (sauf si le vitrage isolant est à scellement silicone).

Une attention particulière, liée aux variations de pression, doit être portée aux vitrages isolants fabriqués à une altitude très différente de celle du lieu de fabrication (écart  $\geq 500$  m).

Les vitrages retardateurs d'effraction, vitrages anti-balles, anti-explosion peuvent présenter un sens de pose à respecter. En vitrage isolant, le composant de protection doit être placé côté intérieur. Les risques de casse thermique et d'élévation des températures doivent être appréciés.

### ▼ Vitrages isolants avec croisillons en aluminium

Les vitrages isolants avec croisillons dont la largeur est inférieure à 30 mm peuvent bénéficier de la certification Cekal.

Au delà de 30 mm, les croisillons sont clairs (absorption  $\leq 0,40$ ) si les vitrages sont recuits.

L'écart d'épaisseur entre le profilé et la lame d'air est toujours supérieur à 2 mm. Des dispositions permettent la dilatation (1 mm/m). Des précautions éventuelles au regard des chocs thermiques doivent être prises avec des croisillons foncés.

### ▼ Sécurité

*Le Mémento Sécurité (FD DTU 39 P5)* préconise l'usage de vitrages trempés ou feuilletés dans les applications devant répondre à des exigences de sécurité (cf page 436). Les dispositions sont liées à l'exposition aux risques et peuvent être renforcées à la demande du maître d'ouvrage.

## 2.1.2 VEA

### ▼ Conception et mise en œuvre

Les règles de *Conception, Fabrication et Mise en œuvre des VEA (cahier du CSTB n° 3574)* s'appliquent en France à l'intégralité des constituants (vitrages, fixations, attaches).

Les systèmes Structura Vision R, Vision G, Duo sont décrits page 252. Ils comportent des fixations rotulées et des attaches en forme de croix ou d'étoile, chacune intéressant 4 vitrages ou moins. D'autres géométries sont possibles (barrettes intéressant deux vitrages, par exemple, ou étude à la demande). Les attaches comportent un percement caractéristique afin de respecter les jeux fonctionnels.

Deux trous, l'un circulaire dit «point fixe» et l'autre oblong ou «point dilatant», sont destinés au passage des fixations reprenant le poids. Deux «points libres» sont d'un diamètre supérieur afin d'absorber les tolérances de fabrication et de pose, et de permettre les mouvements et dilatations différentiels entre constituants et ossature.

L'ossature peut-être intérieure ou extérieure, l'ouvrage vertical ou incliné.

Les systèmes VEA Structura sont parfaitement compatibles avec les contreventements et poutres en verre Structura Support, également sous Avis Technique et décrits page 256.

En toiture, pour préserver la bonne tenue et la transparence des vitrages en évitant le dépôt de salissures, et conserver l'étanchéité dans le temps, AGC recommande une pente résiduelle minimale sous charges normales de poids et de neige ( $1,5^\circ = 2,6\%$ ).

Les vitrages de grandes dimensions et posés quasi horizontalement peuvent de plus présenter, du fait de leur poids propre, une déformation gênante sur le plan esthétique.

Les points singuliers (liaison aux angles, présence d'ouvrants, auvents, vitrages non rectangulaires) doivent faire l'objet d'attentions particulières dès la conception.

L'étanchéité entre vitrages peut dans certains cas n'être constituée que d'un simple cordon de mastic silicone. La compatibilité chimique entre le mastic d'étanchéité et l'intercalaire de verre feuilleté, et/ou le joint de scellement du vitrage isolant doit être prouvée.

Un entretien des garnitures d'étanchéité est à prévoir.

Pour l'habillage de parois opaques neuves ou anciennes, en intérieur comme en façade, Structura Décor (cf page 256) comporte un vitrage Structaflex monolithique ou feuilleté, un profilé aluminium à fixer sur le support, et des pièces spécifiques qui permettent la pose en aveugle. Il est possible d'incorporer une isolation thermique (plastique alvéolaire, laine minérale...).

### ▼ Produits verriers

Les produits verriers font l'objet d'une fabrication dédiée Structaflex (verre trempé traité Heat Soak EN 14179 avec ou sans sérigraphie, assemblée ou non en feuilleté Stratobel PVB et EVA) et soumise à des contrôles particuliers. Ils comportent des trous fraisés en angle. Les vitrages Structura Duo sont isolants et répondent à la réglementation thermique (coefficient Ug et facteur solaire suivant le type de vitrage à couche Stopray T, Planibel Top<sup>N+T</sup> ou Energy<sup>NT</sup>, Sunergy). Les épaisseurs sont déterminées suivant les règles du [Cahier CSTB 3574](#) (cf page 483).

Les Avis Techniques Structura délivrés par le GS 2 valident les vitrages, les pièces de fixation et un choix d'attaches standard ou à la demande.

### ▼ Sécurité

Les systèmes Structura peuvent assurer la fonction garde-corps et feront alors l'objet d'un ou plusieurs essais d'énergie 700 à 900 J, conformément à la [norme NF P 01-012](#) et notamment au voisinage d'un point de fixation. En verrière, les vitrages pourront être l'objet d'un essai de choc d'énergie 1200 J.

Pour prévenir les chutes de verre trempé en cas de bris accidentel, des dispositifs doivent être prévus de part et d'autre de pans de verre VEA qui comportent des ouvertures pour le passage des usagers ou dont l'aplomb est situé au-dessus des zones de circulation.

Un auvent doit retenir le vitrage accidenté dans son intégralité, ou bien un caillebotis (de maille 40 mm<sup>2</sup> maximum) doit favoriser la fragmentation. Les dimensions maximales sont 1/10e de la hauteur du pan de verre, minimum 0,50 m, avec un maximum possible égal à 1,50 m. Une alternative consiste à utiliser du verre trempé-feuilleté au dessus des ouvertures. Dans ce cas le vitrage sera de même épaisseur sur toute la façade afin d'obtenir une teinte homogène en réflexion.

### 2.1.3 VEC

Le collage du vitrage sur un cadre support (en acier ou aluminium) permet de transmettre aux éléments d'ossature les charges climatiques et éventuellement le poids des vitrages vers l'ossature par l'intermédiaire d'un mastic de collage.

#### ▼ Conception et mise en œuvre

Les différentes parties du *guide ETAG n° 002* harmonisent les justifications propres au VEC pour l'obtention d'un ATE (Agrément Technique Européen) et le marquage **CE**.

Les vitrages sont verticaux ou inclinés jusqu'à 7° au dessus de l'horizontale. Les plages de collage sont du verre non revêtu ou à couche inorganique, et de l'aluminium anodisé ou de l'acier inoxydable. Tous les matériaux pouvant être en contact (joints, mastics,..) doivent être durablement compatibles entre eux.

La hauteur  $h_{mc}$  du cordon de mastic de collage et son épaisseur  $e_{mc}$  sont déterminées selon le *guide ETAG n° 002* (hauteur entre 6 et 20 mm, avec  $e \leq h_c \leq -3e$ ).

#### ▼ Produits verriers

Simple ou isolants, ils doivent comporter une face lisse pour permettre le collage structurel. Une large gamme de produits convient (cf page 258). L'emploi de verre coulé, imprimé ou dépoli (côté collage) est déconseillé. Le traitement Heat Soak est recommandé pour un verre trempé.

Les vitrages isolants Thermobel répondent à la réglementation thermique et sont à scellement silicone. Ils sont vérifiés selon les règles en usage pour les VEC (cf V.4). Le façadier doit fournir au fabricant des vitrages les paramètres permettant le calcul des efforts sur le joint de scellement, qui sont limités à 0.65 N/mm. Le dimensionnement des vitrages est réalisé par l'entreprise ou par nos soins. Les charges climatiques sont déterminées suivant les *règles NV 65* (vent) et *N 84* (neige).

Le composant extérieur d'un VEC décalé doit être trempé ou durci si le décalage est supérieur à 5 fois son épaisseur.

Dans le cas d'un vitrage isolant à bord(s) décalé(s), et s'agissant d'une couche low-e de type Stopray, Energy ou Top<sup>N+</sup>, l'enlèvement de la couche sur toute la largeur du décalage va se traduire par une différence visuelle inévitable (le bord du vitrage est sombre vu de l'extérieur).

Les performances d'adhérence du mastic de collage sur le verre et le cadre doivent être vérifiées. Les plages de collage doivent notamment être uniformes, ce qui impose des essais de convenance pour certains types de verre (émaillé Colorbel, à couche si non pyrolytique et non débordée).

Le collage des vitrages sur cadre est effectué en atelier, à l'abri des poussières et sources polluantes, et à température et hygrométrie contrôlées, par nos filiales AGC qui disposent du Pass VEC (surveillance continue par le CSTB).

### ▼ Sécurité

#### > Risque de chute des personnes

En présence d'un garde-corps [NF P 01-012](#) et [01-013](#) : pas d'exigence.

En présence d'une protection résiduelle [NF P 01-012](#) (cf. page 436) : essais de choc selon [P 08-302](#). En l'absence de protection résiduelle : essais [P 08-302](#) à l'état neuf et vitrage décollé disposé sur les dispositifs de sécurité (vitrage en verre feuilleté de sécurité). Dans le cas d'un VI : les dispositifs de sécurité doivent maintenir le feuilleté.

En toiture, et en l'absence de dispositions permanentes et collectives pour les travailleurs, les parois VEC doivent résister au choc M50 de 1200 J.

#### > Autres risques

Le cahier CSTB 3130 préconise des pattes de retenue pour réduire le danger en cas de défaillance du collage. Des dispositifs propres à provoquer la fragmentation peuvent être nécessaires avec le verre trempé. Les vitrages adjacents à un passage ou accessibles pendant toute opération de maintenance ou entretien ne doivent présenter aucune arête vive.

## 2.1.4 CONTREVENTEMENT ET POUTRE

### ▼ Conception et mise en œuvre

Les éléments de structure en verre, contreventements, poutres ou poteaux, ne relèvent pas du domaine traditionnel ou codifié. Les liaisons des éléments avec le gros-œuvre, les dispositions de dilatation et celles relatives à la sécurité, les dimensions et épaisseurs, font l'objet d'études particulières et d'essais au cas par cas, afin de préciser les coefficients de sécurité. Le cas échéant, ces techniques peuvent faire l'objet d'un Atex.

Lorsque le projet s'inscrit dans nos Avis Techniques Structura Support (Contreventement, Poutre, Console, cf page 256), les démarches seront beaucoup plus simples, car le verre, les pièces de liaison au gros œuvre, les dimensions, câbles et éclisses éventuels (brevetés) ont été validés. Les essais ne sont pas nécessaires.

Structura Support est compatible avec les systèmes courants de façade et VEA.

### ▼ Produits verriers

Les éléments sont en verre trempé ou en verre feuilleté Structaflex, ils sont issus d'une fabrication spéciale avec traitement des bords, contrôle de trempe par mesure de contrainte et traitement Heat Soak. Les poutres sont en verre feuilleté (recuit, durci ou trempé THS) de sécurité.

### ▼ Sécurité

Les contreventements et poutres sont des éléments de structure et résistent aux chocs. Dans certains cas il pourra être recommandé de protéger la partie basse d'un contreventement des coups et chocs.

Les poutres Structura Support résistent au choc d'énergie 1200 J.

Les éléments structurels en verre ne sont pas conseillés en zone sismique.

## 2.1.5 INSTALLATIONS EN VERRE TREMPÉ

### ▼ Conception et mise en œuvre

Cette technique traditionnelle est à réserver aux ouvrages verticaux de faible hauteur, et ne permet pas de répondre aux exigences de la réglementation thermique.

Le vitrage est maintenu par serrage avec pièces ponctuelles dédiées et par l'intermédiaire d'un matériau adapté (liège butyl ou autre). La mise en œuvre des parties fixes, des contreventements et des portes doit être conforme aux *Règles Professionnelles de la FFPV (Novembre 2004)* : principes de fixation, dimensions et respect des jeux, nécessité de contreventer.

Dans une installation mixte, comportant des parties en verre recuit (par exemple attenantes aux portes), leur mise en œuvre sera conforme au DTU 39.

### ▼ Produits verriers

Les vitrages clairs utilisés seront toujours trempés ou trempés Heat Soak et d'épaisseur au moins égale à 8 mm. Ils comportent des trous ou encoches de dimensions généralement standard.

### ▼ Sécurité

Les dispositions du *Mémento Sécurité du DTU 39* s'appliquent. Le verre trempé est par nature un vitrage de sécurité, mais ne suffit pas à remplir la fonction de garde-corps.

## 2.1.6 PLANCHERS ET MARCHES D'ESCALIER

### ▼ Conception

Ces éléments font l'objet du *Cahier CSTB n° 3448*, lorsqu'ils sont en appui continu sur 2 ou 4 côtés. Les éléments verriers concernés sont destinés à la seule circulation piétonne, dans les bâtiments courants ou sur les voies publiques.

Les conditions d'utilisation des planchers doivent être précisées par le maître d'ouvrage dans le DIUO (Document d'Intervention Ulérieure sur Ouvrage), par la maîtrise d'œuvre dans le CCTP et les entreprises dans leur notice de maintenance.

En intérieur, la pente est limitée à 5 % = 2.85°. En extérieur, la pente destinée à l'écoulement de l'eau devra être comprise entre 1 et 3 % (0.55° et 1.7°). Des traitements anti-glissance limitant les risques de chute sont nécessaires pour les marches d'escalier des ERP et sont recommandés pour certains usages en extérieur (cf Circulaire «Accessibilité» DGUHC 2007-53).

Le gestionnaire des locaux devra pouvoir visualiser sans ambiguïté la rupture accidentelle d'un constituant, soit depuis la surface, soit par une voie de circulation usuelle sous le plancher en verre. Une dalle doit pouvoir être remplaçable isolément en cas de casse ou changement d'aspect.

Si le plancher fait partie de l'enveloppe extérieure du bâtiment, la réglementation thermique devra être appliquée et un vitrage isolant devra être prévu.

Afin de limiter les risques de choc thermique ou d'éviter un échauffement important du vitrage feuilleté (cf. page 489), l'existence d'éléments tels que projecteurs ou corps de chauffe doit être signalée.

Un entretien régulier des joints et garnitures doit être prévu par le maître d'ouvrage, les produits de nettoyage devant être compatibles avec les constituants de produits verriers.

#### Conditions d'appui.

Ossature	Vitrage	Cales et joints
Flèche sous charge $\leq L/500$ Désaffleurement entre deux éléments assemblés (angle) $\leq 1$ mm Ecart de planéité $\leq 0,5$ mm par 30 cm Ecart de planéité sur la longueur du produit verrier $\leq 2$ mm Rugosités localisées $\leq 1$ mm Dispositifs de drainage à l'extérieur	Flèche initiale $\leq L/500$ Défaut de planéité $\leq 2$ mm/m Linéarité des bords $\leq 0,5$ mm par 30 cm Gauche $\leq 2$ mm En appui sur toute la périphérie ou sur deux grands côtés avec bord libre inférieur à 50 cm	Appuis continus : dureté 30 à 45 DIDC (Shore A) Largeur 1.5 x épaisseur de la dalle 30 mm $\leq 1,5 \times e \leq 50$ mm Epaisseur $\geq 4$ mm Latéralement : éviter la reptation ou le contact des produits verriers entre eux ou avec le métal Compatibilité des matériaux avec les constituants des produits verriers Joint : mastic silicone. Ne doit pas être dégradé par poinçonnement

Le désaffleurement entre 2 dalles ou entre une dalle et son bâti, si celui-ci est saillant, est limité à 2 mm.

Lorsque la mise en œuvre se veut différente des règles précédentes (appui sur 3 côtés, pièces ponctuelles, il conviendra après étude du projet avec nos services de valider par essais ou calcul les dispositions choisies par l'entreprise et/ou le maître d'ouvrage.

### ▼ Produits verriers

Une dalle est au minimum constituée de 3 feuilles de verre. La partie porteuse est constituée d'un verre feuilleté Stratobel PVB, EVA ou GH Phon, dont les composants en verre recuit, durci ou trempé THS mesurent au moins 8 mm. Les épaisseurs sont déterminées avec les charges d'exploitation conventionnelles pour le local ou communiquées par le maître d'ouvrage dans les DPM (cf page 484).

Le vitrage supérieur ou composant de protection est le plus souvent constitué de verre trempé afin de mieux résister aux rayures et petits chocs. Il ne participe pas à la stabilité de la dalle. Il est rendu solidaire du feuilleté porteur, par un intercalaire plastique qui peut être décoratif. Ce vitrage (6 mm au moins) peut comporter sur tout ou partie de la surface un dispositif permettant de limiter les risques de chute de personnes par glissade (recommandé pour les marches d'escalier, les dalles en extérieur et chaque fois que la Circulaire DGUHC 2007-53 l'exige) tel qu'un verre imprimé ou avec une sérigraphie spéciale.

Exemples de traitements anti-dérapant	Angle maximum Plan incliné	Pendule SRT (P 78-578)	FSC 2000
Planibel non traité	9°	0.04	0.18
Planibel grenailé	> 30°	0.67	0.77
Sérigraphie VDR-G totale	> 30°	0.64	0.72
Sérigraphie VDR-G partielle	11°	0.13	0.54

Certains produits permettent aussi de satisfaire à l'exigence de discrétion et d'intimité.

Le sablage doit être effectué avant la trempe.

Nous consulter pour une application en marche ou sol avec Glassiled.

### ▼ Sécurité

Chocs de corps durs : la rupture du composant de protection ne peut être exclue. Elle ne met pas les usagers en danger.

En cas de rupture d'un des constituants, il convient d'empêcher le passage des usagers sur l'élément brisé. La dalle ou la marche d'escalier doit être remplacée le plus rapidement possible.

## 2.2 DÉCORATION, INTÉRIEUR, AMEUBLEMENT

### 2.2.1 REVÊTEMENT MURAL ET AGENCEMENT INTÉRIEUR

#### ▼ Revêtements muraux

Les vitrages sont fixés soit par collage (sauf plafonds) soit par maintien mécanique pour habiller des parois sans passage de lumière.

Les verres laqués sont utilisés en grands panneaux ou en dimensions plus réduites comme un carrelage (*cf Guide de découpe et d'installation Matelac/Lacobel à télécharger sur YourGlass.com*). Les murs doivent être lissés et éventuellement apprêtés avec un primaire. Les vitrages ne doivent pas être mouillés pendant la pose ni immergés par la suite. Les découpes ou percements nécessaires sont à réaliser avec soin. Une épaisseur de 6 mm au moins est recommandée. En environnement humide, les joints entre vitrages doivent être scellés avec un produit adapté et protégés de toute infiltration d'eau à l'arrière.

Toutes les consignes de transformation et installation sont valables avec les vitrages traités AB anti-bactérien.

#### > Collage

Dimensions	Type de verre	Adhésif recommandé*	Solution de sécurité
Petits formats de type carrelage	Lacobel	Colle à carrelage (dispersion ou ciment-colle)	Oui
	Lacobel et Matelac	Silicone (oxime ou alcoxy)	Non
	Lacobel et Matelac en Safe / Safe+	Silicone (alcoxy ou MS polymère) Ruban adhésif caoutchouc	Oui
Grands panneaux	Lacobel et Matelac	Silicone (oxime ou alcoxy)	Non
	Lacobel et Matelac en Safe / Safe+	Silicone (alcoxy ou MS polymère) Ruban adhésif caoutchouc	Oui

\* voir la liste des produits de collage testés par AGC, et vérifier les recommandations d'usage et la compatibilité auprès des fabricants. Appliquer un primaire pour Safe et Safe+ comme indiqué.

Les bandes adhésives sont posées verticalement en respectant les prescriptions en nombre et dimensions par kg de verre. En environnement humide, les joints entre vitrages doivent être scellés avec un produit adapté et protégés de toute infiltration d'eau à l'arrière.

#### > Fixation mécanique

Les vitrages sont posés en feuillure ou avec fixations traversantes ou pattes métalliques. Tout contact verre/matériau dur doit être évité par interposition d'une rondelle ou pièce en matériau synthétique entre la fixation et le verre. L'usage de vis traversante est déconseillé.

Structura Décor convient également avec un vitrage Planibel trempé.

## ▼ Miroirs

Les miroirs Mirox et Matelac Silver sont fixés par collage, silicone ou ruban adhésif en respectant les prescriptions du *Guide d'installation et d'entretien Mirox 3G*. La surface support doit être propre, sèche et parfaitement plane, afin de ne pas créer de distorsion de l'image. Pour Mirox 3G Safe, un primaire doit être appliqué. Les miroirs traités AB anti-bactériens sont installés de la même façon.

Produit de collage*	Mirox 3G	Mirox 3G Safe	Mirox 3G Safe +
Silicone alcoxy	Oui	Oui	Oui
Silicone oxyme	Oui		Oui
MS polymère	Oui	Oui	
Hotmelt	Oui		
<b>Ruban adhésif</b>			
Acrylique	Oui		
Acrylique modifié	Oui		
Caoutchouc	Oui	Oui	Oui

\* : voir la liste des produits de collage testés par AGC.

Les silicones caoutchouc, à base acétique ou polyuréthane ne sont pas compatibles avec la gamme Mirox.

Des espaceurs non métalliques doivent être prévus pour faciliter une circulation d'air derrière les miroirs, surtout en atmosphère humide.

Les fixations mécaniques (encadrement, pièces métalliques) sont possibles avec les mêmes précautions que pour les verres laqués.

Dans certains locaux (scolaires, sport et loisirs), il est recommandé de combiner un profilé U, reprenant le poids du vitrage et le collage du produit sécurisé.

### ▼ Parois transparentes, cloisons et portes

Pour la mise en œuvre des vitrages Imagin, de la glace armée, armée polie, du verre Planibel, clair ou clair et sablé, ou émaillé par sérigraphie, du Matelux, ou tous les verres feuilletés Strato-bel PVB, EVA, Concepta, Glassiled, ou GH Phon, se reporter aux règles en vigueur (*DTU 39 P1-1*) pour la fixation mécanique. Les techniques par serrage, pièces ponctuelles et/ou vis traversantes (IVT, VEA, ou autre) sont possibles avec les précautions usuelles (isolement du verre avec le métal) : elles peuvent requérir l'usage de verre trempé. Lacomat peut également être assemblé au moyen de colles durcissant aux UV, sur verre ou pièces métalliques. Le collage UV fait l'objet de *Règles Professionnelles (FFPV, octobre 2003)* pour tous les usages en intérieur.

Les parois et cabines de douche sont l'objet des normes 14428 concomitantes à l'obligation de marquage **CE**.

### ▼ Sécurité

Les risques dus aux heurts et/ou chute de morceaux doivent être appréciés, y compris dans les parties privées (cf page 436).

La sécurité aux heurts est assurée par tout produit feuilleté ou filmé classé 2B2 au moins ou trempé classé 1C3 suivant EN 12600. Les produits sécurisés par un film polypropylène transparent, déposé au dos en usine (film Safe) ou sur mesures fixes (Safe+), et d'une épaisseur au moins égale à 4 mm (Mirox Safe, Lacobel, Matelux Silver, Matelac), et tous les produits feuilletés conviennent à ces usages. Les vitrages de plafond sont de préférence maintenus en feuillure, ou par fixations ponctuelles.

## 2.2.2 AMEUBLEMENT

### ▼ Produits verriers et sécurité

De façon générale, l'usage de verre trempé ou feuilleté est recommandé lorsqu'il y a un risque prévisible consécutif à un choc ou une charge, pour le mobilier pour enfants, pour les portes en glace non encadrées lorsque les charnières sont fixées par serrage à travers des trous ou encoches, pour les dessus de tables ne reposant pas de façon continue sur ses bords ou à quelques centimètres du bord, et dans les salles d'eau.

Les bords apparents doivent être façonnés.

Les exigences générales et les méthodes d'essais sont précisées dans chaque norme relative à une application (*tables EN 1730, cuisines EN 1153, mobilier domestique de rangement EN 14749, ..*). Elles visent à éviter toute blessure sérieuse lors d'une utilisation normale ainsi que lors d'une utilisation anormale raisonnablement prévisible. Selon le type de meuble et sa position par rapport au sol, plusieurs types d'essais sous charge sont prévus (chocs, chargement localisé, fatigue...). *EN 14072* concerne les essais de choc applicables aux meubles en verre plat ou bombé, sur des éléments représentatifs de la production.

- Verre vertical : choc pendulaire d'une masse de 6,5 kg à la surface de frappe ( $\varnothing = 76$  mm) arrondie et protégée.
- Verre horizontal : l'impacteur est un corps circulaire  $\varnothing = 200$  mm de masse 17 kg. L'objet de l'essai est protégé par une épaisseur de mousse de polyuréthane de 100 mm. La hauteur de chute des impacteurs dépend des exigences applicables par ailleurs.

Les charges types et critères de dimensionnement ou d'essais dépendent de la destination du mobilier (domestique, bureau, technique, scolaire etc) et du type de meuble (rangement, table, tiroir, étagère, etc). Les référentiels de certification NF reprennent les exigences normatives et précisent les épaisseurs minimales à utiliser dans certaines configurations et dimensions. Pour des raisons esthétiques ou fonctionnelles, les flèches sont limitées.

Les étagères en verre doivent résister à une charge répartie de  $1.75 \text{ kg/dm}^2$  (soit  $1750 \text{ Pa}$ ), et les tablettes à  $0.75 \text{ kg/m}^2$  (soit  $750 \text{ Pa}$ ), avec une flèche inférieure à 3.6%. Il est recommandé que les plateaux de table résistent à une charge de  $100 \text{ kg}$  répartie, ou localisée sur un diamètre de  $200 \text{ mm}$ .

#### ▼ Mise en œuvre

Elle ne doit pas occasionner de bridage, et doit éviter tout contact direct du verre avec des parties métalliques ou dures.

Lors des montages par vissage ou serrage, tout contact direct avec des parties métalliques ou dures doit être évité par l'interposition d'une pièce en matériau synthétique d'une dureté adaptée.

Les produits verriers ne doivent pas quitter leur emplacement, avec risque de chute, lors d'une utilisation normale.

Les tablettes peuvent être fixées ponctuellement aux angles ou en continu sur leurs largeurs. Les portes des vitrines sont souvent coulissantes ou pivotantes avec pièces métalliques.

Les collages de toute nature doivent être réalisés sur des surfaces propres et sèches et avec des produits compatibles avec les surfaces supports.

Le collage durcissant sous rayons U.V. est encadré par les *Règles professionnelles (FFPV, 2003)*.

## 2.3 SERRES, VOIE PUBLIQUE, AQUARIUMS

### ▼ Ouvrages urbains et voie publique

Les parois d'escalier mécanique, les parois de séparation, le mobilier urbain ainsi que les œuvres d'art, luminaires, panneaux de signalisation, enclos de parc animalier, etc. seront l'objet d'un conseil spécifique qui prendra en compte les dimensions, la localisation, la mise en œuvre, les charges climatiques et liées à l'exploitation, la durabilité attendue, et la perspective d'une rupture du verre.

L'usage de vitrage de sécurité, trempé ou feuilleté, est préconisé. Les ouvrages destinés à protéger contre la chute des personnes doivent répondre aux exigences en application pour cet usage. Les produits verriers et éventuelles techniques décoratives associées doivent résister au rayonnement UV. Toutes les méthodes de fixation du verre (maintien en feuillure, serrage, VEA, collage, etc..) peuvent être envisagées.

En extérieur, il est recommandé de protéger les bords horizontaux des vitrages feuilletés contre la stagnation d'eau et toute intrusion de produits qui pourraient affecter la durabilité du produit, ou générer un défaut esthétique.

### ▼ Aquariums et bassins

> **Vitrages** : l'usage de verre recuit non feuilleté doit être réservé à des aquariums de petites dimensions pour lesquels une casse éventuelle est sans danger pour les personnes de son environnement (usage domestique, volume d'eau inférieur à 500 litres).

Chaque fois qu'il y aura un risque important pour la vie humaine, il est recommandé d'utiliser un vitrage feuilleté (recuit, durci ou trempé).

Les vitrages feuilletés de sécurité à intercalaire PVB, EVA ou résine sont utilisables. Le verre trempé non feuilleté est déconseillé.

Les hublots et vitrages destinés à l'éclairage sub-aquatique doivent être en verre feuilleté trempé.

Pour éviter les amorces de rupture sur les bords, les vitrages présentent un façonnage type JPI. Cependant, pour les petits aquariums collés, les vitrages sont bruts de coupe afin de présenter une surface de collage plus grande. Calculs des épaisseurs de vitrage : voir page 487.

- > **Collage** : le collage silicone réalisé sur tous les chants doit être réservé aux aquariums de faibles dimensions et d'une durée d'utilisation limitée. Ils sont nettoyés, dégraissés, puis collés avec un silicone apte à garantir durablement les performances mécaniques et l'étanchéité. Dans certains cas, des renforts latéraux sont nécessaires.
- > **Prise en feuillure sur 3 ou 4 côtés** : les glaces utilisées en hublots seront de préférence montées en appui sur toute la périphérie. La déformation maximale du bâti sous charge doit être limitée à 1/500 de la portée.

Les bords intérieurs des feuillures doivent être aussi rectilignes que possible. Une parfaite planéité des surfaces de contact (écarts  $\leq 2$  mm) est requise afin d'éviter les tensions ponctuelles excessives qui pourraient entraîner la rupture.

Les feuillures peuvent être prévues directement dans le béton à condition d'être parfaitement rectifiées. Si le châssis et les parcloses sont métalliques, ils doivent être en acier inoxydable ou bien être protégés de façon efficace et durable contre la corrosion.

Les volumes sont montés côté intérieur du bassin. Ils ne doivent en aucun cas être bridés dans leurs feuillures, de quelque manière que ce soit, la pression de l'eau étant suffisante pour les appliquer parfaitement contre le bord extérieur.

Les largeurs d'appui sont au moins égales à une fois et demie l'épaisseur de la glace.

La pose de cales imputrescibles est indispensable. Des dispositifs de drainage doivent être prévus. Le contremastic doit être de faible épaisseur pour éviter que son écrasement irrégulier dû à la poussée hydrostatique n'engendre des contraintes de flexion parasites dans les glaces.

Les produits de calage et de calfeutrement doivent être compatibles entre eux et avec l'intercalaire du verre feuilleté.

La mise en eau dans tous les cas ne peut être faite qu'après durcissement complet.

Pour un montage avec un bord libre, des dispositions visant à empêcher les chocs accidentels sur ce bord libre doivent être prévues. Il y a lieu de prévenir tout risque de dégradation du verre feuilleté qui serait liée à l'exposition du bord libre à l'eau.

Des précautions doivent être prises pour la manipulation de vitrages d'un poids très important.

### ▼ Piscines

Les vitrages isolants de façade ou d'abris sont à scellement silicone. Les constituants de la menuiserie et produits de calfeutrement doivent être adaptés aux vapeurs et eaux de condensation potentiellement présentes. La condensation d'eau sur la face intérieure des vitrages est diminuée avec des vitrages isolants performants, mais les feuillures doivent être correctement ventilées et drainées.

En intérieur, les miroirs et autres revêtements en verre doivent être aptes à l'usage en milieu de très forte humidité.

Des dispositions réglementaires s'appliquent aux piscines privées (cf pages 448 et 532). Les garde-corps en verre contribuent à la prévention des risques de noyade.

### ▼ Serres

Les serres professionnelles sont l'objet de la norme [EN 13031-1](#). N'étant pas destinées à recevoir du public, elles ne sont généralement pas construites avec des vitrages de sécurité. La norme U 57-002 précise les conditions d'entretien, montage et maintenance destinées à sécuriser toutes les interventions. Tout autre type de serre à usage non strictement professionnel doit être construite avec des vitrages de sécurité.

## 2.4 LES VITRAGES ET LA SÉCURITÉ

Les vitrages de sécurité sont principalement définis par leur classement suivant la norme EN 12600, qui traduit une aptitude à résister à un certain impact et/ou à ne pas produire des éclats blessants (cf page 86). Pratiquement, le verre feuilleté et le verre trempé sont recommandés. La glace armée n'est utilisable que dans des cas très limités. Le verre recuit et le verre durci ne sont pas admis.

Les classements EN 12600 et les autres performances nécessaires à la sélection des produits figurent dans les documents de marquage **CE** de AGC Flat Glass Europe.

En France le *Mémento Sécurité du DTU 39* précise quel type de vitrage peut être utilisé dans le cas d'exposition aux heurts, à la chute de personnes, ou à la chute de verre sur des personnes. Il guide le choix de vitrages de protection des biens lors d'actions délibérés de vandalisme et violence. Il traite également des événements exceptionnels tels que les séismes, avalanches ou cyclones. Il est applicable aux travaux neufs et aux travaux de remplacement du bâtiment.

Il est d'autres usages du verre pour lequel le donneur d'ordre ou concepteur devra utiliser des vitrages apportant la sécurité requise : ameublement, mobilier urbain, décoration, revêtements de sols et murs, abords de piscines...

Des recommandations sont formulées ci-dessous pour l'ensemble de ces situations. La Circulaire 2007-53 s'applique également.

### 2.4.1 PRÉVENTION DES RISQUES CONSÉCUTIFS AUX CHUTES DE PERSONNES

#### ▼ Ouvrages concernés (NF DTU 39)

- > Les garde-corps de balcons, terrasses, galeries, loggias et autres ouvrages relevant de la norme NF P 01-012
- > Les ensembles vitrés contigus à un vide :
  - lorsque la hauteur de chute comptée à partir de la zone de stationnement normal ou de la zone de stationnement précaire, au sens de la norme NF P 01-012, dépasse 1 mètre

- qui ne se trouvent pas associés à un garde-corps répondant aux normes NF P 01-012 et NF P 01-013 lorsque l'ouvrage entre dans le domaine d'application de ces normes
  - lorsque la partie basse des vitrages se trouve à une hauteur inférieure à la hauteur de protection prévue par la norme NF P 01-012 ou la P 08-302 ou par un autre texte pouvant éventuellement concerner l'ouvrage.
- > **Certaines parois inclinées (verrières) :**  
pour lesquelles selon le DIUO (Document d'Intervention Ulérieure sur l'Ouvrage) soit en raison de leur constitution, soit de par la constitution de l'ouvrage il n'est ni prévu ni envisageable de mettre en place des éléments de protection permettant de supprimer les risques de chute d'un intervenant lors des opérations d'exploitations ultérieures (nettoyage, entretien, réparation).
- > **Les cages d'ascenseurs et portes palières :**  
qui ne se trouvent pas associées à un garde-corps répondant aux normes NF P 01-012 et NF P 01-013. La hauteur à protéger est généralement 1 m.

### ▼ Solutions vitrages

- > **Vitrages feuilletés Stratobel PVB et Stratophone :**  
classés 1B1, dont les composants sont recuits ou trempés (33.2, 44.2, 55.2, 66.2,...)
- > **Vitrages feuilletés à intercalaire autre que PVB :**  
classés 1B1 suivant EN 12600 et P1A suivant EN356

	Recuit	Trempé	Intercalaire	
Stratobel PVB Stratophone	33.2 et toutes épaisseurs supérieures		PVB $\geq 0.76$ mm	Clair ou coloré
Stratobel EVA	88.2 minimum	55.2 minimum	EVA $\geq 0.8$ mm	Clair
GH Phon	44.1 et toutes épaisseurs supérieures		Résine $\geq 1$ mm	Clair

Les vitrages trempés classés 1C1 ne peuvent être admis que dans des cas très limités (existence d'une protection résiduelle intrinsèquement résistante).

### ▼ Solutions réputées satisfaisantes (NF DTU 39)

Les cas décrits dans ce paragraphe ne nécessitent pas d'essai sur l'ouvrage. Dans les autres situations (produit et/ou mise en œuvre différents), des tests sur l'ouvrage réel sont nécessaires (prise en feuillure sur 2 ou 3 côtés par exemple).

#### > Vitrages simples :

les vitrages Stratobel PVB et Stratophone, dont la prise en feuillure **pf** est supérieure ou égale à 15 mm sur toute la périphérie, et dont le châssis est pourvu de garnitures d'étanchéité (obturateur sur fond de joint ou profil EPDM), sont admis sans essai dans les limites données dans le tableau ci-dessous.

<b>Verre recuit</b>	33.2	44.2	55.2	66.2
<b>Surface maximale</b>	0.5	2	4.5	6

Par extension un composant plus épais, ou/et un plus grand nombre d'intercalaires ou/et des composants durcis ou trempés, sont admis avec des limites de surface identiques.

#### > Vitrages isolants :

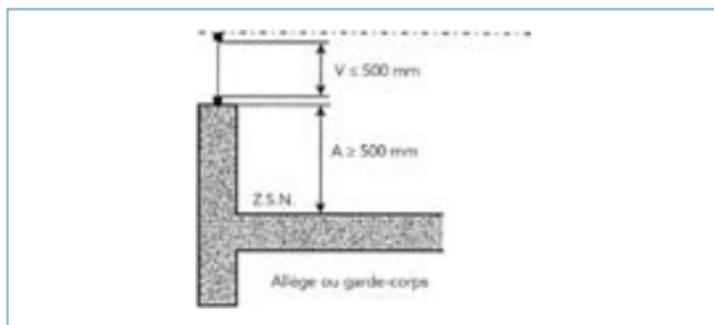
l'un des composants doit répondre seul aux exigences du cas précédent.

<b>Composant situé du côté du choc</b>	<b>Composant situé du côté opposé</b>	<b>Remarques</b>
Vitrage monolithique, recuit, durci ou trempé	Stratobel PVB Stratophone	Admis sans essai dans les limites de surface et mise en œuvre données pour les vitrages simples.
Stratobel PVB Stratophone	Stratobel PVB Stratophone	
Stratobel PVB Stratophone	Verre trempé monolithique	
Stratobel PVB Stratophone	Verre durci monolithique	Justification obligatoire par essai de la non-rupture du composant côté opposé au choc de corps
Stratobel PVB Stratophone	Verre recuit monolithique	

> **Garde-corps mixtes :**

un vitrage Stratobel PVB ou Stratophone d'épaisseur 33.2 au moins convient sans essai si :

- le vitrage est situé entièrement au-dessus de 500 mm par rapport au sol fini du local
- la hauteur du clair de vitrage est inférieure ou égale à 500 mm
- la main courante ou la traverse répond aux exigences qui la concernent
- le vitrage est au moins pris en feuillures haute et basse sur 15 mm minimum lorsque le clair de vitrage est compris entre 180 et 500 mm.



▼ **Essais sur ouvrages**

Il appartient à l'entreprise de prévoir l'organisation d'essais lorsque les conditions diffèrent de celles qui sont admises sans essai par le DTU39, soit du fait de la mise en œuvre ou de la hauteur de prise en feuillure, soit du fait des produits utilisés.

> **Un garde-corps vitré doit satisfaire aux essais statistiques selon la NF P 06-001**

L'ouvrage doit résister aux essais de chocs selon la NF P 01-013, l'impact est appliqué au centre géométrique du vitrage :

- choc de corps mou M50/600 J en partie courante
- choc de petit corps dur 3,75 J.

> **Ouvrages vitrés contigus à un vide**

Ils sont testés dans les conditions réelles de mise en œuvre, suivant les modalités de la NF P 08301 et P 08-302, résumées page suivante.

	Sans bord libre	Bord libre	Montage avec pièces ponctuelles	Toitures soumises à la réglementation du Code du Travail
Vitrage situé entièrement dans la hauteur de protection	M50/700J au centre M50/900J sur la traverse	M50/900 J à 250 mm du bord non maintenu	M50/900 J à 250 mm du bord non maintenu	M50/1200 J au centre
Vitrage situé au dessus et en dessous de la hauteur de protection	M50/900 J au centre			M50/1200 J à 300 mm d'un bord non maintenu
Choc de petit corps dur	D1 10 J			néant

Sous l'action de ces chocs, le vitrage ne doit être ni traversé, ni emporté. Son bris éventuel ne doit pas mettre en cause la sécurité des personnes n'étant pas à l'origine du choc, par la chute d'éléments ou de débris contondants ou coupants.

Des dispositions d'essais sont prévues pour les vitrages inclinés (cf *FD DTU 39 P5*).

### ▼ Dalles de plancher et marches d'escalier

Les compositions sont de forte épaisseur et assurent la protection contre les chutes des personnes et la bonne tenue lors de chutes éventuelles. Aucun essai n'est nécessaire dans les cas de mis en oeuvre courante (cf page 424).

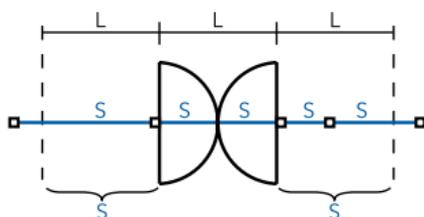
Ces éléments sont composés d'au moins un bi-feuilleté porteur, classé 1B1, protégé en permanence de l'usure par rayure ou petits chocs grâce à un composant verrier supplémentaire qui assure l'interface avec l'utilisateur et est lié par un intercalaire de type PVB, EVA, résine ou autre.

Le composant de protection est trempé pour une meilleure résistance et peut être traité pour réduire la glissance (cf page 427). En cas de rupture de ce verre, la sécurité de l'élément n'est pas affectée, mais le maître d'ouvrage ou l'occupant des lieux doit intervenir pour la remise en état.

## 2.4.2 PRÉVENTION DES RISQUES CONSÉCUTIFS AUX CHOCS ENTRE USAGERS ET PAROIS VITRÉES

### ▼ Les parois concernées

Le FD DTU 39 P5 stipule que dans les parties communes des bâtiments d'habitation, les locaux soumis aux dispositions du code du Travail, et les ERP, les portes et le voisinage des portes doivent être munis de vitrages de sécurité, sur chaque face exposée à un choc potentiel.

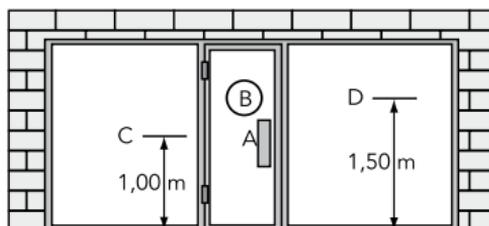


L = Largeur entre poteaux ( $\neq$  Largeur de passage).

S = Vitrage de sécurité sur porte, et sur toute la largeur du vitrage voisin, ou sur une largeur L limitée à 1,50 m.

Lorsqu'il existe un sas de largeur inférieure à 3L, ou une porte en retrait, le vitrage de sécurité doit être prévu sur une profondeur de 5 m au moins.

Les vitrages des parties communes de bâtiments d'habitation dont la partie basse est située à moins de 1,25 m du sol fini intérieur, qui ne seraient pas protégés, sur leurs faces accessibles aux enfants, par un dispositif adéquat comme défini dans le DTU 39, sont concernés.



La visualisation des parois transparentes est obligatoire dans ces mêmes situations, lorsque le vitrage est présent à la fois sous 0.60 m et au dessus de 1.50 m (soit quasiment sur toute la hauteur).

Le *CCH* précise par l'article *R\* 111-11* que les surfaces vitrées doivent être réalisées avec des verres de qualité telle ou protégées de telle manière qu'elles résistent aux chocs auxquels elles sont normalement exposées et qu'en cas de bris elles ne puissent provoquer des lésions corporelles graves aux personnes qui utilisent les logements et leur accès dans des conditions normales.

### ▼ Solutions vitrages

#### > Verre feuilleté

Stratobel PVB, Stratophone, Stratobel EVA, GH Phon, Stratobel EVA Creation, Pyrobel... classés au moins 2B2.

	Recuit	Trempe	Intercalaire	
Stratobel PVB Stratophone	33.2 et épaisseurs supérieures		PVB ≥ 0.76 mm	Clair ou coloré
	33.1, 44.1 et épaisseurs supérieures	33.2 et toutes épaisseurs supérieures	PVB ≥ 0.38 mm	Clair ou coloré
Stratobel EVA	44.2 et épaisseurs supérieures		EVA ≥ 0.8 mm	Clair
GH Phon	44.1 et épaisseurs supérieures		Résine ≥ 1 mm	Clair
Pyrobelite	7EG, 12 EG		Intumescent + PVB	PVB clair ou coloré
	16 et épaisseurs supérieures		Intumescent	Clair
Pyrobel	16 EG et épaisseurs supérieures		Intumescent + PVB	PVB clair ou coloré

- > Verre trempé thermiquement  
Clair ou émaillé classé au moins 1C3.
- > Verre armé limité à 0,50 m<sup>2</sup>  
Conforme à la NF EN 572-3, et classé au moins 3A3.

Protection des bords par un façonnage de type JPI, JPP, JAI, JAP pour les vitrages feuilletés ou trempés, ou par un stabilisateur en verre collé sur la hauteur.

La visualisation peut être obtenue de façon durable avec un motif déposé par sérigraphie, ou un feuilleté décoratif Stratobel.

### 2.4.3 PRÉVENTION DES CHUTES DE MORCEAUX DE VERRE

#### ▼ Les ouvrages concernés

Ce sont les toitures, verrières, marquises, auvents et toute baie vitrée en position inclinée de façon permanente de plus de 5° par rapport à la verticale, située à l'aplomb d'une activité humaine.

#### ▼ Solutions vitrages

- > Verre trempé thermiquement et vitrage trempé THS classé 1C3 au moins

Il n'est autorisé, comme vitrage simple ou comme vitrage intérieur d'un vitrage isolant, que :

- si l'épaisseur nominale est au maximum égale à 4 mm et
- si la hauteur de chute nominale (distance maximale mesurée verticalement entre le vitrage et le sol) est inférieure à 4 m et
- si la surface maximale du vitrage est 1,5 m<sup>2</sup>.

Le verre trempé ou trempé THS peut être utilisé sans restriction si des éléments sont mis en œuvre pour s'opposer à la chute de fragments de verre de masse supérieure à 10 grammes.

- > Vitrages feuilletés de tous types classés 2B2 (cf page 442).
- > Vitrages armés classés 3A3  
En feuillure ou avec un bord libre au maximum égal à 0.60 m.

- > Vitrages isolants dont la sous-face est un feuilleté 2B2 ou un verre trempé 1C3  
Avec les mêmes limites pour le verre trempé qu'en vitrage simple.

## 2.4.4 PROTECTION DES PERSONNES ET DES BIENS LIÉE AU VANDALISME, À L'EFFRACTION OU AUX AGRESSIONS

Pour ces usages, les vitrages performants sont des Stratobel PVB multiples, souvent asymétriques.

Lorsque le composant de protection est assemblé en vitrage isolant, il doit être placé du côté intérieur.

Lorsque les deux composants du vitrage isolant participent à la protection, le sens de pose doit être respecté. Les vitrages seront maintenus sur toute la périphérie, avec un châssis adapté à cet usage.

Le choix d'une composition est dicté par la nature du local, ainsi que les biens ou personnes à protéger. Il appartient au maître d'ouvrage, ou à sa compagnie d'assurances, d'apprécier les risques.

La validation technique (risque par casse thermique, élévation des températures) doit être appréciée au cas par cas avec nos services. Le respect concomitant de la réglementation thermique doit être étudié, spécialement pour des vitrages très épais.

### ▼ Vandalisme et effraction

Les vitrages sont testés suivant la NF EN 356, et classés P1A à P8B. Pour assurer cette protection, les produits verriers ainsi classés doivent être installés dans un châssis qui présente une résistance appropriée aux attaques (cf page 90).

### ▼ Tirs d'armes à feu

Les vitrages sont testés suivant la NF EN 1063, et classés BR1 à BR7 ou SG1 ou SG2 (cf page 92). Pour assurer cette protection, les produits verriers classés doivent être installés dans un châssis qui doit également être classé par essai.

## 2.4.5 ÉVÈNEMENTS NATURELS EXCEPTIONNELS (SÉISME, AVALANCHE, CYCLONE)

### ▼ Vitrages en zone sismique

#### > Ouvrages concernés

Ils sont désignés par la réglementation. Les règles sont, pour les maisons individuelles, celles de la NF P 06-014 (PS-MI 89, révisées 92) et NF P 06-013 (PS 92) pour les autres bâtiments (cf page 523). Les parois verticales ou inclinées peuvent être concernées

#### > Solutions vitrages

Selon l'objectif assigné par le maître d'ouvrage.

- Objectif (E0) : les chutes de débris sont acceptées dans les aires d'activités et hors de celles-ci.
- Objectif Sécurité (E1) : la stabilité de l'ossature secondaire doit être assurée. Le maintien en place des éléments de remplissage en tolérant des chutes de débris non dangereux doit être assuré.
- Objectif Intégrité (E2) : les critères sont les mêmes que pour l'objectif E1, avec en outre la conservation de l'aptitude à la fonction caractérisée par le maintien du clos et du couvert dans tous les cas et, s'il y a lieu, celui des fonctions particulières en suivant la destination du bâtiment et les prescriptions du maître de l'ouvrage.

Les balcons, loggias, auvents et ouvrages similaires peuvent, selon leurs dimensions, former réceptacle pour les débris.

Situation et type de vitrage		Objectif E0	Objectif E1	Objectif E2.1 RdC	Objectif E2.2 Etage
Façade Absence de réceptacle	Simple ou isolant (composants extérieur et intérieur)	Pas de prescription		Stratobel 2B2 Trempe 1C3	Stratobel 2B2
Façade Présence de réceptacle	Simple ou isolant (composants extérieur et intérieur)			Pas de prescription	
Verrière (> 15°/verticale)	Simple	Stratobel 2B2 Trempe 1C3(*)			
	Isolant Verre extérieur	Pas de prescription	Trempe 1C3	Stratobel 2B2	
	Isolant Verre intérieur	Stratobel 2B2 Trempe 1C3(*)			Stratobel 2B2

(\*) : dans les limites fixées par le DTU 39-P5, cf page 445.

Les parclozes doivent assurer le maintien du vitrage sur son support. La conception des bâtis (cadres, feuillure, calage, pièces métalliques en cas de VEA...) doit permettre d'absorber les déformations induites par le séisme.

Nota : l'utilisation de produits verriers constituant des éléments structurels n'est généralement pas autorisée.

### ▼ Protection contre les avalanches

Peuvent être concernés les vitrages verticaux ou inclinés des ouvrages situés dans les zones à risques définies par les règlements types des plans de prévention, et précisées par le maître d'ouvrage dans les Documents Particuliers du Marché (DPM). Les différents plans de prévention, les zones à risques et les hauteurs d'application sont précisés par les collectivités locales.

Seuls des vitrages feuilletés classés 1B1, éventuellement trempés, conviennent pour satisfaire aux charges élevées d'avalanches (cf page 461). En vitrage isolant il est recommandé que les deux faces soient feuilletées.

### ▼ Protection contre les cyclones

Les ouvrages verticaux ou inclinés peuvent être concernés en l'absence de fermetures extérieures ou dispositifs adaptés. Ils sont précisés dans les DPM.

La protection des personnes en cas de bris du vitrage est apportée par :

- des vitrages feuilletés Stratobel classés au moins 2B2 suivant la NF EN 12600
- des vitrages trempés classés au moins 1C3 suivant la NF EN 12600.

De plus, les parois vitrées devant empêcher la pénétration de débris doivent être en verre feuilleté classé au moins P2A suivant la NF EN 356, soit Stratobel PVB 44.2 minimum.

## 2.4.6 PROTECTION EN CAS D'INCENDIE OU D'EXPLOSION

### ▼ Explosions (cf page 93)

Les règles à observer (zones et ouvrages concernés, installations, distances à protéger, etc.) sont précisées par arrêtés ministériels portant sur les installations pyrotechniques et par le *Code du Travail*.

Les vitrages sont testés suivant la NF EN 13541. Les vitrages sont classés ER 1 à ER 4, éventuellement complétés par l'indication du suffixe S ou NS traduisant la présence (S) ou non (NS) d'éclats vulnérants. Pour assurer la protection des personnes, les produits verriers ainsi classés doivent être installés dans un châssis qui présente une résistance appropriée aux attaques.

Les vitrages feuilletés Stratobel PVB peuvent convenir pour cet usage. Il conviendra de préciser les caractéristiques de la déflagration potentielle (puissance de l'explosif, distance, etc), (cf page 93).

### ▼ Vitrages de protection incendie

La réglementation porte principalement sur les ERP (cf page 525).

Les vitrages de protection incendie doivent être mis en œuvre et utilisés conformément au Procès-Verbal d'essai de classement en résistance au feu. Lorsque nécessaire, il y a lieu de répondre aux autres exigences de sécurité du *FD DTU 39 P5*.

Les vitrages Pyrobel classés 2B2 ou 1B1 selon leur composition et le sens du choc peuvent répondre à ces spécifications.

Les vitrages sans matière organique (Planibel, Imagin) sont par nature incombustibles et ne contribuent pas à la masse combustible.

### 2.4.7 PISCINES ET PRÉVENTION DE LA NOYADE DE JEUNES ENFANTS

Conformément à la réglementation en vigueur (cf page 532), des dispositifs de sécurité sont obligatoires pour toutes les piscines privées à usage individuel ou collectif.

Le cas échéant, les barrières de protection et les abris légers peuvent être constitués de vitrages qui auront été testés suivant les modalités prévues. Les vitrages trempés clairs ou émaillés, classés 1C3 suivant EN 12600, et les feuilletés Stratobel de toute nature ou GH Phon classés 3B3 peuvent convenir. L'épaisseur sera fonction de la mise en œuvre et des dimensions.

### 2.4.8 LOCAUX SCOLAIRES ET PARA-SCOLAIRES

Les dispositions du NF DTU 39 s'appliquent dans toutes les écoles et peuvent être renforcées par la collectivité locale compétente.

	Vitrage simple	Vitrage isolant
Vitrage en étage donnant sur un vide (dénivellation $\geq 0,50$ m)	Stratobel PVB ou EVA ou GH Phon 1B1 ou Stratophone 1B1	Les deux composants sont conformes aux dispositions applicables pour les vitrages simples
Vitrage situé à moins de 1 m du sol fini, en rez-de-chaussée ou donnant sur un autre plancher de plain-pied	Vitrage trempé 1C3 Stratobel PVB ou EVA ou GH Phon 2B2 ou Stratophone 2B2	
Vitrage situé au-dessus des entrées ou circulations réservées aux élèves, en l'absence d'auvents ou de couverture de protection permettant de prévenir la chute d'objets		
Locaux d'internats, infirmeries, locaux sanitaires et locaux d'hygiène sur toute la hauteur	Vitrage trempé 1C3 Stratobel PVB ou EVA ou GH Phon 2B2 ou Stratophone 2B2 (de préférence translucide)	
Fermeture de préau sur toute la hauteur Parois séparant un local d'une aire de jeu intérieure ou extérieure située au même niveau, sur une hauteur de 1,80 m	Vitrage trempé 1C3 Stratobel PVB ou EVA ou GH Phon 2B2 ou Stratophone 2B2	
Vitrerie intérieure (portes, accès, halls, couloirs..) jusqu'à hauteur de 1,80 m du sol		

Dans les écoles maternelles, les crèches et garderies :

- la hauteur de protection (vitrage donnant sur un vide) est 1.50 m
- toutes les portes sont équipées de dispositifs anti-pince-doigts au niveau de l'hubrisserie, côté paumelles, et des deux côtés pour les portes va-et-vient
- les portes sont équipées d'un oculus, situé à moins de 0,50 m du sol et dont le vitrage est classé 2B2 ou 1C3.

## 2.4.9 LOCAUX SPORTIFS ET SALLES POLYVALENTES

Suivant l'article X 9 du *Règlement de sécurité des ERP*, les parois des salles d'activités physiques et sportives doivent, jusqu'à une hauteur de 2 mètres : résister aux chocs, ou ne pas présenter de danger en cas de bris, ou être protégées.

	Vitrage simple	Vitrage isolant
Toutes parois de salles polyvalentes	Vitrage trempé 1C3 Vitrage Stratobel PVB ou EVA - 2B2 et P1A Verre profilé armé : double paroi, épaisseur 7 mm, avec joints antichoc, à partir de 2 m au-dessus du sol fini intérieur	Le composant côté jeux doit être conforme aux dispositions applicables pour les vitrages simples
Portes de salles de sport ou polyvalentes	Vitrage trempé 1C3 Vitrage Stratobel PVB ou EVA - 2B2 et P1A Pas de verre armé pour les portes	
Vitrages situés jusqu'à une hauteur de 2 m, en l'absence d'une protection complémentaire		
Vitrages des parties hautes des gradins mobiles ou non, jusqu'à hauteur 2 m		
Parois situées au-dessus de 2 m sauf pignon	Vitrage trempé 1C3 Vitrage Stratobel PVB ou EVA - 2B2 Verre profilé armé 7 mm, en double paroi avec joints antichoc	Le composant côté jeux doit être conforme aux dispositions applicables pour les vitrages simples
Piscine Eclairage subaquatique	Vitrage feuilleté trempé Stratobel Vitrage Stratobel PVB ou EVA - 2B2 et P1A	

Certains sports peuvent faire l'objet de *documents spécifiques édités par les Fédérations*.

## 2.4.10 AMEUBLEMENT ET AGENCEMENT INTÉRIEUR

### ▼ Ameublement

De façon générale, le verre trempé ou feuilleté est utilisé :

- lorsqu'il y a un risque prévisible consécutif à un choc ou une charge
- pour le mobilier pour enfant
- pour les portes non encadrées
- lorsque les charnières sont fixées par serrage à travers des trous ou encoches
- pour les dessus de tables ne reposant pas de façon continue sur ses bords ou à quelques centimètres du bord
- dans les salles d'eau.

Les bords apparents doivent être façonnés. Les exigences de sécurité et les méthodes d'essais sont précisées dans les différentes normes pour les meubles de cuisine, plans de travail, meubles de rangement à usage domestique, tables, meubles destinés à recevoir une charge, etc.

EN 14072 concerne les essais de choc applicables aux meubles en verre plat ou bombé. Les éléments testés sont représentatifs de la production, et présentent une résistance significative (4 semaines de séchage en cas de collage, pièces métalliques convenablement vissées...).

### ▼ Agencement intérieur

Le Mémento Sécurité du DTU 39 orientera utilement le concepteur. Les limitations applicables à la glace armée ou armée polie, ou au verre trempé peuvent s'appliquer, en paroi verticale comme en plafond.

La sécurité aux heurts est assurée par un produit classé 2B2 au moins suivant EN 12600. Les produits sécurisés par un film polypropylène transparent, déposé au dos du vitrage en usine (film Safe ou Safe+), et d'une épaisseur au moins égale à 4 mm (Mirox Safe, Lacobel, Matelux Silver, Matelac), ainsi que ceux assemblés en double face (Duplex), sont classés 2B2 et conviennent à ces usages. Leurs morceaux restent solidaires après un bris éventuel.

Dans certains locaux (scolaires, sports et loisirs), les miroirs sont de préférence posés avec un profilé U reprenant le poids du vitrage, ainsi que par collage du produit filmé Safe.

Dans les ERP, d'éventuels vitrages réfléchissants ne doivent pas tromper sur le sens des issues.

*L'arrêté du 21/11/2002*, relatif à la réaction au feu fixe des euro-classes EN 13501-1 ou les anciennes catégories M admissibles dans les règlements de sécurité incendie.

### 2.4.11 MOBILIER URBAIN

Ces ouvrages étant accessibles au public, le verre trempé 1C3 et le verre feuilleté 3B3 quel que soit sa nature répondent aux exigences de base. Les parois d'escalator ou de trottoir roulant sont en verre feuilleté ou trempé (*norme EN 115*).

### 2.4.12 ASCENSEURS

#### ▼ Les parois extérieures

Les parois extérieures des ascenseurs sont partie intégrante du bâtiment et doivent être en verre feuilleté. Le cas échéant, les parois doivent satisfaire aux exigences de sécurité vis-à-vis de la chute des personnes et à la réglementation incendie.

#### ▼ Cabines et portes

La *norme EN 81-1* définit ainsi les dispositifs d'essai :

- choc par pendule rigide, corps de 10 kg, hauteur de chute 500 mm
- choc par pendule mou, corps de 45 kg, hauteur de chute 700 mm.

Les feuilletés Stratobel PVB suivants sont réputés satisfaire à ces essais de choc.

Paroi fixe	Stratobel PVB trempé	Stratobel PVB recuit
Largeur ≤ 1 m	44/2 minimum	55/2 minimum
Largeur ≤ 2 m	55/2 minimum	66/2 minimum

Portes coulissant horizontalement	Stratobel PVB trempé	Stratobel PVB recuit
Prise en feuillure haute et basse	88/2 minimum $360 \leq \text{largeur} \leq 720 \text{ mm}$ hauteur libre $\leq 2,10 \text{ m}$	
Prise en feuillure 3 côtés (haute, basse et un côté)		88 / 2 minimum $300 \leq \text{largeur} \leq 720 \text{ mm}$ hauteur libre $\leq 2,10 \text{ m}$
Prise en feuillure 4 côtés		64 / 2 minimum $300 \leq \text{largeur} \leq 870 \text{ mm}$ hauteur libre $\leq 2,10 \text{ m}$

Lors des essais, le panneau de porte est testé y compris ses éléments de guidage. Le panneau ne doit pas être entièrement endommagé, fissuré ou traversé, les éléments du guidage doivent être intacts.

Les profils de fixation doivent être liés entre eux de façon rigide. Dans les autres cas, un justificatif devra être apporté.

Suivant [EN 81-2](#), les portes palières, ainsi que les portes et parois de cabines doivent pouvoir résister à une charge de 300 N appliquée sur  $5 \text{ cm}^2$ , perpendiculairement au panneau et en un endroit quelconque, sans déformation permanente ou élastique supérieure à 15 mm.

Les parois de cabine constituées de panneaux de verre situés à moins de 1.10 m du plancher de cabine, doivent avoir une main courante placée à une hauteur de  $1.0 \text{ m} \pm 0.10 \text{ m}$ . Elle doit être fixée indépendamment des parois vitrées. La fixation du verre doit être telle que le verre ne puisse quitter ses fixations même en cas d'affaissement de la porte.

Les portes à manœuvre automatique à coulissement horizontal doivent être équipées de moyens réduisant les risques de coincement de mains d'enfants.

Des limitations à l'usage de produits verriers, en toiture de cabine, peuvent exister du fait de la sécurité incendie en ERP.

# 3 DIMENSIONNEL- MENT DES VITRAGES



AVAZ, Sarajevo, Bosnie-Herzégovine - Architecte : Ahmed Kapidric - Silverlight PrivaBlue

Les caractéristiques des vitrages (dimensions, composition, type de verre), les actions auxquelles ils sont soumis (effets du vent et de la neige, les charges pondérales, charges d'exploitation ou d'origines diverses) et la mise en œuvre de ces vitrages sont nécessaires au calcul de l'épaisseur minimale nécessaire.

Les règles de calcul diffèrent selon les produits, la réglementation, ou les recommandations professionnelles applicables. En France, la norme NF DTU 39 prévaut largement dans tous les cas de maintien du vitrage en feuillure sur 2, 3 ou 4 côtés.

D'autres règles s'appliquent selon la destination et/ou la mise en œuvre des vitrages, qu'il s'agisse de VEC, VEA, dalles de plancher en verre, vitrages d'aquarium...

## 3.1 NF DTU 39 P4 (2006)

Ces règles de calcul s'appliquent :

- aux vitrages courants dans les conditions de mise en oeuvre sur chantier du DTU 39
- aux vitrages assemblés en atelier selon les règles du pr NF 20-650-1, posés verticalement et en feuillure sur leur périphérie
- aux vitrages de façade suivant DTU 33 mis en œuvre sur 2, 3 ou 4 côtés.

Il convient de se reporter aux textes originaux pour s'assurer de la conformité des hypothèses et de la validité des calculs. Les dispositions sont applicables en France et dans les DOM, aux vitrages dont le point le plus haut est à une distance du sol au plus égale à 100 m.

### 3.1.1 CHARGES

#### ▼ Poids propre

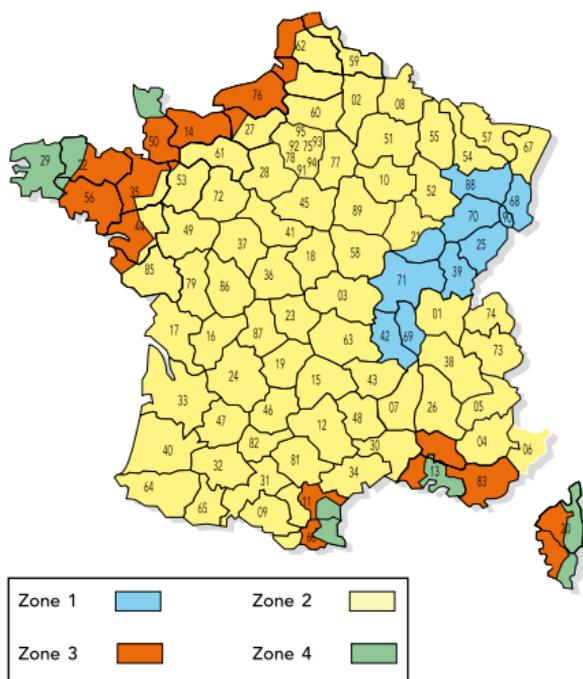
La charge (en Pa) est calculée avec l'épaisseur nominale du produit verrier, ou la somme des épaisseurs des composants verriers exprimées en mm.

$$P_a = (e_1 + e_2 \dots + e_n) \times 25$$

#### ▼ Vent

La pression du vent P est une valeur conventionnelle de calcul, liée à la localisation géographique, à l'environnement de la construction et à la hauteur par rapport au sol. Le découpage géographique par cantons comporte 5 zones. La Guyane est en zone 1. Martinique, Guadeloupe et Réunion sont en zone 5.

Carte vent



### > Situation de l'ouvrage :

a : constructions situées à l'intérieur de grands centres urbains (villes où la moitié au moins des bâtiments ont plus de quatre niveaux)

b : villes petites et moyennes ou à la périphérie des grands centres urbains

c : constructions isolées en rase campagne

d : constructions isolées en bord de mer ou situées dans les villes côtières avec distance au rivage inférieure à 20 fois la hauteur.

Les pressions de vent conventionnelles exprimées en Pa sont données par le tableau page 458. Elles sont valables pour les façades planes sans décrochement important situées sur des bâtiments peu élancés.

Zone	Situation	$H \leq 6$	$6 < H \leq 18$	$18 < H \leq 28$	$28 < H \leq 50$	$50 < H \leq 100$
1	a	600	600	600	600	800
1	b	600	600	650	750	950
1	c	650	900	1000	1150	1300
1	d	850	1050	1150	1250	1400
2	a	600	600	700	900	1100
2	b	600	800	900	1100	1300
2	c	900	1100	1200	1350	1550
2	d	1400	1600	1700	1800	1900
3	a	800	900	1000	1300	1700
3	b	900	1100	1300	1600	2000
3	c	1300	1600	1800	2000	2200
3	d	1500	1800	2000	2150	2300
4	a	900	1050	1150	1450	1900
4	b	1000	1250	1500	1800	2200
4	c	1500	1800	2000	2150	2300
4	d	1700	1900	2050	2250	2300
5	a	1200	1350	1500	1900	2450
5	b	1300	1600	1950	2350	2850
5	c	1950	2350	2600	2800	2950
5	d	2200	2450	2650	2900	2950

Pour les constructions élancées dont le rapport de la hauteur à la plus grande dimension horizontale est supérieur à 2, on multiplie la pression P par un facteur fonction de la hauteur du vitrage au-dessus du sol.

Distance h, entre le haut du vitrage et le sol (m)	Facteur d'éclatement
$h \leq 28$	1
$28 < h \leq 50$	1,5
$50 < h \leq 100$	2,2

### ▼ Cas des vitrages utilisés à l'intérieur (DTU 39)

A l'intérieur des constructions fermées :  $P = 600$  Pa.

### ▼ Cas des vitrages dont la destination n'est pas connue (pr NF 20-650-1)

Ces vitrages sont dimensionnés avec une pression forfaitaire P3 pour se conformer à des classes de résistance suivant EN 12210.

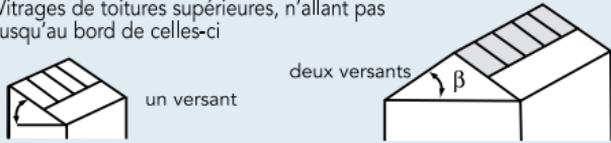
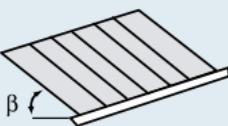
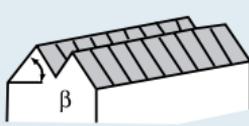
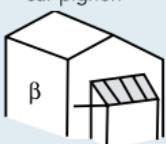
Classe	1	2	3	4	5
P3	600	1200	1800	2400	3000

### ▼ Charges de neige S sur les vitrages en toiture (DTU 39)

$S = 0$  si  $\beta > 60$

$S = S_0 \times \varphi$ , ou  $S_0$  est la charge de neige au sol exprimée en Pa.

$\varphi$  est un coefficient qui tient compte de la forme de la toiture.

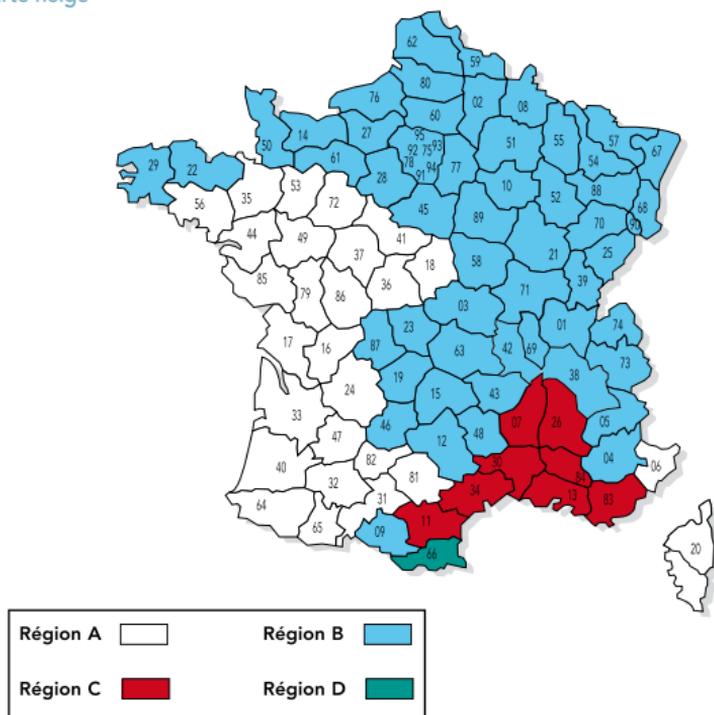
Définition de la toiture	$\beta \leq 60^\circ$	Valeur de $\varphi$
<p>Vitrages de toitures supérieures, n'allant pas jusqu'au bord de celles-ci</p> 		1,0
 <p>Vitrages situés en bord de toiture :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- altitude &gt; 500 m</li> <li>- altitude &lt; 500 m</li> <li>- avec accumulation de neige en bord de toiture (gouttière, chéneau...)</li> <li>- sans accumulation de neige en bord de toiture</li> </ul>		1,6 1,6 1,0
<p>Toitures à redans</p>  <p>Toitures courbes</p>  <p>Verrières inférieures sur pignon</p> 		1,6
 <p>Verrières susceptibles de recevoir de la neige d'une toiture supérieure :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>3 \text{ m} \leq h \leq 6 \text{ m}</math> et <math>\beta &lt; 30^\circ</math></li> <li>- autres cas avec <math>h \leq 6 \text{ m}</math></li> <li>- <math>h &gt; 6 \text{ m}</math></li> </ul>		2,2 1,6 2,8
<p>Dans le cas de toitures à redans, par convention, <math>\beta</math> est le plus petit des deux angles, quelle que soit la situation de la partie vitrée.</p>		

### > Charges de neige au sol

Les charges caractéristiques au sol pour une altitude  $\leq 200$  m ( $S_{0 \text{ min}}$ ) sont données en fonction de la région définie par la carte ci-après :

Région	$S_{0 \text{ min}}$ (Pa)
A	450
B	550
C	650
D	900

Carte neige



- > La valeur de la charge de neige au sol  $S_o$  (exprimée en Pa)  
Elle varie avec l'altitude  $h$  (exprimée en m) :

$h \leq 200$ m :	$S_o = S_{o\min}$	en Pa
$200$ m < $h \leq 500$ m :	$S_o = S_{o\min} + 1,5 h$	300
$500$ m < $h \leq 1\,000$ m :	$S_o = S_{o\min} + 3 h$	1 050
$1\,000$ m < $h \leq 2\,000$ m :	$S_o = S_{o\min} + 4,5 h$	2 550

- > Charge d'avalanche

5000, 10000 ou 30000 Pa selon les Documents Particuliers du Marché. Cette charge ne se cumule pas avec le vent ou la neige et concerne les parois verticales et les parois inclinées.

> **Combinaisons de charges suivant DTU 39**

Suivant le cas, la pression de calcul sera la plus défavorable des combinaisons suivantes :

Paroi verticale angle $\beta \geq 60^\circ$	Paroi inclinée : angle $\beta < 60^\circ$
Pression de vent P1 ou Pression forfaitaire P3	Neige + Poids $P1 = 1,5 (P_p + S_0 \cdot \phi)$ ou Vent $P2 = P_{\text{vent}}$ ou Poids - Vent $P2 - 0,5 P_p$
ou en intérieur $P1 = 600 \text{ Pa}$	ou en intérieur $P1 = 1,5 P_p$
ou Pression cyclonique	ou Pression cyclonique
ou Pression d'avalanche	ou Pression d'avalanche

### 3.1.2 DÉTERMINATION DE L'ÉPAISSEUR SELON DTU 39

Elle peut nécessiter deux étapes.

#### ▼ Etape 1

La pression de calcul  $P$  est utilisée dans les formules ci-après pour déterminer une épaisseur  $e_1$ .  $L$  et  $l$  sont respectivement le grand et le petit côté du vitrage (en m),  $S$  est la surface.

Un facteur de réduction  $c$  est appliqué (uniquement pour les vitrages monolithiques simples). Le produit ( $e_1 \times c$ ) est multiplié par un facteur d'équivalence  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$  ou  $\epsilon_3$ , qui dépend du type de vitrage.

Il faut vérifier que  $e_t \geq e_1 \cdot c \cdot \epsilon$

ou  $e_t$  est la somme des épaisseurs nominales et/ou équivalentes des composants du vitrage.

Seule l'étape 1 est nécessaire pour les vitrages pris en feuillure sur 4 côtés posés sur chantier ou en atelier.

L'étape 2 est impérative pour les vitrages comportant un bord libre ou ceux relevant du DTU 33 : 2008.

*L'épaisseur d'un vitrage bombé est calculée comme celle d'un vitrage plan de surface égale à la surface développée.*

> Vitrage en appui sur toute sa périphérie

Rapport L/l est inférieur ou égal à 3 :

$$e_1 = \sqrt{\frac{S \times P}{72}}$$

Rapport L/l est supérieur à 3 :

$$e_1 = \frac{l \times \sqrt{P}}{4,9}$$

> Vitrage en appui sur 3 côtés

Si le bord libre est le plus grand côté L :

$$\text{Si } L/l \leq 9 : e_1 = \sqrt{\frac{L \times 3 \times l \times P}{72}}$$

$$\text{Si } L/l > 9 : e_1 = \frac{3 \times l \times \sqrt{P}}{4,9}$$

Si le bord libre est le plus petit côté l :

$$e_1 = \frac{l \times \sqrt{P}}{4,9}$$

> Vitrage en appui sur 2 côtés opposés

*Note : le dimensionnement des vitrages collés entre eux doit être effectué selon ce principe car le collage n'assure pas le maintien mécanique.*

si le bord libre est le plus grand côté L :

$$e_1 = \frac{L \times \sqrt{P}}{4,9}$$

si le bord libre est le plus petit côté l :

$$e_1 = \frac{l \times \sqrt{P}}{4,9}$$

> Vitrage en appui sur 2 côtés opposés avec maintien ponctuel sur les hauteurs

Les formules ci-après sont uniquement applicables lorsque le rapport Hauteur/Largeur du vitrage est au plus égal à 1,5. Elles tiennent compte de la limitation de la flèche des bords libres.

1/ un maintien ponctuel au milieu du bord  
si le bord libre est le plus grand côté L :

$$e_1 = \frac{L \times \sqrt{P}}{4,9} \times 0,625$$

si le bord libre est le plus petit côté l :

$$e_1 = \frac{l \times \sqrt{P}}{4,9} \times 0,625$$

2/ deux maintiens ponctuels équidistants  
si le bord libre est le plus grand côté L :

$$e_1 = \frac{L \times \sqrt{P}}{4,9} \times 0,588$$

si le bord libre est le plus petit côté l :

$$e_1 = \frac{l \times \sqrt{P}}{4,9} \times 0,588$$

#### > Facteur de réduction c

Pour tous les vitrages feuilletés et tous les vitrages isolants :  
c = 1.

Pour les vitrages monolithiques fixes de surface supérieure à 5 m<sup>2</sup> et maintenus sur 4 ou 3 côtés et dont la partie supérieure est à moins de 6 m du sol extérieur : c = 0,8.

Pour les vitrages monolithiques fixes maintenus sur 2 côtés avec les bords libres supérieurs à 2 m et dont la partie supérieure est à moins de 6 m du sol extérieur : c = 0,8.

Pour les autres vitrages monolithiques fixes : c = 0,9.

#### > Facteurs d'équivalence ε

Vitrage isolant ε <sub>1</sub>	Incidence sur ε <sub>2</sub>
Double vitrage : ε <sub>1</sub> = 1.5	La nature des composants (trempé, durci) ne change pas le facteur ε <sub>2</sub> .
Triple vitrage : ε <sub>1</sub> = 1.7	Dans le cas de vitrages gravés ou dépolis par sablage ou grenailage, de vitrages étirés ou imprimés, la nature des composants est à prendre en compte.

Type de vitrage feuilleté		ε <sub>2</sub>
Vitrage feuilleté de sécurité NF EN ISO 12543-2 Stratobel	2 composants verriers	1,30
	3 composants verriers	1,50
	4 composants verriers et plus	1,60
Vitrage feuilleté NF EN ISO 12543-3	2 composants verriers	1,60
	3 composants verriers et plus	2,00

Type de vitrage monolithique	ε <sub>3</sub>
trempe chimique NF EN 12337	0,75
trempe NF EN 12150 ou NF EN 14179	0,8
borosilicate trempé NF EN 13024	0,8
alcalino-terreux trempé NF EN 14321	0,8
imprimé trempé EN 12150	0,88
émaillé trempé NF EN 12150	0,91
durci NF EN 1863	0,93
recuit NF 572-2	1
borosilicate NF 1748-1	1
émaillé durci NF EN 1863	1
alcalino-terreux recuit NF EN 1748-1	1
recuit dépoli acide industriellement	1
étiré NF EN 572-4	1,1
imprimé recuit NF EN 572-5	1,1
recuit dépoli par sablage	1,1
recuit armé NF EN 572-3	1,2
recuit dépoli par grenailage	1,2
recuit gravé	1,2
imprimé armé NF EN 572-6	1,3

## &gt; Détermination de la composition

Cas d'un vitrage isolant	Vérifier que
2 verres monolithiques (i, j)	$e_i + e_j \geq e_1 \times \varepsilon_1$
1 verre monolithique (i) et un verre feuilleté (j et k)	$\frac{e_j + e_k}{\varepsilon_2} + e_i \geq e_1 \times \varepsilon_1$
1 verre feuilleté (i et j) et un verre feuilleté (k et l)	$\frac{e_i + e_j}{\varepsilon_2} + \frac{e_k + e_l}{\varepsilon_2} \geq e_1 \times \varepsilon_1$

Cas d'un vitrage simple	Vérifier que
feuilleté (i, j)	$e_i + e_j \geq e_1 \times \varepsilon_2$
monolithique (i)	$e_i \geq e_1 \times \varepsilon_3 \times c$

## &gt; Limitations dimensionnelles des vitrages simples monolithiques recuits ou armés

Quel que soit  $e_t$  calculé, les limitations suivantes s'appliquent.

Épaisseur nominale (mm)	Dimension maximale du petit côté (m)
3	0,66
4	0,92
5	1,5
6	2
8	3

De plus, pour les vitrages dont la surface est supérieure à 5 m<sup>2</sup> :

$e_t \geq 6$  mm lorsque la partie basse du vitrage est à plus de 0,60 m du sol ;

$e_t \geq 8$  mm lorsque la partie basse du vitrage est à moins de 0,60 m du sol.

Pour les vitrages rectangulaires de plus de 1 m<sup>2</sup> présentant un bord libre non protégé :

$e_t \geq 8$  mm si le bord libre est inférieur à 2 m ;

$e_t \geq 10$  mm si la dimension du bord libre est supérieure à 2 m.

## ▼ Etape 2 - Déformation du vitrage

Dans le cas des vitrages présentant au moins un bord libre, ou dans le cas des toitures de pente inférieure à 5° et dans le cadre du DTU 33, il faut vérifier la déformation du vitrage.

A partir de la composition de vitrage déterminée à l'étape 1 on calcule une épaisseur équivalente  $e_2$  utilisée pour la vérification de la flèche. Si la flèche dépasse la valeur admissible, l'épaisseur des composants doit être augmentée jusqu'au respect de l'ensemble des exigences.

Note : La déformation d'un vitrage dépend de son épaisseur et non de sa nature (recuit, durci, trempé).

### > Epaisseur pour calculer la déformation

Vitrage isolant	
Vitrage isolant deux faces monolithiques (i, j)	$e_2 = \frac{e_i + e_j}{\epsilon_1}$
Vitrage isolant une face bi-feuilletée (i, j)	$e_2 = \frac{\frac{e_i + e_j}{\epsilon_2} + e_k}{\epsilon_1}$
Vitrage isolant deux faces bi-feuilletées (i, j) et (k, l)	$e_2 = \frac{\frac{e_i + e_j}{\epsilon_2} + \frac{e_k + e_l}{\epsilon'_2}}{\epsilon_1}$

Si  $e_2$  calculée est inférieure à l'épaisseur nominale de l'un des composants monolithiques du vitrage isolant, on prendra cette épaisseur comme valeur de  $e_2$ .

Vitrage feuilleté ou vitrage feuilleté de sécurité	$e_2 = \frac{e_i + e_j}{\epsilon_2}$
Vitrage monolithique	$e_2 = e_i$

Exemples d'épaisseurs équivalentes calculées

Composition	44.2	66.2	4/ xx /4	4/ xx /10	4/ xx /33.2	6/ xx /44.2	44.2/ xx /33.2	44.2/ xx /66.2
$e_2$	6,1 mm	9,2 mm	5,3 mm	10 mm	5,7 mm	8,1 mm	7,1 mm	10,2 mm

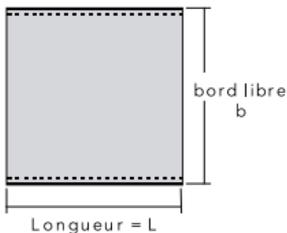
- > Calcul de la flèche  $f$

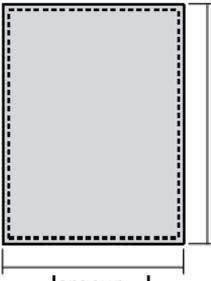
$$f = \alpha \times \frac{P}{1,2} \times \frac{b^4}{e_2^3}$$

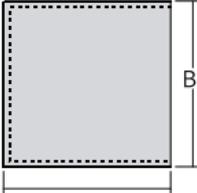
**b** est le petit côté dans le cas de vitrages pris en feuillure sur 4 côtés.

**b** est le bord libre dans le cas de vitrages pris sur 2 ou 3 côtés. Le coefficient  $\alpha$  dépend des dimensions du vitrage.

- > Valeurs du coefficient de déformation  $\alpha$

Appui continu sur 2 côtés	Coefficient $\alpha$
	$\alpha = 2.1143$

Appui continu sur 4 côtés	$l/L$	$\alpha$
	1	0,6571
	0,9	0,8000
	0,8	0,9714
	0,7	1,1857
	0,6	1,4143
	0,5	1,6429
	0,4	1,8714
	0,3	2,1000
	0,2	2,1000
	0,1	2,1143
	< 0,1	2,1143

Appui continu sur 3 côtés	$L/b$	$\alpha$
	0,30	0,68571
	0,33	0,73143
	0,35	0,80000
	0,40	0,91429
	0,50	1,14286
	0,67	1,51429
	0,70	1,56286
	0,80	1,71000
	0,90	1,85714
	1,00	2,00000
	1,10	2,05714
	1,20	2,11429
	1,30	2,17143
	1,40	2,22857
	1,50	2,28571
	1,75	2,31429
	2,00	2,35714
	3,00	2,37143
	4,00	2,38571
	5,00	2,38571
>5	2,38571	

> Critères admissibles

Simple vitrage : flèche  $\leq 1/100e$  du bord libre, soit  $f \leq b \times 10$ .

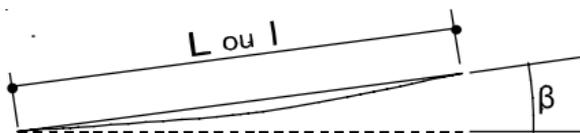
Exemples : les hauteurs maximales de vitrages maintenus uniquement sur les largeurs, en châssis fixe et sous 600 Pa (intérieur) ou 800 Pa sont donnés ci-dessous.

Monolithique	600 Pa	800 Pa
Epaisseur	h maxi (m) trempé ou recuit	
6	1,26	1,15
8	1,68	1,53
10	2,11	1,92
12	2,53	2,30
15	3,17	2,88

Feuilleté	600 Pa	800 Pa
Epaisseur	h maxi (m) trempé ou recuit	
6,6	1,85	1,60
8,8	2,47	2,14
10,10	3,08	2,67
12,12	3,7	3,20
15,15	4,6	4,00

Double vitrage à bords non maintenus : flèche  $\leq 1/150e$  du bord libre, soit  $f \leq b \times 6,67$ .

Vitrage de verrière : à vérifier uniquement pour les vitrages dont la pente nominale est inférieure à  $5^\circ$  (8,7 %), y compris pour les vitrages pris en feuillure sur 4 côtés, pour assurer l'écoulement de l'eau sans stagnation.



$$f \leq \frac{l \times \tan \beta}{4} \text{ ou } f \leq \frac{L \times \tan \beta}{4}$$

Façades-rideaux DTU33 : 2008 - les flèches sont limitées également en valeurs absolues (voir p.480).

## 3.2 DIMENSIONNEMENT AUX ÉTATS LIMITES

Ces méthodes sont applicables à tous les vitrages, y compris VEC, VEA, dalles et marches d'escalier, moyennant la prise en compte de critères adaptés.

Les états limites de service (ELS) correspondent à l'apparition de flèches ou de déformations excessives affectant l'aspect ou l'exploitation normale de l'ouvrage ou de l'élément.

Les états limites ultimes (ELU) sont associés à toute forme de ruine susceptible de mettre en danger la stabilité de l'ouvrage ou la sécurité des personnes.

Les charges de calcul à l'ELS et l'ELU résultent de la combinaison des charges climatiques ou d'autre nature. A chacun de ces états correspondent des critères de dimensionnement.

### 3.2.1 CHARGES CLIMATIQUES

La détermination des charges de vent et de neige peut faire appel aux règles dites *NV65* et *N84*. Cependant les Eurocodes Vent et Neige les remplaceront progressivement.

Attention les cartes retenues pour la neige et le vent dans les *annexes nationales des Eurocodes* diffèrent des cartes actuelles NV65 et N84 et sont également différentes de celles du DTU 39.

Le choix des situations et coefficients nécessite une connaissance suffisamment précise du contexte. C'est pourquoi les charges climatiques doivent être précisées par le maître d'ouvrage.

A défaut d'information et/ou en l'absence d'une validation des hypothèses de charges, une estimation serait faite par nos services, le dimensionnement étant fait alors sous toutes réserves.

#### ▼ Charges NV 65 et N84

Les charges normales sont celles qui ont une probabilité fixée d'être atteintes une ou plusieurs fois dans une année. Les charges dites extrêmes ont une probabilité convenablement fixée d'être atteintes une seule fois dans la vie de l'ouvrage.

> Vent Vn

Les règles *NV 65 (DTU NF P 06-002)* s'appliquent à tous les bâtiments.

Les zones 1 à 4 sont principalement situées en France métropolitaine, la zone 5 concerne certains départements d'outre-mer. Le découpage est cantonal.

Pour une altitude inférieure ou égale à 1000 m, les pressions dynamiques de base ( $q_{10}$ ) à 10 m de hauteur sont :

Zone	Normale	Extrême
<b>Zone 1</b>	500 Pa	875 Pa
<b>Zone 2</b>	600 Pa	1 050 Pa
<b>Zone 3</b>	750 Pa	1 310 Pa
<b>Zone 4</b>	900 Pa	1 575 Pa
<b>Zone 5 (Outre-mer)</b>	1200 Pa	2 100 Pa

Ces pressions peuvent être majorées dans quelques cantons.

La charge due au vent est obtenue en affectant les pressions de base de coefficients tenant compte du site, de la hauteur de l'élément, de l'exposition du bâtiment, des actions locales, etc...

La nature du site (protégé, normal ou exposé) et tous les coefficients afférents doivent être définis par le cahier des charges d'après les données locales. Il en est de même au-delà de 1000 m d'altitude.

**Cas des immeubles de très grande hauteur :** de nombreuses surpressions ou dépressions locales obligent normalement à faire des essais en soufflerie.

> Neige S

Les règles *N84 (DTU NF P06-006) de 1996* définissent 6 zones en France avec des limites départementales ou cantonales, et les charges  $S_0$  de neige au sol correspondantes. Ces dispositions tiennent compte de chutes exceptionnelles de neige  $S_{0a}$  dans certaines régions, et pénalisent les toitures quasi-horizontales.

Les charges de neige au sol sont les suivantes :

Zones	1A	1B	2A	2B	3	4
$S_0$ au sol	450	450	550	550	650	900
$S_{0a}$	0	1000	1000	1350	1350	1800

Des corrections sont apportées en fonction de l'altitude et de la forme de la construction et de l'accumulation possible de neige (coefficient  $\mu$ ).

De façon générale :  $S = \mu S_0 + S_1$

Les majorations  $S_1$  égales à 200 ou 100 Pa s'appliquent respectivement pour des pentes inférieures ou égales à 3% (1.7°) ou comprise entre 3 et 5% (entre 1.7 et 2.9°).

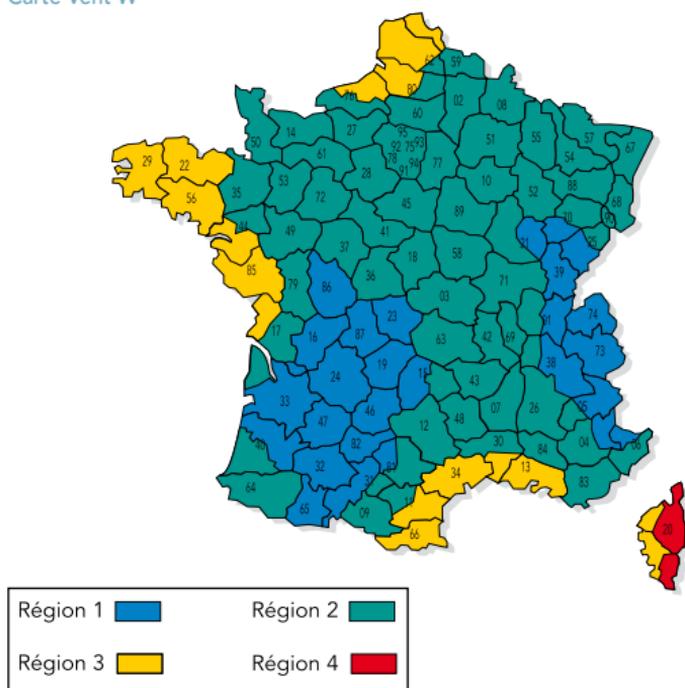
### ▼ Charges suivant Eurocodes

#### > Vent W

Le document *EN1991-1-4 et son annexe nationale EN1991-1-4/NA* s'appliquent et fixent la vitesse de référence au sol selon la zone climatique.

	France Métropolitaine							
	1	2	3	4	Guyane	Guadeloupe	Martinique	Réunion
$V_{bo}$ m/s	22	24	26	28	17	36	32	34

Carte Vent W



La charge due au vent est obtenue en affectant la vitesse de base de divers coefficients tenant compte du site : orographie, direction des vents, hauteur de l'élément, catégorie du terrain, etc..., et du coefficient  $C_{prob}$  fonction de la probabilité de dépassement de la vitesse du vent au cours d'une année.

Probabilité de dépassement	0.02	0.04	0.10	0.20
Période de retour	50	25	10	5
$C_{prob}$	1	0.97	0.92	0.88

Catégories de terrain :

0 : mer ou zone côtière exposée aux vents de mer ; lacs et plans d'eau parcourus par le vent sur une distance de 5 km au moins

II : rase campagne, avec ou non quelques obstacles isolés

IIIa : campagne avec des haies, habitat dispersé

IIIb : zones urbanisées ou industrielles

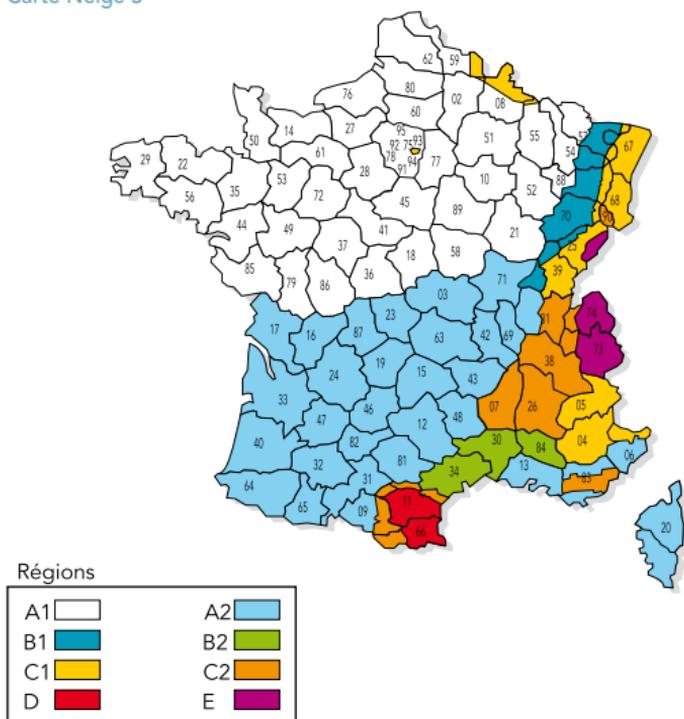
IV : zones urbaines avec au moins 15% de la surface couverte par des bâtiments de hauteur supérieure à 15 m.

Les catégories et paramètres de terrain et tous les coefficients afférents doivent être définis par les documents du marché.

#### > Neige S

Le document *EN1991-1-3* et son *annexe nationale EN1991-1-3/NA* s'appliquent jusqu'à 2000 m d'altitude. La France métropolitaine est découpée en 8 régions selon la carte ci-dessous.

Carte Neige S



	A1	A2	B1	B2	C2	D	E
<b>S<sub>k sol</sub></b>	0.45	0.45	0.55	0.55	0.65	0.90	1.40
<b>S<sub>ke</sub></b>	-	1.0	1.0	1.35	1.35	1.80	-
	$\Delta s_1$						$\Delta s_2$

De façon générale :

$$S = \mu S_k + \Delta S$$

Des corrections sont apportées en fonction de l'altitude et de la forme de la construction et de l'accumulation possible de neige (coefficient  $\mu$ ).

Altitude A en m	$\Delta S_1$ en kN/m <sup>2</sup>	$\Delta S_2$ en kN/m <sup>2</sup> (région E)
<b>0 à 200</b>	0	0
<b>200 à 500</b>	$0.1 \frac{A-200}{100}$	$0.15 \frac{A-200}{100}$
<b>500 à 1000</b>	$0.3 + 0.15 \frac{A-500}{100}$	$0.45 + 0.35 \frac{A-500}{100}$
<b>1000 à 2000</b>	$1.05 + 0.35 \frac{A-1000}{100}$	$2.2 + 0.7 \frac{A-1000}{100}$

Des majorations égales à 200 ou 100 Pa s'appliquent respectivement pour des pentes inférieures ou égales à 3% (1.7°) ou comprises entre 3 et 5% (entre 1.7 et 2.9°).

### 3.2.2 COMBINAISON DES CHARGES

Les coefficients de pondération sont conformes aux Eurocodes et aux règles en vigueur dans le bâtiment. Les combinaisons ci-après concernent les charges perpendiculaires au plan du vitrage. Elles s'appliquent aux charges NV65/N84 comme aux charges Eurocodes.

Aux charges climatiques s'ajoute le poids propre,  $G = 24.5 \times$  épaisseur en mm, exprimé en Pa.

### ▼ Parois inclinées (de plus de 5° par rapport à la verticale)

	Charges ELS	Charges ELU
Poids + neige	$qs1 = (G + S \cos \beta) \cos \beta$	$qu1 = (1.35 G + 1.5 S \cos \beta) \cos \beta$
Poids + vent descendant	$qs2 = G \cos \beta + W / k_0$	$qu2 = 1.35 G \cos \beta + 1.5 W$
Poids + vent ascendant	$qs3 = G \cos \beta + W' / k_0$	$qu3 = G \cos \beta - 1.5 W'$
Poids + vent + neige	$qs4 =$	$qu4 =$ $1.35 (G \cos \beta + 1.5 W + 0.9 S \cos^2 \beta)$
Poids + neige + vent	$G \cos \beta + 0,9 (S \cos^2 \beta + W' / k_0)$	$qu4 =$ $1.35 (G \cos \beta + 1.5 S \cos^2 \beta + 0.9 W)$

$\beta$  est l'angle formé avec l'horizontale.  $W = k_0 V_n$ .

$k_0 = 1,2$  si  $W$  est déterminé avec  $V_n$  de NV65

$k_0 = 1$  si  $W$  est déterminé suivant Eurocode (W50 ou W30)

### ▼ Parois verticales

	Charges ELS	Charges ELU
Vent en pression	$qs1 = pN = W / k_0$	$qu1 = 1,5 x W$
Vent en dépression	$qs2 = pN' = W' / k_0$	$qu2 = 1,5 x W'$

On prend pour vérifier les épaisseurs de vitrages la combinaison la plus défavorable des actions à l'ELS et à l'ELU.

## 3.2.3 CHARGES D'EXPLOITATION - CHARGES EXCEPTIONNELLES

### ▼ Charges statiques

La *norme NF P 06-001* définit les valeurs usuelles pour des charges uniformes, linéiques ou ponctuelles s'exerçant sur des éléments de construction. D'autres charges peuvent être à prendre en compte si cela figure dans le cahier des charges : nettoyage, circulations d'engins, etc...

Les charges d'exploitation doivent être combinées avec le poids propre le cas échéant.

### ▼ Charges sur marches et dalles de sol

Cf. page 484.

### ▼ Charges hydrostatiques

Les vitrages verticaux des piscines et aquariums sont soumis à une pression hydrostatique qui dépend de leur profondeur.

Une hauteur d'eau d'un mètre exerce une pression de 1 N/cm<sup>2</sup> soit 10000 Pa environ.

Les vitrages horizontaux des piscines et aquariums sont soumis à la pression hydrostatique et à leur poids propre ainsi qu'au poids d'éventuels éléments décoratifs (gravier...) (cf. page 487).

### ▼ Charges exceptionnelles

Il s'agit principalement des charges sismiques E, définies réglementairement (cf. page 523) ou des avalanches, définies dans les DPM.

## 3.2.4 MÉTHODES DE CALCUL D'ÉPAISSEUR

Les formulaires extraits de la théorie de la résistance des matériaux peuvent s'appliquer.

La démarche est la suivante :

- détermination des charges  $q_s$  à l'ELS et  $q_u$  à l'ELU
  - détermination des critères à respecter à l'ELS (flèches maximales), et à l'ELU pour le vitrage (contrainte admissible sous charges de courte et de longue durée)
  - vérification de l'épaisseur au regard des critères établis sous charges de service (ELS)
  - vérification de la résistance du vitrage à l'ELU. Les contraintes calculées sont comparées aux valeurs admissibles ou caractéristiques.  
 $\sigma \leq \sigma_{adm}$  à l'ELU.
- > **Résistance à la flexion / Contrainte admissible dans le verre**  
La valeur caractéristique  $\sigma_k$  est la contrainte pouvant entraîner la rupture de la face en extension. Elle est donnée pour les principaux produits dans la norme prEN 13474 et déterminée selon les méthodes de la norme EN 1288.

Dans la pratique, on tient compte de coefficients de sécurité couramment admis en donnant les contraintes admissibles sous charges combinées de courte ou longue durée.

Valeurs caractéristiques minimales en MPa, ou valeurs admises couramment :

	Produits	Contraintes $\sigma_k$ caractéristiques (normes produit)	Bâtiment	Bâtiment	Aquariums Hublots Bassins	Marches Dalles
			Climatiques de courte durée	Climatiques + poids de longue durée	hydrostatique	uniforme / localisée
<b>Recuit</b>	Planibel recuit	45	20	10	6	11.3
	Imprimé Imagin recuit	40	18	9		
	Borosilicate	45	20	10		
	Armé/armé poli	30/35	14/16	7/8		
<b>Trempé thermique</b>	Float	120	50	40	30	30
	Imprimé	75	35	25		-
	Float émaillé	75	35	25		-
	Imprimé émaillé	75	30	20		-
	Borosilicate	120	50	40		-
<b>Durci</b>	Verre float	70	35	25	12	17.5
	Imprimé	55	25	15		-
	Float émaillé	45	20	10		-
	Imprimé émaillé	45	20	10		-

Tout traitement de surface par enlèvement de matière (gravure acide, sablage superficiel, etc...) entraîne l'application d'un coefficient réducteur de 0,80 sur la contrainte de travail admissible pour le dimensionnement des ouvrages.

> Critères de déformation ELS

Les critères ci-dessous sont donnés à titre indicatif pour des cas courants (verre dans la construction).

	Simple / feuilleté / multi-feuilleté	Vitrage isolant
<b>Vitrage en feuillure sur 4 côtés DTU 39</b>	Pas de limite	Pas de limite
<b>Vitrage en feuillure sur 2 ou 3 côtés DTU 39</b>	Flèche $\leq 1/100^{\text{ème}}$ du bord libre	Flèche $\leq 1/150^{\text{ème}}$ du bord libre
<b>Vitrage en feuillure sur 4 côtés DTU 33</b>	$1/60^{\text{ème}}$ du petit côté ou 30 mm	$1/60^{\text{ème}}$ du petit côté ou 30 mm
<b>Vitrage en feuillure sur 2 ou 3 côtés DTU 33</b>	$1/100^{\text{ème}}$ du bord libre ou 30 mm	$1/150^{\text{ème}}$ du bord libre ou 20 mm
<b>Paroi inclinée à faible pente</b>	Conservation d'une pente résiduelle	Conservation d'une pente résiduelle
<b>Store incorporé dans un vitrage double</b>	-	Flèche compatible avec le fonctionnement du store
<b>VEC</b>	$1/60^{\text{ème}}$ du petit côté	$1/60^{\text{ème}}$ du petit côté
<b>VEA Structura</b>	$1/100^{\text{ème}}$ du côté et 50 mm maxi au centre	$1/150^{\text{ème}}$ du côté et 50 mm maxi au centre
<b>Dalles et marches</b>	$1/500^{\text{ème}}$ du côté	-
<b>Vitrages très réfléchissants</b>	$1/60^{\text{ème}}$ : limitation conseillée, à caractère esthétique	

> Formules de calcul

Dans l'attente de la normalisation européenne on peut utiliser les formulaires suivants.

$e_i$  est l'épaisseur nominale du vitrage ou du composant de verre feuilleté ou vitrage isolant.

$e_{eq}$  est l'épaisseur équivalente en mm.

$q_s$  et  $q_u$  sont les charges à l'ELS et à l'ELU uniformes en Pa.

L est le grand côté.

l est le petit côté.

b est le bord libre le cas échéant.

$\alpha$  et  $\beta$  sont des coefficients dépendant de L/l, de L/b ou de l/b.

<b>Epaisseur équivalente</b>	Feuilleté	$e_{eq} = \sqrt[3]{(e_1^3 + e_2^3 + 0,2 (e_1 + e_2)^3)}$
	Isolant	$e_{eq} = \sqrt[3]{e_1^3 + e_2^3}$
<b>Flèche en mm</b>	$f = \frac{\alpha q_s  l ^4}{e_{eq}}$	
<b>Contrainte dans le verre en MPa</b>	Feuilleté	$\sigma_1 = \frac{\beta q_u e_1}{e_{eq}}  l ^2 c_1$
	Monolithique	
	$c_1 = 1 + \frac{(e_1^2 + e_2^2)}{15e_1^2}$	
	$c_1 = 1$	

> Vitrage sur 4 appuis continus et charge uniformément répartie

L/l	$\alpha$	$\beta$
	Flèche	Contrainte
1	0,6444	0,2668
1,1	0,7722	0,3138
1,2	0,8958	0,3583
1,3	1,0138	0,3999
1,4	1,1236	0,4382
1,5	1,225	0,4732
1,6	1,3181	0,5048
1,7	1,4014	0,5332
1,8	1,4778	0,5587
1,9	1,5458	0,5815
2	1,6069	0,6017
2,5	1,8236	0,6728
3	1,9403	0,7105
4	2,0333	0,74
5	2,0569	0,7476
>	2,0563	0,75

> Vitrage sur 3 appuis continus et charge uniformément répartie

L/b ou l/b	$\alpha$ pour flèche sur bord libre	$\beta$ pour contrainte sur bord libre
0,3	0.048	0.153
0,4	0.064	0.249
0,5	0.080	0.344
0,6	0.093	0.431
0,7	0.106	0.506
0,8	0.117	0.567
0,9	0.129	0.616
1	0.140	0.656
1,1	0.143	0.687
1,2	0.147	0.711
1,3	0.150	0.729
1,4	0.153	0.742
1,6	0.160	0.760
1,8	0.162	0.774
2	0.165	0.780
3	0.166	0.798
4	0.167	0.804

> Vitrage sur 2 appuis

$$\beta = 0.75$$

$$\alpha = 2.065$$

### 3.2.5 APPLICATIONS DES MÉTHODES AUX ETATS LIMITES

#### ▼ VEC

Le vitrage est considéré comme étant en appui continu sur 4 côtés, les formules de la page 481 s'appliquent. La flèche est limitée à 1/60<sup>ème</sup> du petit côté.

Le calcul des charges  $q_s$  et  $q_u$  doit prendre en compte les effets imputables à la lame gazeuse.

Les charges  $q_s$  et  $q_u$  sont calculées pour chaque composant extérieur et intérieur, en fonction :

- de l'écart entre les épaisseurs des verres
- du rapport  $L/l$
- de l'épaisseur de la lame d'air
- de la rigidité du verre extérieur.

La formulation étant trop longue pour être exposée ici, on se réfèrera au cahier *CSTB n° 3130*. Le principe des vérifications est identique pour ce qui est du calcul des flèches à l'ELS et des contraintes à l'ELU.

### ▼ VEA

Les charges climatiques résultent de l'application des règles *NV 65 et N 84* ou des *Eurocodes*. Les combinaisons sont celles de la page 477.

Nos services sont aptes à étudier et dimensionner tous les éléments d'un projet Structura.

#### > Vitrages

Les critères de flèche sont donnés page 480.

La rotation sur les appuis à l'ELS doit être inférieure à la valeur admissible précisée pour chaque type de fixation dans les Avis Techniques. Les critères à l'ELU (cf. page 479) s'appliquent pour le verre trempé.

Lorsqu'un point de fixation (cas du VEA 6 points notamment) peut générer un moment d'encastrement, le rayon de courbure calculé doit être supérieur au rayon de courbure admissible  $R_{adm}$  pour le couple verre-fixation. Cette valeur est précisée dans nos Avis Techniques Structura pour chaque épaisseur.

Les éléments complets nécessaires au calcul figurent dans le cahier du *CSTB n° 3574*.

Nous recommandons des vérifications complémentaires portant si nécessaire sur :

- la pente résiduelle sous charge des verrières de faible pente
- la déformation des vitrages quasi-horizontaux sous leur poids propre
- les structures inversées (verrière suspendue).

### > Pièces métalliques

La déformation des attaches à l'ELS est limitée à 1 mm dans les deux sens. Les charges admissibles des pièces standard sont données dans les Avis Techniques Structura.

Dans quelques cas, un essai de résistance sur une attache prototype peut être nécessaire.

De façon générale, nos services ont recours à un logiciel de calcul adapté à la vérification de l'ensemble des composants des systèmes Structura.

## ▼ Dalles de plancher – Marches d'escalier

### > Charges

Les charges uniformes résultent de l'exploitation des locaux (mobilier, matière en dépôt, circulation des personnes). Elles sont définies dans *NF P 06-001* et communiquées ou validées par le maître d'ouvrage. En l'absence de spécification dans les Documents Particuliers du Marché, il est aussi pris en compte une charge localisée accidentelle **F** (ELU accidentel) correspondant à l'application d'une charge de 200 daN sur une surface de 4 x 4 cm<sup>2</sup> au centre de l'élément.

Nature du local (à titre indicatif) NF P 06-001	Charge uniforme Q en Pa
Plancher en résidentiel / habitation	1500
- Marches d'escalier - Hébergement, salles de restaurant, cafés, cantines (< 100 p) - Bureaux, salles de réunions avec tables, salles d'exposition de moins de 50 m <sup>2</sup> - Escaliers, halls d'entrée (sauf à guichet) et circulations des bâtiments d'habitation et des bureaux	2500
Balcons, bureaux paysagers, salles de conférence (< 50 m <sup>2</sup> ), salles d'exposition (> 50 m <sup>2</sup> )	3500
- Salles de théâtre, de conférences, tribunes et autres lieux avec sièges - Local utilisable en tant que local de réception (bâtiments hospitaliers) - Salles polyvalentes des bâtiments scolaires et universitaires - Halls à guichet, salles de lecture des bibliothèques - Halls divers (gares..) avec déplacement du public.	4000
Salles de réunion et lieux de culte avec assistance debout, salles de danse, boutiques.	5000
- Salles, tribunes et gradins de lieux de spectacle et sport avec places debout - Balcons avec accumulation possible de personnes en cas de panique.	6000

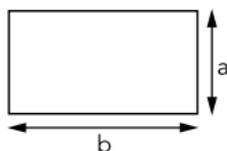
Les calculs sont applicables aux vitrages en appui sur toute la périphérie ou sur deux grands côtés sans que le bord entre appuis ne dépasse 500 mm.

Le verre feuilleté porteur est composé d'au moins deux feuilles d'épaisseur  $e$  identique ( $e \geq 8$  mm).

Le poids propre de la dalle prend en compte tous les constituants de la dalle, y compris la dalle d'usure. Les charges à considérer sont des combinaisons du poids propre et de la charge localisée ou de la charge d'exploitation uniforme.

> Formules de calcul

	Charges ELS	ELU fondamental	ELU accidentel
<b>Poids + neige + exploitation</b>	$q_{s1} = G + Q + 0.77 S$	$q_{u1} = 1.35 G + 1.5 Q + S$	-
<b>Poids + exploitation + vent</b>	$q_{s2} = G + Q + 0.77 W$	$q_{u2} = 1.35 G + 1.5 Q + W$	-
<b>Poids + exploitation</b>	-	-	$q_{u3} = G + F$
<b>Flèche</b>	$f = \frac{\alpha q_s}{n E e^3} a^4$	-	-
<b>Contrainte dans le verre</b>	-	$\sigma_1 = \frac{\beta q_u}{n e^2} a^2$	$\sigma_2 = \frac{\beta g a^2 + \beta_{1F}}{n e^2}$



b/a	$\alpha$	$\beta$	$\beta_1$			
			$a \geq 1.6$	$a = 0.8$	$a = 0.4$	$a \leq 0.2$
1	44300	0.2668	2.44	1.97	1.58	1.17
1.1	53000	0.3138	2.55	2.03	1.63	1.24
1.2	61600	0.3583	2.59	2.08	1.68	1.28
1.3	69700	0.3999	2.61	2.11	1.72	1.32
1.4	77000	0.4382	2.62	2.15	1.75	1.35
1.5	84300	0.4732	2.64	2.18	1.78	1.38
1.6	90600	0.5048	2.64	2.18	1.78	1.39
1.7	96400	0.5332	2.64	2.18	1.78	1.40
1.8	101700	0.5587	2.65	2.18	1.78	1.42
1.9	106400	0.5815	2.65	2.20	1.80	1.42
2.0	110600	0.6017	2.66	2.22	1.82	1.43
2.5	122100	0.6728	2.66	2.23	1.80	1.44
3.0	133600	0.7105	2.70	2.24	1.82	1.45
4	140000	0.7400	2.70	2.24	1.84	1.45
5	141600	0.7476	2.71	2.26	1.86	1.46
et plus	142200	0.75	2.71	2.26	1.86	1.46

La contrainte maximale  $\sigma_{\max}$  est calculée sur la totalité des composants porteurs, sans le composant de protection. La déformation est limitée à 1/500<sup>ème</sup> du petit côté. La contrainte admissible est celle du tableau page 479.

> Très petites dalles

Lorsque à la fois : surface < 0.25 m<sup>2</sup> et petit côté < 0.5 m et hauteur de chute < 0.50 m, les contraintes maximales à l'ELU accidentel (charge localisée) sont portées à 16, 23.3 et 40 MPa.

> Glassiled

L'intégration d'un composant Glassiled est possible et fera l'objet d'une étude spécifique.

## 3.3 VITRAGES D'AQUARIUMS ET PISCINES

### EPAISSEUR DE GLACES

Les vitrages verticaux sont soumis à une pression hydrostatique et les vitrages horizontaux à une pression uniforme. Une hauteur d'eau de 1 m exerce une pression de 10000 Pa environ.

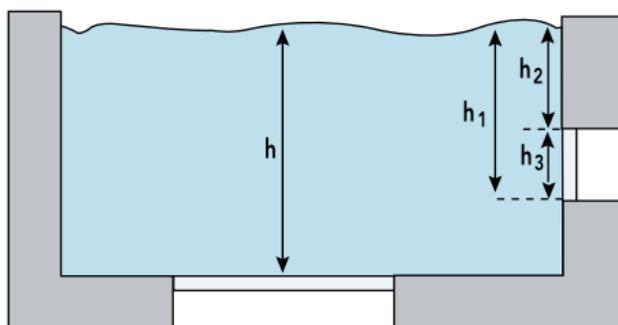
$$(q = h \times 10000)$$

Les informations ci-dessous sont nécessaires au calcul :

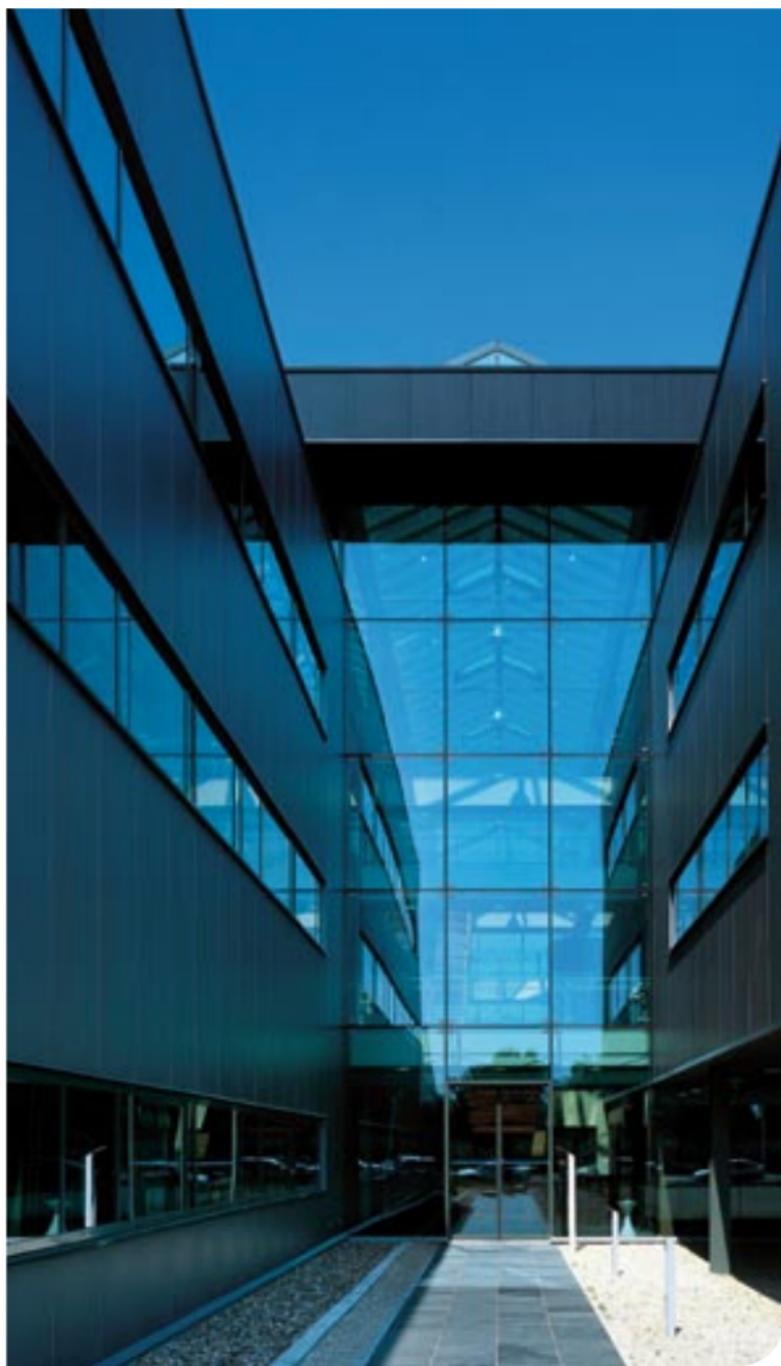
- nombre de bords en appui
- position verticale ou horizontale ou angle par rapport à la verticale
- dimensions du vitrage
- h : hauteur d'eau au dessus de la glace de fond
- h1, h2, h3 : hauteurs d'eau comme définis sur le schéma pour un vitrage vertical. Par sécurité, la hauteur d'eau pour le calcul doit tenir compte d'un remplissage maximum accidentel.

La présence d'une couche de sable ou gravier peut être prise en compte. Les chocs éventuels doivent être mentionnés.

Ces calculs sont facilités par l'usage de logiciels et peuvent être réalisés par nos services, quelle que soit la configuration.



# 4 VALIDATION TECHNIQUE DES VITRAGES



# 4.1 RÉSISTANCE AUX CHOCS THERMIQUES

## 4.1.1 CASSE THERMIQUE

Toute élévation locale de température sur une feuille de verre provoque une dilatation de la partie chauffée et une mise en extension des parties plus froides, généralement celles qui sont dans la feuillure. Elle peut conduire à la rupture si cette extension est supérieure à ce que peut accepter la feuille de verre dans le domaine de la résistance à la traction.

Les écarts de température sur un même vitrage dépendent :

- des conditions climatiques du site (flux solaire, écart journalier de température, vent, orientation des façades, saison, altitude, etc...)
- des caractéristiques des produits verriers (nombre de composants ou superposition, absorption énergétique, coefficient U, émissivité...)
- de la nature et l'environnement des feuillures (inertie thermique principalement)
- de la présence permanente ou occasionnelle d'ombres portées ou masques
- de la nature des parois du côté intérieur (stores, corps de chauffe, éléments collés sur les vitrages, objets volumineux ou mobilier proche)
- du type d'ouvrant (coulissant, galandage).

Les vitrages très absorbants (certains vitrages isolants, des feuilletés épais), en combinaison avec une feuillure dotée d'une inertie moyenne ou forte, doivent faire l'objet de précautions.

Le verre sodocalcique classique ne peut en effet supporter sans risque de casse que de faibles écarts de température.

Les vitrages à haute résistance thermique sont principalement le verre trempé et le verre durci.

En France la norme *NF DTU 39 P3* est en application et permet deux approches :

- calcul complet tenant compte de chaque composant du vitrage et de son environnement (cf. page 495)
- tableaux des coefficients d'absorption énergétiques à ne pas dépasser pour des configurations courantes (cf. page 497).

Seul le calcul complet est apte à évaluer correctement les contraintes d'origine thermique pour les vitrages à isolation renforcée dans toutes les situations.

## 4.1.2 CLASSEMENT DES FEUILLURES

### ▼ Feuillures à inertie thermique faible

- Isolantes (bois ou matériaux de synthèse ou mixtes).
- En aluminium avec ou sans rupture thermique, ou en acier de faible épaisseur, situés dans des ouvrants ou dormants sans aucun contact avec le gros œuvre ou avec une charpente métallique lourde.
- VEC ou (vitrage extérieur collé) ou VEA (vitrage extérieur attaché).

### ▼ Feuillures à inertie thermique moyenne

- Profilé en acier de forte épaisseur, ou mixte aluminium-acier.
- En aluminium.
- En acier situé dans une feuillure de gros-œuvre, sur une charpente métallique lourde porteuse extérieure ou intérieure. Ceci même si un seul bord du vitrage est concerné.

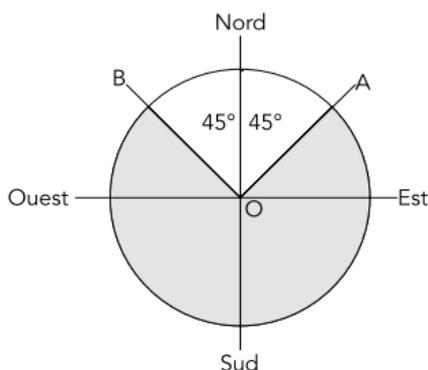
### ▼ Feuillures à inertie thermique forte (feuillures massives)

- En matériaux minéraux.
- Métallique engravée dans des matériaux minéraux.

### 4.1.3 L'ENVIRONNEMENT DU VITRAGE

#### ▼ Ensoleillement

Sont considérés comme soumis à l'ensoleillement, tous les vitrages inclinés, quelle que soit l'orientation, ainsi que les vitrages verticaux dont la perpendiculaire est comprise dans l'angle A O B indiqué sur la figure ci-après en zone grisée, sauf s'ils sont totalement et de façon permanente à l'abri du soleil.



#### ▼ Ombres portées

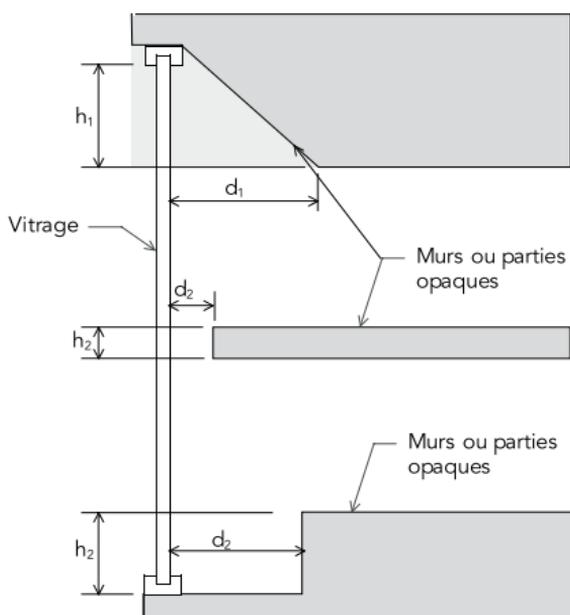
Les effets occasionnés par les pare-soleil, auvents, loggias, tableaux de maçonnerie..., sur une partie du vitrage doivent être pris en compte.

#### ▼ Store

A défaut d'information, il est prudent d'établir un diagnostic en associant au vitrage un store intérieur standard, tel que défini dans la norme (store à une distance de 5 cm du vitrage et ventilé au moins sur 3 côtés).

#### ▼ Vitrage situé devant une paroi opaque

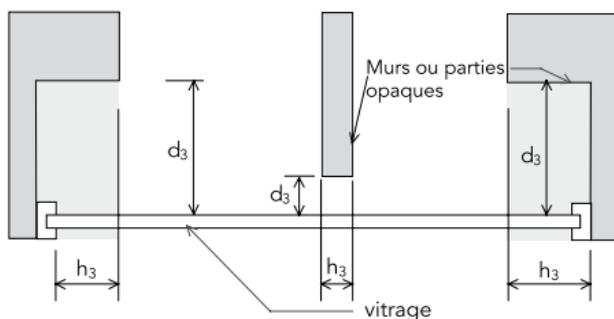
Devant une paroi opaque, chaque composant du vitrage doit généralement être trempé sauf si la paroi est de dimensions réduites ou très éloignée du vitrage.



En coupe verticale, le vitrage est considéré devant paroi opaque

si :  $d_1 < 0,80$  m et  $h_1 \geq 0,5 d_1 + 0,10$  (m) ;

ou si :  $d_2 < h_2$  et  $h_2 \geq 0,10$  m



En coupe horizontale, le vitrage est considéré comme devant une paroi opaque si :

$d_3 < h_3$  et  $h_3 \geq 0,10$

### ▼ VEC ou VI à bords décalés

Un vitrage trempé ou durci doit être utilisé en cas de vitrages décalés, dès que le verre extérieur présente un décalage supérieur à 5 fois son épaisseur.

### ▼ Vitrages exposés aux effets d'un corps de chauffe

Le soufflage parallèle au vitrage ou vers l'intérieur du local ne nécessite pas de dispositions particulières pour le vitrage, lorsque les bouches de soufflage sont à plus de 0,20 m du vitrage.

Pour les systèmes de chauffe rayonnant directement sur le vitrage (éclairage à forte intensité, appareil de chauffage électrique, radiateur de chauffage central...), une étude particulière doit être prévue ou un verre trempé doit être utilisé.

### ▼ Vitrages obligatoirement trempés

- Vitrages montés en allège avec un isolant placé contre le verre et une lame d'air non ventilée.
- Vitrages façonnés avec trous ou/et encoches.
- Vitrages soumis au soufflage direct d'un éjecto-convecteur.
- Vitrages destinés à être peints partiellement ou entièrement.
- Vitrages comportant un porte-à-faux.

### ▼ Doivent faire l'objet d'attention particulière

- Vitrages isolants susceptibles d'être superposés, de façon normale (comme en châssis coulissant), ou accidentelle (stockage sur chantier) dans la mesure où ces situations sont prévisibles.
- Vitrages feuilletés épais répondant aux exigences de protection des biens et des personnes contre le vandalisme, l'effraction ou les balles.
- Vitrages gravés ou décorés, ainsi que tout élément rapporté sur le vitrage, film par exemple.
- La proximité d'un objet sombre et massif derrière le vitrage.

*Nota : s'agissant de vitrages équipant des menuiseries respirantes ou ventilées, AGC recommande une validation au cas par cas. En triple vitrage, AGC préconise que le composant médian soit trempé ou Clearvision.*

#### 4.1.4 VÉRIFICATION PAR CALCUL

Les écarts de température prévisibles sont déterminés conformément à la méthode du DTU 39 P3. Des conditions conventionnelles de température ambiante, ensoleillement et coefficients d'échange thermique sont définis par département pour les saisons et expositions. Les conditions réelles du lieu de pose et les caractéristiques particulières de chaque composant du vitrage et de son environnement sont à prendre en compte.

##### ▼ Hypothèses de vérification

Si nécessaire, un questionnaire AGC reprenant les rubriques ci-après est adressé au client. A défaut d'informations, les hypothèses simplificatrices du DTU 39 P3 sont utilisées mais AGC ne pourra que formuler des réserves quant au diagnostic.

<b>Renseignements nécessaires à la vérification des risques de choc thermique</b>	
<b>Composition du vitrage (type et épaisseur)</b>	<b>Extérieur / lame gazeuse / intérieur</b>
<b>Site du projet</b>	Département, canton, altitude
<b>Zone urbaine</b>	Oui / non
<b>Type de menuiserie</b>	Légère isolante / légère conductrice / lourde conductrice / massive / VEC
<b>Orientations</b>	Est, sud-est, sud-ouest, nord-ouest.....
<b>Angle sur l'horizontale</b>	
<b>Dimensions</b>	Largeur / hauteur (moyennes, maximales, minimales)
<b>Store</b>	Absence ou présence, mobile ou fixe. Référence commerciale, type (toile, vénitien), couleur, opacité, caractéristiques énergétiques
<b>Position du store</b>	Extérieur / incorporé / intérieur
<b>Distance du store au vitrage</b>	Coupes indiquant les espaces haut, bas, latéraux
<b>Porosité du store</b>	X % ou coefficient d'ouverture
<b>Présence d'une paroi opaque (même partielle)</b>	Oui / non (préciser / dimensions et nature sur plans)
<b>Présence d'un corps de chauffe</b>	Oui / non (préciser / dimensions)
<b>Ombre partielle</b>	Impact sur le vitrage (permanent, temporaire, couverture..)

#### 4.1.5 ÉCARTS DE TEMPÉRATURE ADMISSIBLES POUR LE VERRE RECUIT

Les vitrages pour lesquels l'écart de température entre deux zones dépasse à un moment quelconque les écarts admissibles (comme ceux donnés page 496 pour les feuillures de faible inertie) doivent être trempés ou durcis.

L'écart de température admis dépend de la nature du vitrage, de l'état de ses bords, de son orientation, de sa position (verticale ou inclinée), de la nature de la feuillure et, de façon générale, des conditions d'environnement et de la mise en œuvre. Il est calculé pour chaque composant du vitrage isolant.

En position horizontale ou inclinée ou en cas de bord non maintenu, la concomitance des contraintes mécaniques et thermiques réduit la température maximale admise.

### ▼ Cas des feuilures à faible inertie thermique, écart admissible en °C (Extrait du DTU 39 P3)

Type de verre	Appui sur	Avec ombre portée			Sans ombre portée		
		$\beta \geq 60^\circ$	$60^\circ > \beta \geq 30^\circ$	$30^\circ > \beta$	$\beta \geq 60^\circ$	$60^\circ > \beta \geq 30^\circ$	$30^\circ > \beta$
- Monolithique façonné JPI - Feuilleté symétrique façonné, avec tous les composants $\geq 4$ mm	Périphérie	42	38	34	48	43	38
	Autres	34	28	21	38	31	24
- Monolithique brut de coupe - Feuilleté symétrique brut de coupe, avec tous les composants $\geq 4$ mm - Feuilleté, symétrique façonné JPI, avec un des composants $\leq 3$ mm - Feuilleté non symétrique façonné JPI	Périphérie	35	32	28	40	36	32
	Autres	28	23	18	32	26	20
- Imprimé brut de coupe ou façonné JPI	Périphérie	32	29	25	36	32	29
	Autres	25	21	16	29	23	18
- Feuilleté non symétrique brut de coupe - Feuilleté brut de coupe, avec un des composants $\leq 3$ mm - Feuilleté symétrique scié, avec tous les composants $\geq 4$ mm	Périphérie	26	24	21	30	27	24
	Autres	21	17	13	24	19	15
- Feuilleté non symétrique scié	Périphérie	25	22	20	28	25	22
	Autres	20	16	12	22	18	14
- Armé	Périphérie	23	20	18	25	23	20
	Autres	18	15	11	20	17	13

Pour d'autres types de feuilures, il convient de se référer au DTU 39 P3.

## 4.1.6 COEFFICIENTS D'ABSORPTION À NE PAS DÉPASSER POUR UTILISER DU VERRE RECUIT EN DOUBLE VITRAGE

Les tableaux suivants ne s'appliquent qu'à des situations courantes. Ils donnent l'absorption énergétique limite de chaque composant de vitrage isolant afin que celui-ci puisse être en verre recuit. Au-delà, le vitrage doit être trempé ou durci (symbole **T**) ou un calcul doit être effectué.

### ▼ Double vitrage à couche faiblement émissive avec ou sans store intérieur, lame d'air ou d'argon, et posé verticalement

Caractéristiques du vitrage			Faible inertie thermique				Moyenne inertie thermique			
Coefficient $U_g$ en $W/(m^2 \cdot K)$	Nature	En appui	Composant extérieur		Composant intérieur		Composant extérieur		Composant intérieur	
			Brut de coupe	Bords JPI	Brut de coupe	Bords JPI	Brut de coupe	Bords JPI	Brut de coupe	Bords JPI
$2,3 \leq U_g < 2,7$ $\beta \geq 60^\circ$	Monolithique	Périphérie	0,40	0,49	0,21	0,32	0,32	0,41	0,11	0,16
		Autre cas	0,28	0,36	0,10	0,19	0,22	0,27	T	T
	Feuilleté	Périphérie	0,31	0,49	0,13	0,32	0,24	0,41	T	0,16
		Autre cas	0,19	0,36	T	0,19	0,14	0,27	T	T
$1,6 \leq U_g < 2,3$ $\beta \geq 60^\circ$	Monolithique	Périphérie	0,37	0,47	0,18	0,28	0,32	0,39	0,09	0,13
		Autre cas	0,26	0,35	0,07	0,16	0,23	0,26	T	T
	Feuilleté	Périphérie	0,29	0,47	0,10	0,28	0,24	0,39	T	0,13
		Autre cas	0,18	0,35	T	0,16	0,15	0,26	T	T
$1,1 \leq U_g < 1,6$ $\beta \geq 60^\circ$	Monolithique	Périphérie	0,34	0,45	0,15	0,24	0,30	0,37	T	T
		Autre cas	0,24	0,33	T	0,13	0,22	0,25	T	T
	Feuilleté	Périphérie	0,27	0,45	T	0,24	0,24	0,37	T	T
		Autre cas	0,16	0,33	T	0,13	0,15	0,25	T	T

Dans le cas de vitrages sans couche, se reporter au DTU 39.

*Nota : les vitrages sans couche faiblement émissive ne sont pas conformes à la réglementation thermique.*

Les doubles vitrages à couche faiblement émissive et posés en toiture ne peuvent pas être évalués par méthode simplifiée.

#### 4.1.7 COEFFICIENTS D'ABSORPTION À NE PAS DÉPASSER POUR UTILISER DU VERRE RECUIT EN CHÂSSIS COULISSANTS

##### ▼ Double vitrage avec couche faiblement émissive en châssis vertical coulissant ou à guillotine avec butée

Les conditions d'absorption énergétique (AE) doivent être satisfaites simultanément pour les deux composants du vitrage isolant. Les largeurs en tableau de maçonnerie sont limitées à 2,00 m pour les portes-fenêtres et 1,60 m pour les fenêtres. Lorsque le verre extérieur est à bords façonnés JPI, le verre clair intérieur doit être également à bords façonnés JPI.

- > Pose en plaine (altitude ≤ 500 m) - Couche faiblement émissive en face 2 du vitrage isolant

Composition	Remplissage	AE Composant extérieur		AE Composant intérieur
		Brut de coupe	JPI	
X + 16 + 4 mm clair	Air	0,25	0,40	0,10
	Argon	0,20	0,40	
X + 16 + 6 mm clair	Air	0,19	0,25	0,15
	Argon	0,14	0,25	
X + 16 + 44.2 clair	Air		0,25	0,22
	Argon		0,16	

- > Pose en plaine (altitude ≤ 500 m) - Couche faiblement émissive en face 3 du vitrage isolant

Composition	Remplissage	AE Composant extérieur	Composant intérieur	
			Brut de coupe	JPI
4 clair + 16 + X	Air	0,10	0,18	0,25
	Argon		0,15	0,22

- > Pose en montagne (altitude > 500 m) - Couche faiblement émissive en face 2 du vitrage isolant

Composition	Remplissage	AE Composant extérieur		Composant intérieur
		Brut de coupe	JPI	
X + 16 + 4 mm clair	Air	0,18	0,40	0,10
	Argon	0,14	0,40	
X + 16 + 6 mm clair	Air		0,25	0,15
	Argon		0,18	

- > Pose en montagne (altitude > 500 m) - Couche faiblement émissive en face 3 du vitrage isolant

Composition	Remplissage	AE Composant extérieur	AE Composant intérieur	
			Brut de coupe	JPI
4 clair + 16 + X	Air	0,10	0,13	0,20
	Argon		0,12	0,18

#### 4.1.8 TRIPLE VITRAGE

Le triple vitrage est généralement associé à une menuiserie de faible inertie thermique.

Thermobel Tri est fabriqué avec des vitrages à couche faiblement émissive en position 2 et 5 et un vitrage Clear Vision ou avec un verre trempé au milieu du vitrage afin de limiter les contraintes thermiques dans les cas courants.

D'autres dispositions sont à prévoir après calcul, en cas de pose en altitude ou avec une occultation solaire à l'intérieur du bâtiment.

## 4.2 VÉRIFICATIONS RELATIVES AUX VITRAGES ISOLANTS

Les systèmes de scellement sont dimensionnés suivant les règles AGC. La pression interne à la lame gazeuse peut générer des efforts importants dans le joint de scellement, dans certains cas de dimensions ou suite à une variation d'altitude ou de température.

Il convient de vérifier la température maximale théorique des composants et les risques de casse thermique chaque fois que l'absorption énergétique de l'un des vitrages dépasse les valeurs données en pages 497 et 498, et en présence d'éléments pouvant perturber le régime thermique de la lame d'air (stores ou éléments incorporés).

### 4.2.1 EFFORT DANS LE JOINT DE SCHELLEMENT DES VITRAGES ISOLANTS

Le joint de scellement subit un effort lorsque la lame de gaz subit une variation de volume sous l'effet de la température ou de la pression extérieure. Cet effort est exprimé en daN par cm de joint ou N/mm. La contrainte sur les joints de vitrages doit être vérifiée lorsque la différence d'épaisseur des constituants est supérieure à 6 mm, et la lame de gaz est supérieure à 10 mm, si :

- l'épaisseur totale d'au moins une face est au moins égale à 12 mm
- ou la plus petite dimension est inférieure à 0.40 m.

Pour un vitrage isolant pris en feuillure sur 4 côtés, Cekal définit actuellement une limite de 0.95 N/mm à ne pas dépasser pour assurer la bonne durabilité du système de scellement et l'absence d'embuage.

Dans le cas des vitrages à bords exposés, VEA, ou VEC et à scellement silicone, la limite actuelle est de 0.65 N/mm.

Dans la pratique, les vitrages Thermobel 4/air ou argon 15 ou 16 mm/X avec Planibel Top<sup>N+</sup>, Top<sup>N+T</sup> ou Energy, jusqu'à 8 mm ou 44.6, pour menuiserie courante, sont conformes si la plus petite dimension est supérieure à 350 mm et si l'écart d'altitude entre le lieu de pose et de fabrication ne dépasse pas 450 m.

Dans les autres situations, le calcul au cas par cas est réalisé par nos services si nécessaire, sur la base d'hypothèses forfaitaires ou avec les conditions réelles d'exposition, châssis et protections solaires fermées.

Lorsque les vitrages sont de forme trapèze ou triangle, le calcul de la contrainte est réalisé sur la base du rectangle de même surface et avec la plus petite dimension du vitrage.

## 4.2.2 VITRAGES EN ALTITUDE

Lorsque l'altitude du lieu de fabrication diffère notablement de l'altitude de pose, la variation de volume peut conduire à une rupture en l'absence de dispositions préventives ou compensant les variations de pression (surpression à l'air sec ou argon, soupape, équilibrage sur chantier).

L'effort s'exerçant dans le joint de scellement doit être vérifié.

## 4.2.3 TEMPÉRATURE DU JOINT DE SCHELLEMENT

La température du joint de scellement est assimilée à la température de la lame d'air. Elle ne doit pas de façon générale excéder 60° C, afin de limiter les risques d'embuage et de bénéficier de la certification Cekal. Cependant, si sous ensoleillement la réaction dans le joint de scellement reste inférieure à 0,60 N/mm pour les vitrages sous parclose, ou 0,40 N/mm pour les vitrages VEC ou à bords libres, une température de 65° C maxi est admise.

Il appartient au maître d'ouvrage de fournir les éléments nécessaires à la vérification, notamment la température intérieure maximale pouvant régner au voisinage du vitrage. Les températures maximales extérieures et flux solaire pour chaque zone et exposition sont précisées dans les '*Conditions climatiques*' (Cahier CSTB n° 3242).

L'utilisation de vitrages réfléchissants ou d'une protection solaire peut être recommandée pour réduire la température susceptible d'être atteinte par les vitrages.

#### 4.2.4 COMPATIBILITÉ DES PRODUITS DE COLLAGE ET D'ÉTANCHÉITÉ

Certains mastics d'étanchéité et produits de collage des menuiseries peuvent entraîner une détérioration du joint de scellement des vitrages isolants, due à la migration des composants dégradant le butyl.

L'entreprise doit s'assurer auprès de son fournisseur, de la compatibilité des mastics ou de toute colle qu'elle emploie, sur chantier ou lors de la mise en œuvre en atelier. Cette précaution vaut également pour le collage sur châssis. L'ensemble des produits, qu'ils soient au contact des vitrages ou susceptibles de dégager diverses substances une fois en œuvre, doit présenter une compatibilité avérée.

# 4.3 VÉRIFICATIONS RELATIVES AU VERRE FEUILLETÉ

## 4.3.1 SÉCURITÉ VIS-À-VIS DES CHUTES DE PERSONNES

Les caractéristiques minimales exigées pour les produits feuilletés sont précisés par le *DTU 39 P5 (fascicule Sécurité)*. Ce sont les classes 1B1 suivant EN 12600 et P1A suivant EN 356. Dans la gamme AGC, les produits correspondants sont donnés dans le tableau ci-dessous.

	Minimum pour 1B1 et P1A
<b>Stratobel PVB clair ou coloré</b>	33.2 recuit
<b>Stratophone</b>	33.2 recuit
<b>Stratobel EVA clair ou Creation</b>	66.2 trempé
<b>Stratobel GH-Phon clair</b>	44 + 1.5 mm recuit

La mise en œuvre de ces produits doit conduire à ce que l'ensemble de l'ouvrage résiste aux exigences de chocs mous et durs suivant les textes en vigueur. Des essais dans les conditions de maintien réel du vitrage peuvent être nécessaires dans les situations qui ne relèvent pas du DTU 39.

## 4.3.2 HEURTS ET/OU CHUTES DE VERRE

Les feuilletés Stratobel PVB, EVA, résine GH Phon, Stratophone ou Pyrobel... posés verticalement sont aptes à retenir les morceaux en cas de bris si ils sont classés 2B2 au moins suivant EN 12600.

Les miroirs ou verres décoratifs avec un film déposé industriellement (Mirox ou Lacobel Safe ou Safe+) présentent les mêmes caractéristiques. Les intercalaires non évalués sur vitrage suivant EN 12600, d'une autre nature que ceux-ci, ou les films rapportés sur le vitrage doivent faire l'objet d'une étude spécifique.

	Minimum pour 2B2
<b>Stratobel PVB clair ou coloré</b>	33.1 recuit
<b>Stratophone</b>	33.1 recuit
<b>Stratobel EVA</b>	88.2 recuit ou 55.2 trempé
<b>Stratobel GH-Phon clair</b>	44 + 1.5 mm
<b>Lacobel, Matelac, Mirox</b>	3 mm Safe ou Safe+
<b>Pyrobelite</b>	11 / 7EG
<b>Pyrobel</b>	16

En paroi inclinée, seuls les feuillets de classe 2B2 (Stratobel PVB, Stratophone ou résine GH Phon) conviennent.

### 4.3.3 TEMPÉRATURE DES MATÉRIAUX INTERCALAIRES

Les performances mécaniques ou visuelles de certains vitrages peuvent être affectées si ceux-ci sont soumis à de fortes élévations de température. Un calcul est recommandé lorsqu'un tel risque est prévisible (vitrages très absorbants, ensoleillement fort, store intérieur, partie opaque, système dit respirant, ...).

Les limites acceptables dépendent intrinsèquement du produit et des conséquences potentielles en termes de résistance ou sécurité. Il convient de moduler ces valeurs en appréciant la durée de l'exposition des produits verriers à ces températures et la probabilité d'occurrence de telles températures.

Intercalaire	Limitation usuelle	Commentaires
<b>Stratobel PVB</b> <b>Stratophone PVB</b>	Région VE1 : 65° C Région VE2 : 63° C Région VE3 : 60° C Région VE4 : 60° C	Ne pas appliquer simultanément à cet échauffement une charge importante
<b>Stratobel EVA</b> <b>GH Phon</b>	Garde-corps : 65° C Parois inclinées : 65° C Autres usages : 75° C	Toutes zones en France
<b>Pyrobel et Pyrobel EG</b>	45° C	Désordre esthétique (bulles)
<b>Autres feuillets</b> <b>(Polyester, PET, PVC...)</b>	Si nécessaire, mêmes limites que le PVB	Pas d'utilisation en garde-corps Nous consulter

Les zones VE1 à VE4 sont indiquées sur la carte page 506.

Les performances des vitrages sont mesurées selon des conditions expérimentales déterminées et précisées dans chaque norme d'essais. AGC recommande le positionnement des vitrages feuilletés du côté intérieur du bâtiment, lorsque ceux-ci protègent contre le vandalisme ou les balles. Les températures extrêmes sont ainsi évitées.

Un vitrage isolant de contrôle solaire, ou/et une protection solaire extérieure permettent de limiter l'échauffement.

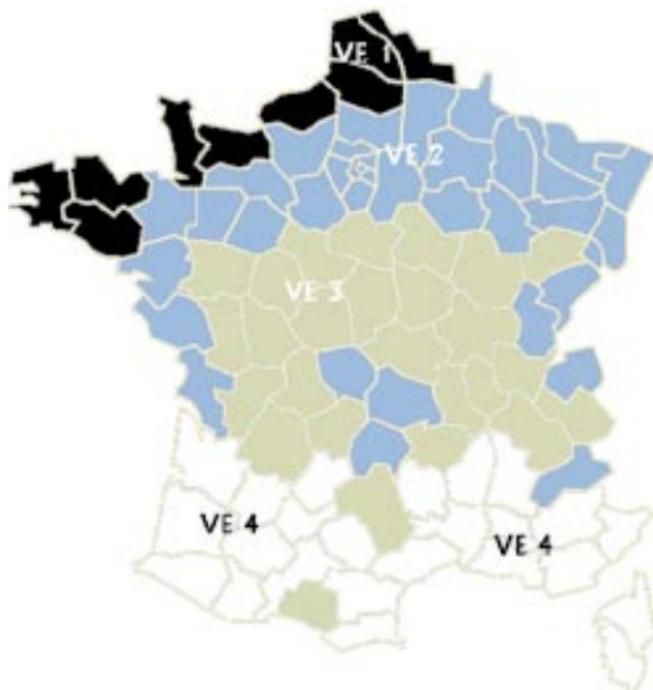
## 4.4 CONDITIONS CLIMATIQUES CONVENTIONNELLES

Ces conditions sont à prendre en compte pour déterminer les températures maximales ou minimales susceptibles d'être atteintes dans les vitrages isolants ou feuilletés en façade ou verrière en France Métropolitaine.

Les paramètres de calcul définis sont :

- les coefficients d'échanges superficiels **he** et **hi** en fonction de l'inclinaison et de la saison
- la température extérieure maximale (été et demi-saison) suivant localisation en zone VE1 à 4, orientation et altitude
- le flux solaire suivant la saison, la localisation, l'orientation et l'altitude
- la température extérieure minimale suivant localisation, orientation et altitude.

Le *Cahier CSTB n° 3242* établit les valeurs à prendre en compte pour chaque région de France et les critères associés. Les parois à faible pente, très exposées à l'ensoleillement, font l'objet de recommandations particulières.



# 5 RÉGLEMENTATION EN FRANCE



Bâtiment des Communautés Européennes, Bruxelles, Belgique -  
Architecte : Bureau d'architecture de Genval - Stopsol Classic Clair

## 5.1 RÉGLEMENTATION THERMIQUE

### ▼ Un contexte européen

L'ensemble des états membres de la Communauté Européenne travaille à limiter et réglementer la consommation en énergie des bâtiments. Les outils d'appréciation étant désormais harmonisés (normes, modes de calcul, caractéristiques des produits, etc), la Directive Performance Energétique du 16 février 2002 est en cours de mise en place. Elle rend obligatoire l'affichage de la consommation d'un bâtiment et la disponibilité de certificats de diagnostic de performance énergétique lors d'achat, vente ou location d'un bâtiment.

La réglementation thermique française porte sur les bâtiments neufs et sur les bâtiments existants courants, et est rendue obligatoire par le Code de la Construction et de l'Habitation. Concrètement, RT 2005 a remplacé RT 2000 et la rénovation courante est réglementée depuis 2007. Un texte sur la rénovation des bâtiments existants de grande surface vient de paraître. Les exigences seront actualisées périodiquement pour satisfaire aux engagements volontaristes de l'Europe.

Le confort en été et en hiver, la limitation des coûts en énergie, la protection contre le bruit et le maintien de la pureté de l'air sont étroitement imbriqués et inspirent les exigences actuelles.

L'ensemble des textes réglementaires fait appel aux définitions, symboles et caractéristiques présentés page 516.

### ▼ Caractéristiques thermiques et performance énergétique des bâtiments neufs (Décret et Arrêté du 24 mai 2006)

La RT 2005 s'applique aux bâtiments neufs et parties nouvelles de bâtiment ayant fait l'objet d'une demande de permis de construire ou d'une déclaration préalable déposée après le 1er septembre 2006. Le maître d'ouvrage est responsable du respect de la réglementation.

Les règles ThU précisent toutes les règles de calcul. Le fascicule 3/5 de ces règles ThU est spécifique aux parois vitrées.

> Trois conditions pour le bâtiment

- Respecter les caractéristiques thermiques minimales : pour les parois vitrées, il s'agit de ne pas dépasser  $U_w = 2.6 \text{ W/m}^2/\text{K}$  valeur dite garde-fou
- Limiter la consommation énergétique totale du bâtiment  $C_{ep}$ , en vérifiant :
  - $C_{ep} \leq$  Consommation de référence  $C_{ep\_ref}$  et
  - $C_{ep} \leq$  Consommation maximale  $C_{ep\_max}$  (logements).
  - Pour les parois vitrées, des valeurs  $U_w$ , facteur solaire, et transmission lumineuse, définies par référence et par région, sont prises en compte pour le calcul  $C_{ep\_ref}$  et peuvent guider le concepteur.
- Vérifier que la Température intérieure  $T_{ic} \leq$  Température de référence ( $26^\circ\text{C}$ ). Les parois vitrées seront en conformité avec les facteurs solaires de référence, qui sont liés à la région, la zone de bruit, et la présence ou non de climatisation.

> Les exigences minimales en  $U_w$  pour les parois vitrées

- $U_w \leq 2.6 \text{ W/m}^2/\text{K}$  pour toutes les parois vitrées nues et façades rideaux.
- $U_w \leq 2.7 \text{ W/m}^2/\text{K}$  pour 10% de la surface des baies, en habitat individuel.

$U_w$  est conventionnellement pris en position verticale et concerne le vitrage associé à la menuiserie.

*Les bâtiments non chauffés, ouvrages provisoires, et certains ouvrages vitrés (vitrine, portes entièrement vitrées en ERP, anti effraction/anti-balles, verrières, etc) ne sont pas soumis à la réglementation.*

> La consommation de référence du bâtiment  $C_{ep\_ref}$

Elle est calculée avec des valeurs de référence, qui dépendent de l'usage du bâtiment. Pour les parois vitrées, cela concerne leur surface  $S$ , le coefficient  $U_w$ , la transmission lumineuse et le facteur solaire des baies (valeurs avec châssis).

Type de Bâtiment	Surfaces vitrées de référence $S_{ref}$	Exposition pour $Cep_{ref}$	Facteur solaire et transmission lumineuse pour $Cep_{ref}$
Résidentiel individuel	= 1/6 de la surface habitable	40% au sud, 20% nord, est, et ouest	Facteur solaire et transmission lumineuse pour $Cep_{ref}$
Habitat collectif		25 % chaque exposition	
Hébergement ou sanitaire avec hébergement	S réelle, ou au moins 20 % de la surface de façade		0.40 sans protection solaire rapportée 0.15 avec protection solaire rapportée
Non résidentiel / tertiaire / autres			
Baies horizontales ou inclinées	$S_{ref}$ = 10% de la surface de planchers hauts	Comme les baies verticales	

- Si la surface  $S$  vitrée réelle du projet est supérieure à  $S_{ref}$ , alors  $(S \text{ vitrée} - S_{ref})$  est calculée comme opaque, afin de ne pas pénaliser les façades largement vitrées.
- Si  $S$  vitrée réelle du projet est inférieure à  $S_{ref}$ , alors  $(S_{ref} - S \text{ vitrée})$  est calculée comme vitrée, ceci dans le but de valoriser des apports solaires par une architecture adaptée.



Valeurs de référence pour les déperditions thermiques des baies.  $U_w$  en  $W/m^2/K$

	H1, H2 et H3 > 800m	H3 ≤ 800 m
Portes	1.50	1.50
Parois vitrées en non résidentiel	2.10	2.30
Parois vitrées en résidentiel	1.80	2.10

Si les produits réellement employés sont moins performants que les références, le surcoût de consommation devra être compensé - dès la conception du bâtiment - par d'autres éléments de construction ou d'équipement particulièrement performants (chaudière, ou éclairage, ou production d'eau chaude, par exemple).

- > **Le confort d'été** : calcul de la température de référence Tic\_ref  
Elle est calculée avec les surfaces de référence et les orientations des baies du projet.
  - Pour tous les locaux destinés au sommeil et ceux classés CE1 (c'est-à-dire non climatisés) :
    - le facteur solaire des baies (fenêtre et protection éventuelle) doit être inférieur ou égal au facteur solaire de référence, celui-ci est défini avec store ou fermeture en résidentiel
    - la température est calculée avec le facteur solaire de référence
    - la baie doit s'ouvrir sur 30% de sa surface, ou 10% de la surface si le point haut de cette baie est à plus de 4 m du sol
    - la transmission lumineuse de référence est prise égale au facteur solaire de référence.

Classe vis-à-vis du bruit	Situation de la baie	H1 a et H2 a Toutes altitudes H1 b et H2 b Altitude > 400 m H1 c et H 2 c Altitude > 800 m	H1 b et H2 b Altitude ≤ 400 m H1 c et H 2 c Altitude ≤ 800 m H2 d et H3 Altitude > 400 m	H2 d et H3 Altitude ≤ 400 m
BR 1	Verticale nord	0.65	0.45	0.25
	Verticale autre que nord	0.45	0.25	0.15
	Inclinée toute exposition	0.25	0.15	0.10
BR 2 ou BR 3	Verticale nord	0.45	0.25	0.25
	Verticale autre que nord	0.25	0.15	0.15
	Inclinée toute exposition	0.15	0.10	Pas de baie

Facteur solaire de référence – y compris protection solaire rapportée, hors locaux à occupation passagère.

BR 1 ou BR 2 ou BR 3	Verticale	0.65	0.65	0.45
	Inclinée	0.45	0.45	0.45

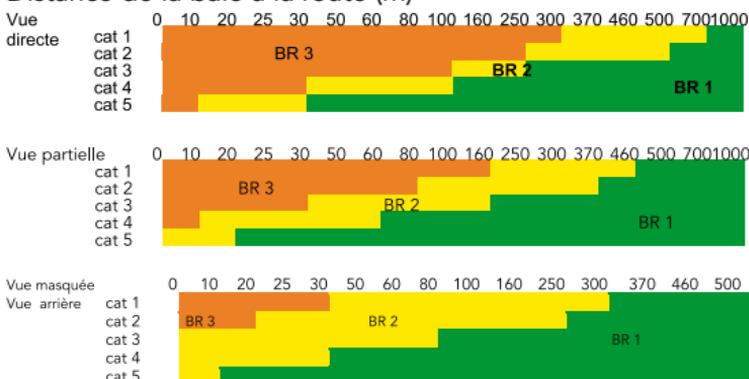
Facteurs solaire de référence – locaux à occupation passagère.

Le niveau de protection solaire doit être renforcé si la baie est exposée au bruit (classes d'exposition BR 2 et BR 3).

- Exposition des baies au bruit

Les infrastructures routières sont classées par arrêté préfectoral en catégories 1 à 5, selon le bruit généré par le trafic (1 étant la plus bruyante et 5 la plus calme). La classe de la baie BR1, BR2 ou BR 3 est liée à sa distance à la façade et à son exposition par rapport à l'infrastructure (vue directe, vue partielle, masquée, protégée, etc..).

#### Distance de la baie à la route (m)



#### Exemples de classement

Une baie verticale donnant directement ou partiellement sur une route de catégorie 2 et située à 350 m est classée BR2. En zone H1a ou H2a, le facteur solaire de référence de cette baie, si elle est exposée à l'ouest, est 0,25. En zone H1b ou H2b, le facteur solaire de référence de cette baie, si elle est exposée à l'ouest et à basse altitude, est 0,15.

Une fenêtre de toit avec vue masquée sur une route de catégorie 2 et située à 150 m est classée BR3. En zone H1c ou H2c, et si l'altitude est 600 m, le facteur solaire de référence est 0,10, ce qui implique nécessairement une protection solaire rapportée.

- Locaux climatisés CE2  
Il n'y a pas d'exigence minimale sur le facteur solaire, ni de relation avec la zone de bruit.  
La consommation  $Cep_{ref}$  et la température  $Tic_{ref}$  sont calculées avec les valeurs de référence (surfaces, facteur solaire) et inclut les coûts de refroidissement.
- Bâtiment non chauffé  
Un bâtiment non chauffé occupé par des personnes et dont la température est supérieure à 12°C doit :
  - respecter les caractéristiques minimales : donc  $U_w \leq 2.6$  W/m<sup>2</sup>/K et pour les locaux CE1 facteur solaire  $\leq$  facteur de référence
  - et présenter un coefficient de déperdition thermique global  $U_{bat}$  inférieur à la valeur de référence  $U_{bat_{ref}}$ .

Les dispositions prises ne peuvent compromettre les mesures réglementaires prises en matière de santé, salubrité, hygiène et sécurité.

### ▼ Caractéristiques thermiques et performance énergétique des bâtiments existants (Arrêté du 3 mai 2007)

La réglementation dite «par éléments», s'applique à l'occasion de travaux en France Métropolitaine à l'installation et au remplacement des parois vitrées de tous les bâtiments existants, depuis le 1er novembre 2007. Les exigences portent à la fois sur le vitrage et sur le châssis vitré.

#### > Châssis vitré

Le coefficient  $U_w$  ou le coefficient  $U_{jn}$  (s'il y a une fermeture) est au maximum.

- 2.6 W/m<sup>2</sup>/K pour des châssis coulissants.
- 2.3 W/m<sup>2</sup>/K dans tous les autres cas.

Cette exigence peut être satisfaite en prenant en compte la présence de fermetures avec le coefficient  $U_{jn}$ .

Dans tous les cas, le coefficient  $U_g$  du vitrage de la fenêtre de la porte-fenêtre ou de la façade-rideau doit être inférieur à 2 W/(m<sup>2</sup>.K).

- > Configurations réputées satisfaisantes  $U_w$  et  $U_{jn}$ , avec  $U_g \leq 2,0$   $W/m^2/K$

Fenêtres et porte fenêtres coulissantes	Vitrage $U_g \leq 2$ $W/m^2/K$	Fermetures : type et Résistance thermique minimale en $K/m^2/W$	
Métallique RPT	14 mm argon	A, B ou C ou D	0.08
	16 mm air ou 12 mm argon	B, C ou D	0.14
	10 mm air ou 8 mm argon	C ou D	0.19
PVC, bois	10 mm air ou 8 mm argon	Avec ou sans fermeture	
Autres fenêtres et porte fenêtres	Vitrage $U_g \leq 2$ $W/m^2/K$	Fermetures : type et Résistance thermique minimale en $K/m^2/W$	
Métallique RPT	14 mm argon	A, B ou C ou D	0.08
	14 mm air ou 10 mm argon	B, C ou D	0.14
PVC, bois	12 mm air ou 10 mm argon	Avec ou sans fermeture	
	10 mm air ou 8 mm argon	A, B ou C ou D	0.08

Les autres configurations devront être justifiées par l'entreprise.

Une fenêtre de toit doit comporter une protection solaire extérieure afin de présenter un facteur solaire de 0.15 au plus.

- > **Locaux climatisés**

Dans les locaux d'habitation, le facteur solaire de la baie inférieur ou égale à 0,15 peut être obtenu avec protection mobile.

Pour les autres locaux, la protection doit conduire à un facteur solaire de la baie inférieur ou égal à 0,35 ou bien être de classe 2, 3 ou 4 au sens de la NF EN 14501.

Les protections solaires extérieures mobiles sont réputées satisfaire à l'ensemble de ces exigences.

Aucune protection solaire n'est due au Nord.

#### Exceptions

*Dans des cas limités, il est soit impossible soit non obligatoire de satisfaire aux exigences minimales de Uw ou Ujn. Ce sont les ouvrages provisoires, les locaux non chauffés, et certains ouvrages vitrés (vitrine, lanterneaux, portes entièrement vitrées en ERP, anti-effraction de classe 5 et plus/anti-balles de classe FB5 et plus, verrières, etc) précisés en annexe de l'arrêté.*

### ▼ Performance énergétique des bâtiments existants > 1000 m<sup>2</sup> et faisant l'objet de gros travaux (Arrêté prévu en 2009)

Ce projet vise les bâtiments de surface utile ou habitable supérieure à 1000 m<sup>2</sup>, qui font l'objet de travaux d'un coût total prévisionnel supérieur à 25 % de la valeur du bâtiment.

Pour les bâtiments construits après janvier 1948, les travaux de réfection ou d'installation dans un bâtiment ou une partie de bâtiment, devront respecter les dispositions fixées par un arrêté. Le projet prévoit le calcul de la consommation du bâtiment et des performances énergétiques minimales pour les matériaux et équipements, avec un mode de calcul et des critères identiques à la RT 2005 pour le neuf.

Les performances des éléments constitutifs de l'enveloppe qui seront mis en place, installés ou remplacés devront donc satisfaire aux mêmes exigences que pour le neuf.

Les règles Th-Ex seront applicables.

## ▼ Règles Th-U et définitions

Le fascicule Parois Vitrées des règles Th-U définit le mode de calcul des caractéristiques thermiques des parois vitrées, en harmonie avec les normes européennes. La norme *NF EN ISO 10077* fixe les règles de calcul et les symboles.

Symbole	
$U_f$	coefficient thermique de menuiserie en $W/m^2/K$
$U_g$	coefficient thermique du vitrage en $W/m^2/K$
$\psi$	coefficient thermique linéique de jonction vitrage-menuiserie en $W/m/K$
$\sigma$	clair de jour
$U_w$	coefficient thermique de la baie (dite « nue » ou Unu dans la réglementation française)
$U_{ws}$	coefficient thermique de la baie munie d'une fermeture extérieure (ou $U_{wf}$ )
$U_{jn}$	coefficient thermique jour-nuit (résidentiel)

### > Vitrages $U_g$

Le mode de calcul de  $U_g$  est celui de la norme *NF EN 673*.

Le remplissage en gaz supérieur ou égal à 85% est assuré avec la certification Ceval des vitrages isolants.

### > Fenêtres $U_w$

Les caractéristiques  $U_f$  des menuiseries en bois, en PVC ou en métal dépendent de la nature des constituants et de leur conductivité thermique, des dimensions globales, de la géométrie des profilés et leur épaisseur, des matériaux assurant la rupture de pont thermique, du nombre de chambres, etc.

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + l \Psi}{A_g + A_f}$$

$l$  est le périmètre du vitrage et  $\psi$  est le coefficient de transmission thermique linéique de la jonction vitrage-menuiserie.

$\psi$  caractérise la périphérie du vitrage, l'espaceur, et le type de menuiserie. Il est calculé suivant EN ISO 10077-2 au cas par cas avec des logiciels adaptés, en intégrant toutes les données géométriques et dimensionnelles du projet.

Coefficient $\psi$ indicatif, dans le cas d'une menuiserie $U_f \approx 2 \text{ W/m}^2/\text{K}$ , munie d'un double ou triple vitrage avec couche faiblement émissive Thermobel		
	Intercalaire aluminium ou acier	Intercalaire Warm Edge
Métallique sans RPT	0.05	-
Bois ou PVC	0.07	0.03 à 0.05
Métallique avec RPT	0.11	0.05 à 0.07

> Fenêtres avec fermeture  $U_{ws}$  et coefficient Jour-Nuit  $U_{jn}$

$U_{ws}$  dépend de  $U_w$ , de l'étanchéité à l'air de la fermeture et de son épaisseur.  $\Delta R$  est la résistance thermique apportée par la lame d'air entre la fenêtre et la fermeture et dépend de la classe d'étanchéité.

$$U_{ws} = 1/(1/U_w + \Delta R)$$

La performance de l'ensemble composé d'une fenêtre et de sa fermeture est caractérisée par le coefficient  $U$  moyen jour-nuit, défini comme suivant :

$$U_{jn} = (U_w + U_{wf})/2$$

où

$U_w$  est le coefficient de la paroi vitrée nue, en  $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$

$U_{wf}$  (ou  $U_{ws}$ ) est le coefficient de la paroi vitrée avec fermeture, en  $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$ , donnée par la relation :

$$U_{wf} = (1/U_w + R)$$

Avec  $R$  la résistance thermique additionnelle, en  $\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$ , apportée par la fermeture.

## 5.2 RÉGLEMENTATION ACOUSTIQUE

La loi 92-1444 soumet les bâtiments neufs et les parties nouvelles d'un bâtiment à des exigences de performance d'isolation acoustique entre locaux, de limitation des bruits d'équipements intérieurs, et d'isolement acoustique des façades vis-à-vis du bruit extérieur. Elles sont formulées suivant les symboles et définitions donnés ci-après. Le maître d'ouvrage peut néanmoins toujours formuler des objectifs plus contraignants.

Le Code de l'Environnement (article L 571-10) traite du classement des secteurs situés au voisinage des infrastructures de transports terrestres, et des niveaux de nuisances sonores à prendre en compte pour la construction de bâtiments. Le décret n° 2006-361 du 24 mars 2006 et l'arrêté du 4 avril 2006 sont relatifs à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement.

### > Définitions et symboles

Niveau de bruit en continu	$L_{Aeq}$	en dB
<b>Isolement acoustique standardisé pondéré au bruit aérien entre deux locaux</b>	$D_{nTA}$	$D_{nTA} + C$ suivant EN ISO 717-1
<b>Isolement acoustique standardisé pondéré contre les bruits extérieurs</b>	$D_{nTA,tr}$	$D_{nTA,tr} + C_{tr}$ suivant EN ISO 717-1
<b>Indice d'affaiblissement acoustique du vitrage</b>	$R_w(C; C_{tr})$	-
<b>Indice d'affaiblissement acoustique de la fenêtre</b>	$R_w(C; C_{tr})$	Avec équipement et vitrage de composition donnée

L'exigence d'isolement de façade est exprimée par la valeur  $D_{nTA}$  ou  $D_{nTA,tr}$  en décibels (dB). C'est la différence entre le niveau de bruit mesuré en façade et celui mesuré dans le local à protéger.

$D_{nTA}$  ou  $D_{nTA,tr}$  sont fixés par le maître d'ouvrage et communiqués à l'entreprise. Le bureau d'études ou le maître d'œuvre détermine pour chaque constituant les caractéristiques d'affaiblissement nécessaires. Pour les vitrages les  $R_w(C; C_{tr})$  sont disponibles sur [www.yourglass.com](http://www.yourglass.com) (cf. pages 551 et suivantes).

Des essais spécifiques normalisés peuvent être réalisés avec une composition vitrée donnée pour une fenêtre ou une porte extérieure, afin de quantifier son propre indice d'affaiblissement acoustique  $R_w$  ( $C$  ;  $C_{tr}$ ).

### 5.2.1 BÂTIMENTS D'HABITATION

L'exigence d'isolement des façades est déterminée en fonction du niveau de bruit émis par les infrastructures (*articles L.111-11, L. 111-11-1, L. 111-11-2 et R. 111-4, R. 111-4-1 et R111-23-1 du Code de la Construction et de l'Habitation*). En application du *décret n° 95-21 du 9 janvier 1995 et de l'arrêté du 30 mai 1996*, le préfet définit les niveaux de renforcement de la protection des pièces principales et des cuisines contre les bruits extérieurs en bordure des voies concernées.

L'isolement acoustique des logements contre les bruits des transports terrestres doit être au moins égal aux valeurs déterminées par arrêté préfectoral dans le département concerné. Les résidences de tourisme et hébergements touristiques sont soumis à la même réglementation.

Les exigences acoustiques réglementaires s'appliquent à la façade. La circulaire *UHC/QC 1/4 n°2000-5 du 28 janvier 2000* en précise l'application aux habitations nouvelles, surélévations et additions aux bâtiments existants. Vis-à-vis d'un trafic urbain, l'isolement minimal  $D_{nAtr}$  dépend de la catégorie de l'infrastructure (1 à 5), de la distance et de la disposition de la baie par rapport à cette voie.

Catégorie de rue en U	Niveau sonore jour $L_{Aeq}$ 6-22h	Niveau sonore nuit $L_{Aeq}$ 22-6h	Largeur (m) des secteurs affectés	$D_{nAtr}$ minimal (dB)
1 (autoroutes + 4 voies)	$L > 81$	$L > 76$	300	45
2 (rues principales en agglomération)	$L > 76$	$L > 71$	250	42
3 (rues passantes)	-	-	100	38
4 (rues peu fréquentées)	-	-	30	35
5 (secteurs résidentiels)	-	-	10	30

Cas des sites en tissu ouvert : isolement minimal  $D_{nAtr}$  en fonction de la distance (en m) de la façade à la source de bruit .

Catégorie de route	0-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	50-65	65-80	80-100	100-125	125-160	160-200	200-250	250-300
1	45	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32
2	42	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	30
3	38	38	37	36	35	34	33	32	31	30	30	30	30	-	-
4	35	33	32	31	30	30	30	30	30	-	-	-	-	-	-
5	30	30	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## 5.2.2 AUTRES BÂTIMENTS

Le décret *95-20 du 9/1/1995, les arrêtés et la circulaire du 25/4/2003* concernent les bâtiments relevant de tous les établissements d'enseignement, de santé, de soins, d'action sociale, de loisirs ou de sports, les hôtels et établissements d'hébergement à caractère touristique et tout bâtiment autre que d'habitation.

Les articles *R111-23-1* et *R111-23-2* concernent l'isolation acoustique vis-à-vis de l'extérieur ou entre locaux. Lors de la définition d'un projet, le maître d'ouvrage doit faire mention de l'arrêté correspondant.

L'isolement vis-à-vis des bruits routiers est le même que celui imposé aux bâtiments d'habitation.

Entre un local d'enseignement et une circulation, un isolement minimal de 30 dB est requis. Il est de 40 à 43 dB entre deux locaux d'enseignement. Les dispositions sont renforcées pour les écoles maternelles. Ces dispositions ne sont pas adaptées aux écoles de musique.

Dans les locaux de santé, l'isolement requis entre les différents locaux va de 27 à 47 dB.

Locaux de travail : le *Code du Travail* énonce les prescriptions de sécurité et de santé applicables en cas d'exposition des travailleurs aux risques dus au bruit (*art. R. 231-125 et s. et R. 235-2-11*).

Etablissements de loisirs et sports : aucun arrêté n'étant paru à ce jour, on peut se référer à NF P 90-207 .

*Nota : les cloisonnements vitrés et portes vitrées sont concernés par l'ensemble de ces exigences.*

Les contrôles effectués en vue de la réception de l'ouvrage portent notamment sur les performances acoustiques des bâtiments. La *circulaire du 25/4/2003* précise les modalités de vérification de la qualité acoustique.

### 5.2.3 AÉRODROMES

Au voisinage des aérodromes, en application des articles *L 147-1 et suivants du Code de l'Urbanisme, et du Code de l'Environnement*, des plans d'exposition au bruit définissent des zones fonction du niveau de gêne sonore qui y est généré par le trafic aérien. A l'intérieur de ces zones, le droit d'édifier des constructions nouvelles est interdit ou soumis à des dispositions spéciales.

L'isolement  $D_n$  doit être de 47, 40 et 35 dB, respectivement, pour les zones A, B et C exposées au bruit des aérodromes, pour tous les bâtiments quelle que soit leur destination.

### 5.2.4 INFORMATIONS POUR LA RÉNOVATION DES FENÊTRES

La réglementation acoustique ne couvre pas la rénovation des bâtiments.

Le guide *«L'acoustique en pratique, changer les fenêtres»*, établi en 2007 par un groupe de professionnels, et disponible sur le site Cekal, apporte solutions et conseils pour les professionnels lors des opérations de rénovation de l'habitat.

Selon le confort recherché, l'environnement sonore diurne et nocturne, et la situation de la fenêtre par rapport au sol et à la source de bruit, l'isolement visé  $D_{nTA,tr}$  sera au minimum de 30 dB pour des logements faiblement exposés, à 35 dB au mieux. Ces niveaux correspondent aux valeurs minimales en vigueur pour le neuf.

L'isolement obtenu résultera des indices d'affaiblissement de chaque composant de la baie : fenêtres intégrant un vitrage spécifié, équipements tels entrée d'air et coffre de volet roulant. Le choix des matériaux et une mise en œuvre adaptée sont d'égale importance pour un résultat de qualité.

A noter que l'isolement acoustique peut être combiné à des travaux de mise en conformité avec la réglementation thermique, qui, elle, est obligatoire pour la rénovation. En effet, les fenêtres bien isolantes sur le plan thermique apportent parallèlement une très sensible diminution des nuisances sonores.

Sites utiles :

*Centre d'information et documentation sur le bruit*

<http://www.bruit.fr/FR/info/Bruit/routier>

*Cekal*     <http://www.cekal.asso.fr>

## 5.3 RÉGLEMENTATION PARASISMIQUE

Après que le *décret n° 91-461 du 14/5/91* ait été abrogé en 2007, le *Code de l'Environnement* définit les nouvelles dispositions applicables, la classification des bâtiments et les règles de construction parasismique pour les bâtiments neufs. Les décrets correspondants sont en attente.

Suivant l'ancien décret, les bâtiments à «risque normal» (bâtiments d'habitation, équipements et installations pour lesquels les conséquences d'un séisme sont circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat) sont répartis entre les classes A, B et C, dont la défaillance présente respectivement un risque minime, moyen ou élevé pour les personnes ou l'activité économique.

La classe D regroupe des bâtiments liés à la sécurité civile, à la défense ou au maintien de l'ordre public.

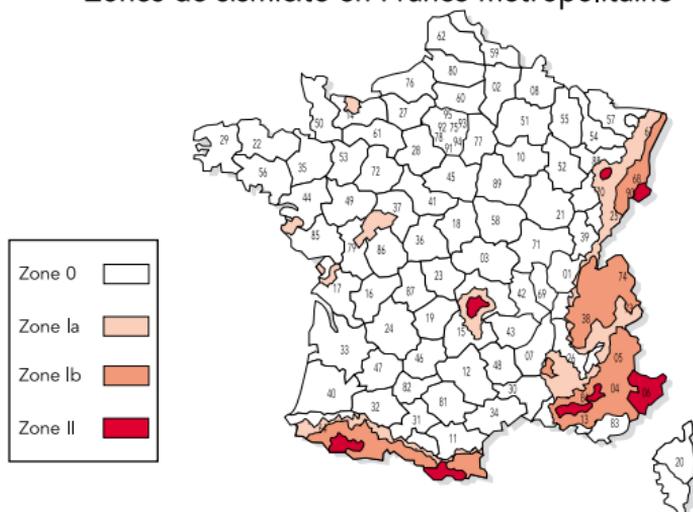
Les bâtiments à «risque spécial» sont ceux pour lesquels les conséquences d'un séisme sont susceptibles d'entraîner des dommages au delà du voisinage immédiat.

### ▼ Risques sismiques en France

Le territoire français est divisé en 5 zones (0, Ia, Ib, II et III) de sismicité croissante. L'appartenance d'un site à une zone et le risque associé sont déterminés en référence au *décret 91-461*. Les zones de sismicité sont actuellement basées sur un découpage cantonal.

Les règles de construction à appliquer sont pour les maisons individuelles celles du *NF P 06-014 (DTU Règles PS - MI 89 révisées 92)* et *PS 92 (NF P 06-013)* pour les autres bâtiments.

## Zones de sismicité en France métropolitaine



Référence réglementaire : découpage cantonal au 1er janvier 1989 (décret n°91-461 du 14 mai 1991).

Des informations pratiques sont à disposition sur les sites suivants :

[http://www.prim.net/citoyen/definition\\_risque\\_majeur/zonage\\_sismique\\_france](http://www.prim.net/citoyen/definition_risque_majeur/zonage_sismique_france)

[http://www.prim.net/cgj\\_bin/professionnel](http://www.prim.net/cgj_bin/professionnel).

### ▼ Règles s'appliquant aux produits verriers

Pour les façades légères et éléments non structuraux comme les produits verriers posés suivant les principes du NF DTU 39, les règles sont données page 436 «Vitrages de sécurité». Une éventuelle chute de vitrages ne doit pas venir blesser des personnes.

Il appartient au maître d'ouvrage de préciser la classe à laquelle appartient l'ouvrage et le critère de performance visé (objectifs E0, E1, E2).

La conception des bâtis (cadres, feuillure, calage, pièces métalliques VEA...) doit permettre d'absorber les déformations induites par le séisme.

L'utilisation de produits verriers constituant des éléments structuraux (poutre, contreventement) peut ne pas être autorisée.

## 5.4 RÉGLEMENTATION INCENDIE

Afin d'assurer aux occupants d'une construction donnée un niveau de sécurité jugé raisonnable, la réglementation impose la mise en œuvre de mesures minimales de prévention incendie. Celles-ci dépendent du type d'activité, du type d'occupation, de la nature du bâtiment et des risques encourus.

### ▼ Réaction au feu

Les produits de construction relevant de la DPC et du marquage **CE** doivent être classés conformément aux résultats d'essais normalisés précisés dans [EN 13501-1](#) (cf. page 98). Trois niveaux de développement possible d'un feu sont pris en compte (attaque par une petite flamme, présence d'un objet en feu et feu pleinement développé) dans la pièce, dans les 5 essais de performance. Les euroclasses A1 et A2 correspondent aux produits sans contenu ou à faible contenu organique. Les euroclasses B, C, D correspondent aux produits combustibles, F aux produits non évalués ou sans revendication de performance. E est attribuée en cas de succès à un essai sollicitant très faiblement le produit. Les sous classes s et d se rapportent à la production de fumée et de gouttelettes/particules enflammées, respectivement.

[L'arrêté du 21/11/2002](#) portant sur la classification des matériaux de construction selon leur réaction au feu, est en vigueur. Son annexe 4 donne les éléments de transposition des euroclasses dans la réglementation française et les règles d'acceptation des anciennes classes M. L'extrait ci-après donné à titre indicatif ne concerne que les classes M0, M1 et M2.

Classes selon EN 13501-1		Exigence dans les règlements de sécurité	
A1	-	-	Incombustible
A2	S1	d0	M0
A2	S1	d1	M1
A2	S2 S3	d0 d1	M1
B	S1 S2 S3	d0 d1	M1
C (3)	S1* S2* S3*	d0 d1	M2

\* Admissible pour M1 si le matériau constitue moins de 1.0 kg/m<sup>2</sup> et représente moins d'1 mm d'épaisseur.

Sont classés conventionnellement A1 sans essais préalables : le verre float ou imprimé, le verre armé, le verre avec couche inorganique, le verre feuilleté (si la teneur en colle  $\leq$  0.1% en poids ou en volume).

Le verre avec silicate de calcium, sans composant organique, est également A1.

Les vitrages comportant une fraction organique supérieure à 0.1% en poids ou en volume doivent être testés (c'est le cas des vitrages feuilletés et des vitrages isolants, classés B, C ou D selon leur composition).

### ▼ Résistance au feu

*L'arrêté du 22 mars 2004 du Ministère de l'Intérieur* et ses cinq annexes, précisent toutes les dispositions concernant les degrés de résistance au feu des éléments de construction utilisables en France ainsi que les méthodologies applicables.

Cet arrêté a été complété par des protocoles approuvés par le C.E.C.M.I. (Comité d'Etudes et de Classification des Matériaux contre le risque d'Incendie – Organe de la Direction de la Défense et de la Sécurité Civile) qui, en particulier, définissent les champs d'application et les transpositions éventuelles des règles générales aux détails applicables à chaque type d'essai réalisé par des laboratoires agréés.

Suivant cet arrêté, la justification de la résistance au feu des éléments de construction peut être obtenue à partir :

- d'un essai au feu effectué sur un échantillon représentatif de l'élément concerné
- d'une analyse spécifique (extension de classement, Avis de chantier) délivrée par un laboratoire agréé
- d'un calcul conforme à une méthode agréée par le CECMI, selon les DTU ou les Eurocodes.

Ses articles précisent que le classement d'un élément vitré de construction peut relever de 4 catégories :

- classement R pour lequel le critère de résistance mécanique est seul requis (anciennement Stable au Feu)
- classement E pour lequel sont requis les critères de résistance mécanique et d'étanchéité au feu (anciennement Pare-Flammes)
- classement EI pour lequel sont requis les critères de résistance mécanique, d'étanchéité au feu et d'isolation thermique (anciennement Coupe-Feu)
- classement DH pour le cantonnement des fumées (anciennement Stable au feu).

Pour plus d'informations, voir page 100.

En pratique, les Procès-Verbaux (PV) français qui prononçaient un classement pare-flamme et coupe-feu sont valables jusqu'en 2011, ceci selon la reconduction automatique validée par Efectis France (ex CTICM), l'un des laboratoires accrédités, pour AGC France.

L'arrêté précise également que :

«lorsque, pour un ouvrage particulier, les performances de résistance au feu ne peuvent pas être directement justifiées par un procès-verbal, un calcul selon les méthodes approuvées ou la conformité à des procédés de fabrication ou de construction approuvée, une appréciation d'un laboratoire agréé peut être sollicitée. Cette appréciation prend alors la forme d'un avis de chantier, uniquement valable pour cet ouvrage particulier».

La procédure dite «Avis de chantier» permet effectivement et sous réserves, de modifier certains ouvrages ou certains composants d'ouvrages, de réaliser des ouvrages spéciaux sortant du cadre traditionnel du PV d'essai. La responsabilité en incombe au laboratoire accrédité qui a délivré les PV sur lesquels l'avis de chantier s'appuie.

L'autorité compétente est la Direction de la Sécurité Civile. Localement la Commission Civile de Sécurité peut seule valider les techniques et produits proposés.

### ▼ Règlement de sécurité en ERP

Les mesures de prévention devant le risque d'incendie et ses effets sont fonction de la classification des établissements.

Le règlement de sécurité mis en place par l'arrêté du 25 juin 1980 fait l'objet de révisions constantes article par article et par voie d'arrêtés. Il convient d'en vérifier la mise à jour au cas par cas. Les textes de base sont :

- *Arrêté du 22 juin 1990* ERP de la 5<sup>ème</sup> catégorie (PE)
- *Arrêté du 21 novembre 2002* modifié relatif à la réaction au feu des produits de construction et d'aménagement (modifié par arrêté du 13 août 2003)
- *Arrêté du 14 février 2003* relatif à la performance des toitures et couvertures de toiture exposées à un incendie extérieur.

Les principaux articles du règlement de sécurité concernant les produits verriers visent en particulier :

- l'accessibilité des façades et baies aux services de secours
- l'isolement entre ERP (établissement recevant du public) et vis à vis ou tiers superposé
- la protection de la toiture vis à vis d'un feu extérieur
- l'évacuation ou le cantonnement des fumées
- le compartimentage
- la visualisation des issues
- la limitation des masses combustibles.

Des instructions techniques précisent les dispositions. *L'instruction technique IT 249*, dont la révision est en voie d'achèvement, s'applique aux ERP du premier groupe, aux IGH et aux immeubles d'habitation. Elle a pour objet :

- de préciser les conditions d'application des exigences réglementaires
- de définir des dispositions relatives aux façades et à leur jonction avec les planchers
- de définir des dispositions pour empêcher le passage rapide des flammes ou des gaz chauds d'un étage à un autre.

Pour les IGH (immeubles de grande hauteur), un visa Feu du CSTB est nécessaire.

*L'instruction IT 246* porte sur le désenfumage et spécifie notamment les exigences propres aux écrans de cantonnement des fumées.

Certaines dispositions de prévention de la panique dans les ERP, en relation avec l'utilisation de produits verriers, ont été reprises et développées dans le mémento Sécurité du *DTU 39 (FD DTU 39 P5)* (cf. page 436).

### ▼ La classification des ERP

On considère comme ERP tout bâtiment, local et enceinte dans lequel des personnes sont admises soit librement, soit moyennant une rétribution ou une participation quelconque, ou dans lequel sont tenues des réunions ouvertes à tout venant ou sur invitations, payantes ou non.

Les ERP sont classifiés selon la catégorie, qui dépend de l'effectif, et le type, qui dépend de la nature de leur exploitation.

Les 5 catégories d'ERP

Catégorie d'ERP	Effectif
1ère Catégorie	au dessus de 1500 personnes
2ème Catégorie	de 701 à 1500 personnes
3ème Catégorie	de 301 à 700 personnes
4ème Catégorie	300 personnes et au-dessous sauf 5ème Catégorie
5ème Catégorie	Etablissements dans lesquels l'effectif du public n'atteint pas le chiffre minimum fixé dans le règlement de sécurité

### ▼ Règlement de sécurité en IGH

L'arrêté du 18 Octobre 1977 modifié par *arrêtés du 22 octobre 1982, 16 juillet 1992* et *l'IT 249* sont en vigueur.

La réglementation s'applique aux immeubles neufs et anciens en transformation, aménagement ou changement de destination. Elle fixe des dispositions communes à tous les IGH, ainsi que des dispositions particulières s'ajoutant aux premières et s'appliquant à certaines classes (Immeubles à usage d'habitation, d'hôtel, d'enseignement, de dépôts d'archives, sanitaire, de bureaux, ou à usage mixte ou incluant un ERP).

### ▼ Règlement de sécurité en Lieux de Travail

L'arrêté du 05.08.92 modifié par les *arrêtés du 22 septembre 1995 et du 10 septembre 1998*, et la *circulaire DRT 95 07 du 14 avril 1995* relative aux lieux de travail sont en vigueur.

Les établissements couverts par le *Code du Travail* en termes de protection contre l'incendie sont :

- les établissements industriels, commerciaux et agricoles et leurs dépendances
- les offices publics ou ministériels
- les professions libérales, sociétés civiles, syndicats professionnels
- les associations ou groupements
- les travailleurs indépendants
- les établissements de soins privés
- les établissements publics à caractère industriel et commercial (EPIC)
- les ateliers d'enseignement technique ou professionnels des établissements publics.

### ▼ Règlement de sécurité en Habitation

L'arrêté du *31 janvier 1986* modifié par les *arrêtés du 18 août 1986 et 19 décembre 1988* définit les modalités de protection contre l'incendie des immeubles d'habitation.

Cette réglementation est applicable aux :

- bâtiments dont la hauteur est inférieure ou égale à 50 m (distances au plancher du logement le plus haut) tels que les bâtiments qui abritent un ou plusieurs logements, les logements-foyers, l'habitat de loisirs à gestion collective...
- parcs de stationnement couverts de surfaces comprises entre 100 m<sup>2</sup> et 6000 m<sup>2</sup> annexés aux bâtiments d'habitation.

Mais elle ne s'applique pas aux hôtels et pensions de familles (voir ERP), ni aux immeubles de plus de 50 m de hauteur (voir IGH).

## 5.5 RÉGLEMENTATION DES PISCINES

La *loi du 3 janvier 2003* a pour objectif la prévention des risques de noyade de jeunes enfants. Elle impose des dispositifs de protection normalisés pour toutes les piscines privées à usage individuel ou collectif, neuves ou existantes, depuis le 1er janvier 2006.

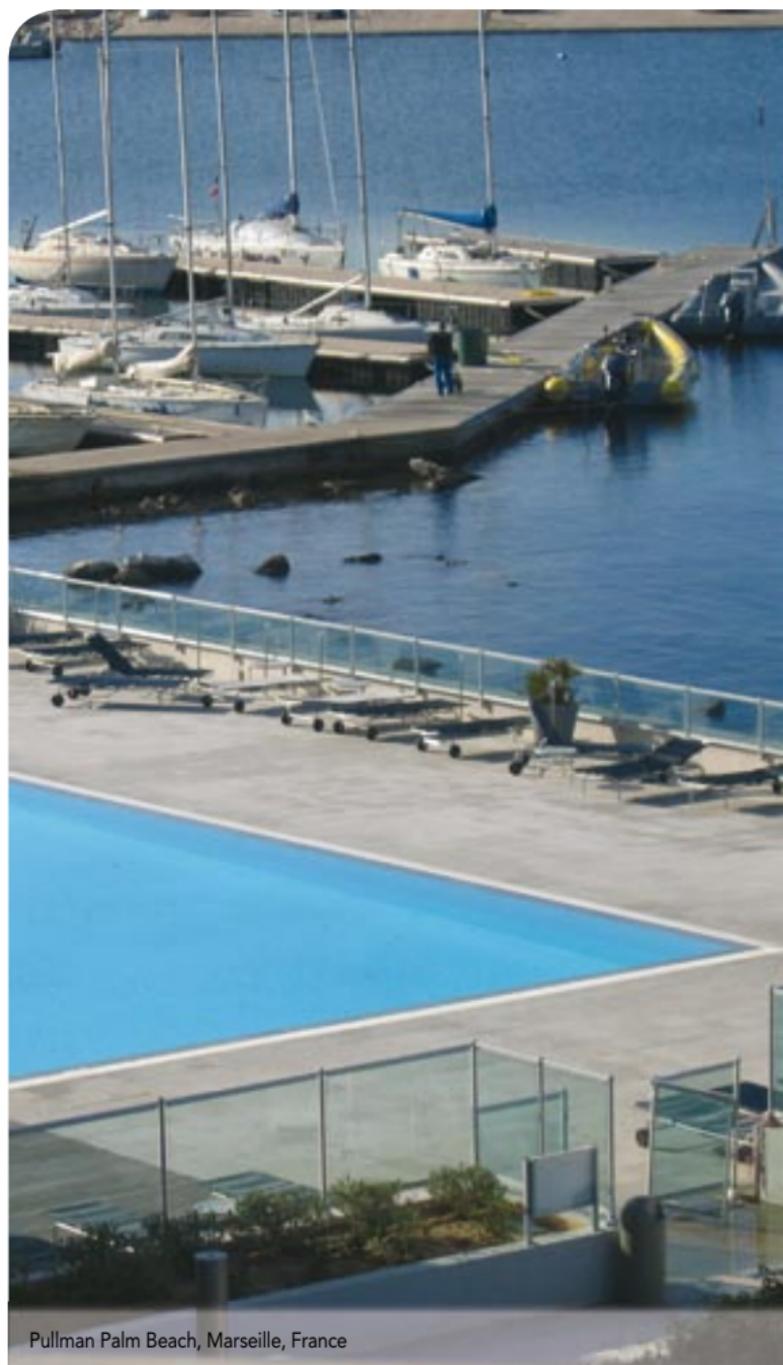
Les barrières de protection et les abris de piscine, qui peuvent être partiellement ou totalement constitués de verre, sont notamment visés par les *décrets 2003-1389* et *2004-499*, qui fixent les exigences de sécurité et les méthodes d'essais.

Sont présumés conformes les produits qui respectent les normes *NF P 90-306* (barrières de protection), *NF P 90-309* (abris, structures légères et vérandas).

Les vitrages doivent être classés 1C3 (verre trempé) ou 3B3 (verre feuilleté) suivant EN 12600 (cf. page 436).

Pour les essais, les vitrages sont mis en œuvre comme prévu dans les différents systèmes de protection. Ceux-ci doivent conserver leur aspect et leurs performances sous le choc d'un corps dur 0.5 kg d'énergie 1 Joule. D'autre part, aucun débris ni élément pouvant blesser ne doit apparaître sous l'impact d'un corps mou de 50 kg d'énergie 150 Joules.

Les principes généraux du NF DTU 39 doivent être respectés.



Pullman Palm Beach, Marseille, France