



TOULOUSE 2022
21, 22 & 23 SEPTEMBRE

JOURNÉES PROFESSIONNELLES DE LA CONSTRUCTION



MEET

**TOULOUSE
EXHIBITION
& CONVENTION
CENTRE**
HAUTE-GARONNE • OCCITANIE • FRANCE

PRODUITS VERRIERS

« NOUVELLES PERSPECTIVES »

**L'UNA SM de la CAPEB va devenir
l'UNA SMPV « Serrurerie Métallerie Produits Verriers »**

SOMMAIRE

- Fabrication du verre plat
- Caractérisation d'une paroi vitrée
- Certificat des vitrages
- Performance d'une fenêtre
- NF DTU 39 "Travaux de vitrerie-miroiterie"
- Calepin de chantier PACTE "Miroiterie-vitrerie"
- E-Mémento de Saint-Gobain
- Vitrages en verre feuilleté
- Vitrages résistants au feu
- Ouvrages verriers
- Verres innovants
- Focus vitrage de l'AQC

Fabrication du verre plat dit “verre float”

Le verre industriel est obtenu par fusion à très haute température ($> 1500^{\circ}\text{C}$) d'un mélange de matière première :

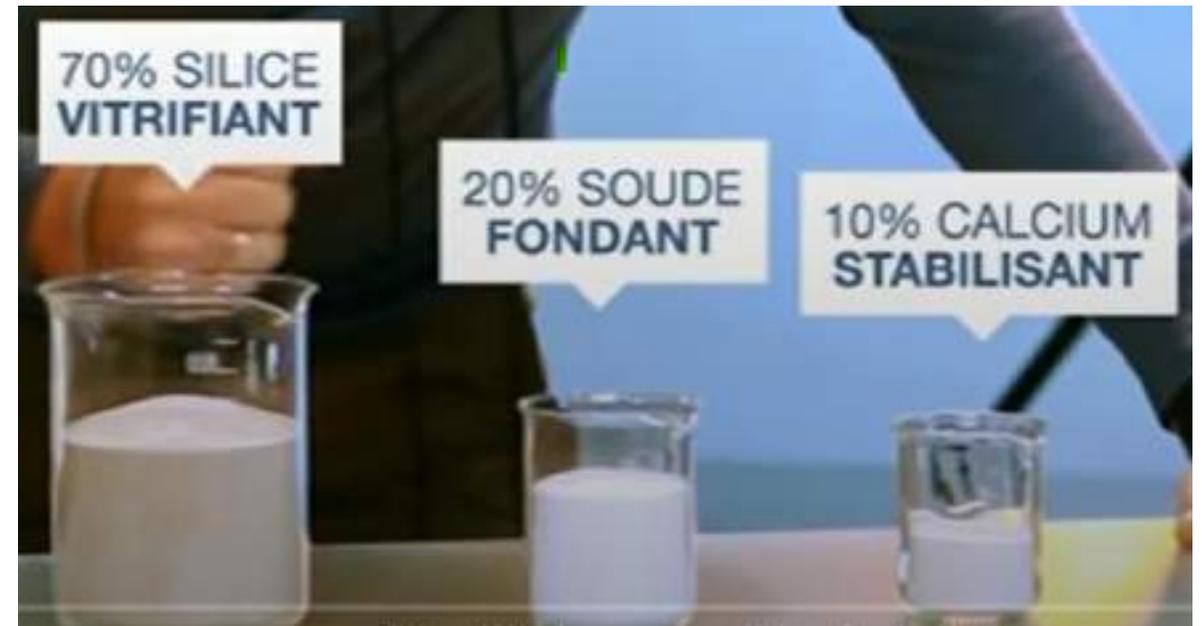
Les agents vitrificateurs ou oxydes formateurs de 70 à 80% du verre :

- La **Silice** “sable fin très pure $\geq 99,6\%$ ” (SiO_2)
- Le **Calcin** “verre recycle cassé” de 10 à 90%

Les agents modificateurs ou oxydes modificateurs de 20 à 30% du verre :

- Les fondants : la **Soude** (Na_2O) de 10 à 14% et la **Potasse** (K_2O) de 0 à 1%
- Les stabilisants : la **Chaux** (CaO), l'**Alumine** (Al_2O_3) et la **Magnésie** (MgO)

Des constituents secondaires sont ajoutés afin de rectifier la teinte du verre et d'améliorer les conditions d'élaboration.



La fabrication industrielle du verre : lecture video (Éditions Larousse)



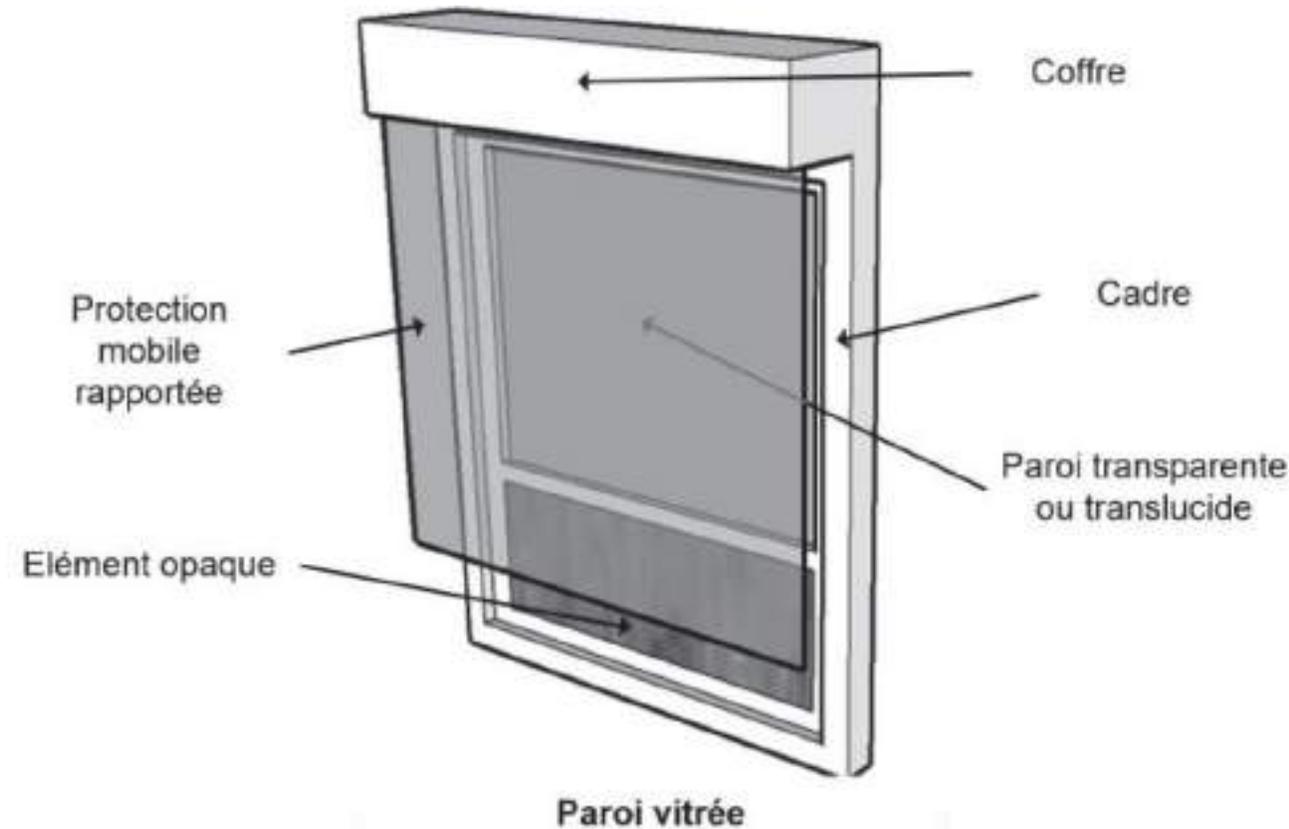
Caractérisation d'une paroi vitrée (1/2)

La RE2020 ([Fascicule 3 – Parois vitrées – Annexe IV à l'arrêté du 4 août 2021](#)) définit la paroi vitrée :

« Ensemble menuisé constitué de l'assemblage d'un vitrage, d'un cadre et éventuellement d'une paroi opaque, créant une surface séparative entre un local et le milieu extérieur (voir Figure ci-contre).

« Une paroi vitrée peut être associée ou non à une protection mobile ».

Ce fascicule décrit les méthodes pour la détermination des caractéristiques thermiques, énergétiques et lumineuses utiles des parois vitrées (U, S et TL) , équipées ou non de fermetures ou de stores, et de leurs composants dans le cadre d'un calcul réglementaire de consommation d'énergie ou de l'évaluation du confort d'été.



Caractérisation d'une paroi vitrée (2/2)

Le coefficient de transmission thermique surfacique utile de la paroi vitrée (U_w^*), caractérise la capacité de la paroi à transmettre le flux thermique entre les deux milieux qu'elle sépare.

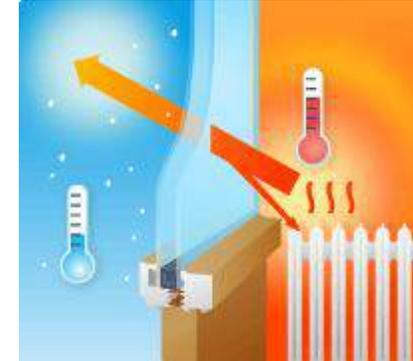
Le facteur solaire global de la paroi vitrée (S_w^*), caractérise la capacité de la paroi à transmettre le rayonnement solaire entre les deux milieux qu'elle sépare.

Le facteur de transmission lumineuse de la paroi vitrée (TL_w^*), caractérise la capacité de la paroi à transmettre le rayonnement lumineux entre les deux milieux qu'elle sépare.

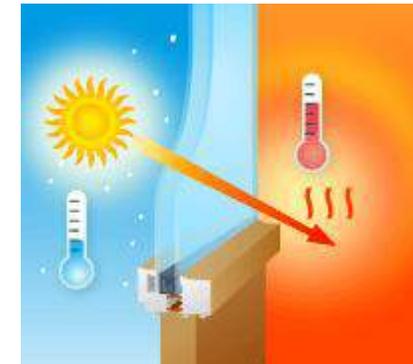
(*) « **w** » pour **w**indows ; fenêtre = châssis (« **f** » pour **f**rame)
+ vitrage (« **g** » pour **g**lass)

$U_w^* \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ pour une maison passive ; $U_w^* \leq 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ pour la RE2020

$S_w^* \geq 0,5$



U_w



S_w



TL_w

Le certificat des vitrages

L'objet de la **certification « CEKAL »** est de certifier la qualité des **vitrages isolants, feuilletés et trempés** fournis par les fabricants titulaires d'un certificat.

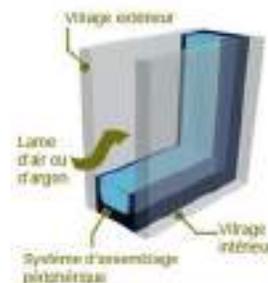
Le marquage CEKAL indique que les produits ont été fabriqués dans le respect du référentiel CEKAL (**3 cahiers des charges**), à savoir :

- **Obligatoirement** une durabilité répondant aux exigences légales;
- **Éventuellement** des aptitudes à l'emploi spécifiques (VEC, etc...).

À titre informatif, le centre de production peut ajouter des indicateurs optionnels de **performances (thermique, acoustique, sécurité)**.

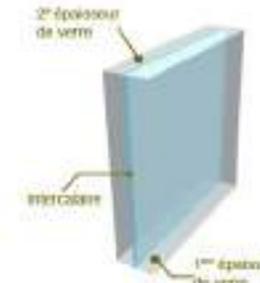
Les vitrages certifiés sont de trois types

✓ Vitrage isolant



Un vitrage isolant est composé de 2 ou 3 verres assemblés et scellés en usine, séparés par un espace isolant renfermant de l'air ou un gaz inerte déshydraté.

✓ Vitrage feuilleté



Un vitrage feuilleté est composé de 2 ou plusieurs verres assemblés entre eux à l'aide d'un ou plusieurs intercalaires.

✓ Vitrage trempé



Un vitrage trempé est un verre ayant subi un traitement thermique à haute température suivi d'un brusque refroidissement.



Performances d'une fenêtre

1) L'exposition de la fenêtre :

- la région climatique (déterminée par la carte des vents) ;
- les caractéristiques du terrain où se trouve votre construction ;
- la hauteur totale de votre construction par rapport au sol.

2) Les contraintes climatiques :

Un classement (cf. document FD DTU 36-5 P3) a été établi en fonction de trois critères de résistance aux contraintes climatiques A*E*V* : perméabilité à l'air (A*), étanchéité à l'eau (E*) et résistance au vent (V*).

3) Les sollicitations mécaniques :

Comme une fenêtre n'est pas caractérisée uniquement par un classement A*E*V*, une classification à partir de trois critères de résistances aux différentes sollicitations mécaniques est aussi établi.

4) L'acoustique et la thermique :

Il est proposé aux fabricants de valoriser les propriétés acoustiques et/ou thermiques des fenêtres grâce à la marque Acotherm associée à un classement.

COMMENT RECONNAÎTRE LES LOGOS DE LA CERTIFICATION ?



> Fenêtre de toit



1. Code de l'usine indiqué sur le certificat.
 2. Code du Document Technique d'Application du système indiqué sur le certificat.
 3. Logos de certifications volontaires.
 4. Classement A*E*V* (air-eau-vent) ou A*E*V* Ac Th (air-eau-vent-acoustique-thermique) indiqué sur le certificat.
- xxx. Selon les cas :
Fenêtres PVC / Fenêtres Aluminium RPT
Blocs bales PVC / Blocs bales Aluminium RPT

CSTB

le futur en construction

Pour être certifiée par le CSTB, une fenêtre doit obtenir au moins les classements :

$\frac{A^* E^* V^*}{2 \quad 5B \quad A2}$ ou $\frac{A^* E^* V^*}{2 \quad 8A \quad A2}$ (pour les fenêtres de toit)

Effort de manœuvre : classe 1

Résistance à la torsion statique et au contreventement : classe 2

Endurance à l'ouverture fermeture répétées : classe 2 (ou 1 si le mécanisme permet plusieurs mouvements)

Et pour l'ACOTHERM :

$\frac{Ac \quad Th}{1 \quad 6}$

NF DTU 39 “Travaux de vitrerie-miroiterie” (1/3)

La norme **NF DTU 39 « Travaux de vitrerie-miroiterie »** définit les spécifications de mise en œuvre des travaux de miroiterie et d'installation de produits verriers (travaux neufs, rénovation, réhabilitation, entretien) exécutés sur chantier dans tous types de bâtiments.

Il s'applique aux vitrages assurant le clos et le couvert et mis en œuvre avec une inclinaison au moins égale à 5° (8,7 %) par rapport à l'horizontale, et aux vitrages intérieurs sans limitation d'inclinaison.

norme française

NF DTU 39 P1-1
Octobre 2006
P 78-201-1-1

Travaux de bâtiment
Travaux de vitrerie-miroiterie
Partie 1-1 : Cahier des clauses techniques

norme française

NF DTU 39 P1-2
Octobre 2006
P 78-201-1-2

Travaux de bâtiment
Travaux de vitrerie-miroiterie
Partie 1-2 : Critères généraux de choix des matériaux (CGM)

norme française

NF DTU 39 P2
Octobre 2006
P 78-201-2

Travaux de bâtiment - Marchés privés
Travaux de vitrerie-miroiterie
Partie 2 : Cahier des clauses spéciales (CCS)

norme française

NF DTU 39 P3
Octobre 2006
P 78-201-3

Travaux de bâtiment
Travaux de vitrerie-miroiterie
Partie 3 : Mémento calculs des contraintes thermiques

norme française

NF DTU 39 P4
Juillet 2012
P 78-201-4

Travaux de bâtiment
Travaux de vitrerie-miroiterie
Partie 4 : Mémento calculs des épaisseurs de vitrages

NF DTU 39 P4 “Travaux de vitrerie-miroiterie” (2/3)

Le présent document définit les **règles de calculs pour le dimensionnement des produits verriers** mis en œuvre sur chantier dans tout type de bâtiment selon les dispositions de la NF DTU 39 P1-1 (CCT).

L’annexe G donne plusieurs exemples de calculs des épaisseurs de vitrage.

Le [E-Mémento de 2020](#) de Saint Gobain (pages 496 à 502) reprend la méthode du NF DTU 39 P4 et donne des exemples de calculs des épaisseurs de vitrage.

[CalumenLive](#), [ProjetVerre](#) et [Pi-Vitrage](#) sont des outils de configuration et des logiciels de calculs des épaisseurs des vitrages.



Memento technique / Autres informations



FD DTU 39 “Travaux de vitrerie-miroiterie” (3/3)

Ce Fascicule de Documentation **FD DTU 39 P5** donne des recommandations aux maîtres d’œuvre dans le **choix des vitrages en fonction de l’exposition aux risques de blessures**.

Ce document est applicable aux travaux neufs et aux travaux de remplacement.

Il concerne notamment les :

- Ensembles vitrés jouant un rôle dans la protection des personnes vis-à-vis des risques de chutes dans le vide ;
- Parois vitrées jouant un rôle dans la protection des personnes vis-à-vis des risques de blessure en cas de heurt ;
- Parois vitrées jouant un rôle dans la protection des personnes vis-à-vis des risques de blessures en cas de chute de morceaux de verre.

normalisation
française

FD DTU 39 P5
5 Juillet 2017

P 78-201-5

Travaux de bâtiment

**Choix des vitrages en fonction de l'exposition aux
risques de blessures**

Partie 5 : Mémento pour les maîtres d'oeuvre

Calepin de chantier : Miroiterie – Vitrerie (1/2)

Le [calepin de chantier « Miroiterie - Vitrerie »](#) du programme PACTE traite des spécifications de mise en œuvre des travaux de miroiterie et d'installation de produits verriers visés par le NF DTU 39 « Travaux de vitrerie-miroiterie ».

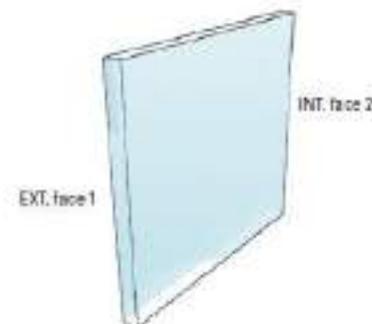
Le calepin traite des cas de vitrages pris en feuillure sur quatre côtés ou sur 2 côtés (prise en feuillure haute et basse) avec bords libres verticaux, ou sur 3 côtés (prise en feuillure haute et basse et sur un bord vertical, 1 bord libre vertical).



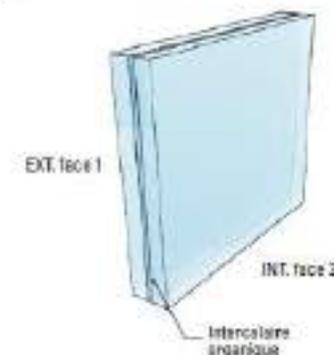
Les grandes familles de vitrages

Vitrages simples

Vitrages monolithiques

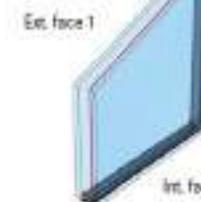


Vitrages feuilletés



Vitrages isolants

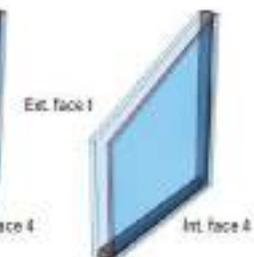
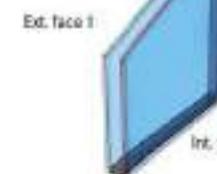
Double vitrage



Triple vitrage



Double vitrage avec deux composants feuilletés



— Couche faiblement émissive

Calepin de chantier : Miroiterie – Vitrerie (2/2)

Ce [calepin de chantier « Miroiterie – Vitrerie »](#) du programme PACTE porte notamment sur les EPC, les EPI et la manutention.

Pour aller plus sur la manutention, se reporter au site de l'OPPBTP :

- [Un chariot avec ventouses de maintien pour transporter les panneaux de verre ;](#)
- [Les équipements innovants sur le levage.](#)

● Manutention



As-télé de 55 kg, prévoir des moyens adaptés



Autorisation de conduite obligatoire – voir les conditions



Echafaudage

● Protections individuelles



Lunettes de protection



Protections auditives



Gants

! Les vêtements de protection doivent couvrir tout le corps.

E-Mémento de Saint-Gobain

Outil de référence pour les professionnels du vitrage, le **Grand Memento du Vitrage**, propose désormais un nouveau visage numérique : le [E-Mémento de 2020](#).

Depuis sa première édition en 1968, il présente tous les produits et services qui constituent l'activité vitrage, emblématique de Saint-Gobain.



SOMMAIRE

LE CONFORT PAR L'INNOVATION	02
SAINT-GOBAIN ET LE VERRE	10
LA PRODUCTION DU VERRE PLAT	16
LA PRODUCTION DE VERRE TRANSFORMÉ	22
LA DISTRIBUTION ET LES SERVICES	26
1 MENUISERIES EXTÉRIEURES	38
Fenêtres, baies vitrées et vérandas	40
Façades et murs rideaux	108
2 MÉTALLERIES, VITRINES ET CLOISONS	176
Sols, escaliers, garde-corps	178
Vitrines	194
Cloisons	208
3 DESIGN ET DÉCORATION	224
Verres transparents, translucides et laqués	226
Verres avec impression digitale	290
Miroirs	304
Vitraux et verrerie d'art	322
4 DOUCHES ET BAINS, PORTES INTÉRIEURES & ACCESSOIRES	336
Douches et baignoires	338
Portes intérieures	370
Accessoires et produits pour la mise en œuvre	390
5 FEU ET SÉCURITÉ	408
Vitrages de protection incendie	410
Vitrages de sécurité	420
6 MÉMENTO TECHNIQUE	444
Performances des vitrages	446
Informations techniques	458
Autres informations	556



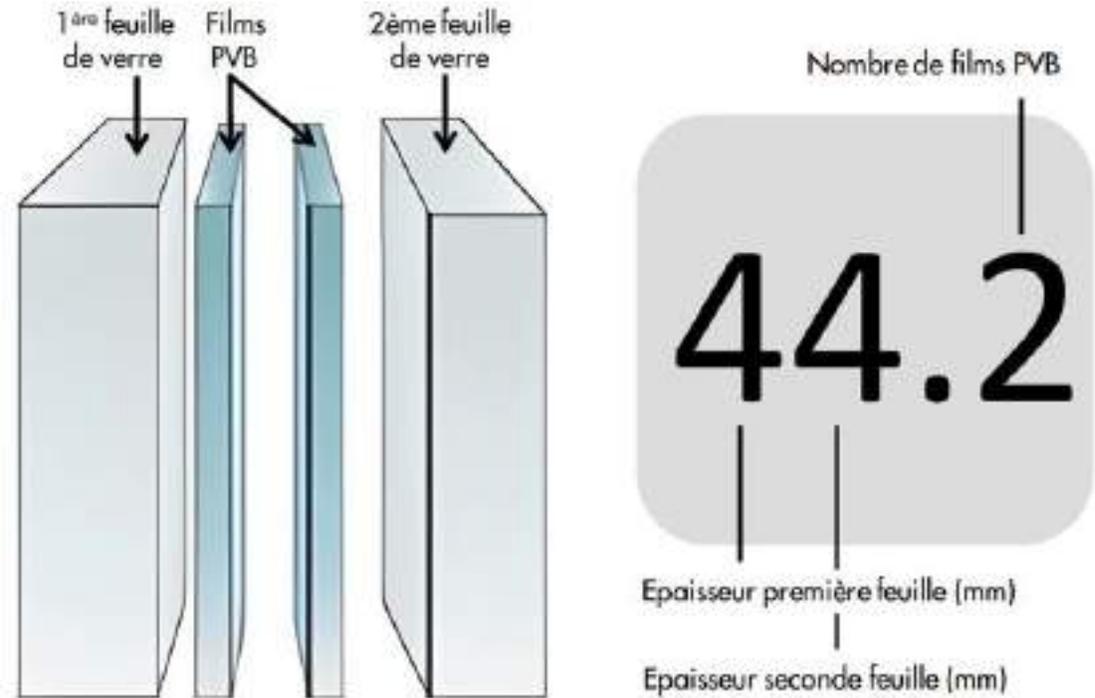
Vitrages en verre feuilleté

Le **vitrage feuilleté** de protection se compose de deux ou plusieurs vitrages assemblés entre eux à l'aide d'un ou plusieurs films de butyral de polyvinyle (P.V.B.).

Sa représentation usuelle XX.Y indique les épaisseurs des vitrages et le nombre de films P.V.B. L'épaisseur nominale d'un film est de 0,38 mm.

Exemple :

Le 44.2 est composé de 2 vitrages de 4 mm d'épaisseur et de 2 films de P.V.B..



Vitrages en verre feuilleté (exemple)

La norme NF EN 356 « Verre dans la construction - Vitrage de sécurité - Mise à essai et classification de la résistance à l'attaque manuelle » **définit huit classes de performances.**

Niveau 1 : Correspond à l'aptitude des vitrages à résister aux jets d'objets. L'essai à la chute de bille de 4,1 kg est satisfait si 3 éprouvettes résistent à la pénétration (3 impacts en triangle).

Niveau 2 : Correspond aux tentatives d'effraction à l'aide d'une masse ou d'une hache pour réaliser une ouverture de 40 x 40, appelée "passage d'homme". Le nombre d'impacts nécessaires à sa réalisation détermine la classe du vitrage.

* chaque fabricant propose sa propre composition de feuilleté. Il suffit de trouver la composition la plus économique répondant au test de la norme NF EN 356.

À titre d'exemple : niveau de protection recommandé pour les bâtiments d'habitation (à déterminer avec l'assurance).

Classe EN356	Test hauteur de chute (m) de 3 billes	Performances	Exemple de produit	Epaisseur (en mm)
P1 A	1,5 m	Non traversé	33.2	6,8
P2 A	3 m	"	44.2	8,8
P3 A	6 m	"	44.3	9
P4 A	9 m	"	44.4	9,5
P5 A	9 m	"	44.6	10,3
protection renforcée	(chute de 9 billes)	"	44.6	10,3

Classe EN356	Test Masse + hache (coups min.)	Performances	Exemple de produit*	Epaisseur
P6 B	30 coups	Passage	444.8	15
P7 B	51 coups	D'homme non	66.12	22
P8 B	71 coups	Réalisé	444444.12	27

Niveau de protection	Classe proposée	Préconisation possible
Protection minimale	P4 A	44.4
Protection normale	P5 A	44.6
Protection renforcée 1	P6 B	444.6
Haute protection 2	P7 B	666.12
Très haute protection 3	P8 B	444444.12

Vitrages résistants au feu

La **résistance au feu d'un verre** est déterminée selon **3 critères** :

- **E** = La résistance mécanique, l'étanchéité aux flammes (exprimé en minute, temps pendant lequel les flammes ne passent pas) ;
- **EW** = E + La limitation du rayonnement (temps pendant lequel le rayonnement ne dépasse pas un certain seuil) ;
- **EI** = EW + L'isolation thermique (temps pendant lequel la température ne dépasse pas un certain seuil).

Dans tous les cas, la résistance au feu concernera l'ensemble des éléments de l'ouvrage et non les verres seuls.

Chaque vitrage doit être conforme à un procès-verbal d'homologation.



- **E** - stabilité au feu
- **EW** - stabilité au feu avec limite de rayonnement de chaleur
- **EI** - stabilité et isolation au feu

Niveaux de protection contre l'incendie (normes EN 12101-1 et EN 13501-2)

Classe/Durée	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min
E	-	E20	E30	-	E60	E90	E120
EW	-	EW20	EW30	-	EW60	EW90	EW120
EI	EI15	EI20	EI30	EI45	EI60	EI90	EI120

	AGC	VETROTECH	PILKINGTON
E	Pyropane	Pyrowick	Pyroclear
EW	Pyrobelite	Vetroflam Contraflam lite	Pyrodur
EI	Pyrobel Vidonline	Contraflam Contraflam structure	Pyrostop

Cas n°1 “Garde-corps non traditionnels en produits verriers encastrés en pied”

Les garde-corps non traditionnels en produits verriers encastrés en pied (Cahier du CSTB 3034_V3, mai 2019) sont définis comme suit :

1) Produit verrier : verre feuilleté conforme à la NF EN ISO 12543-2 et classés 1B1 ;

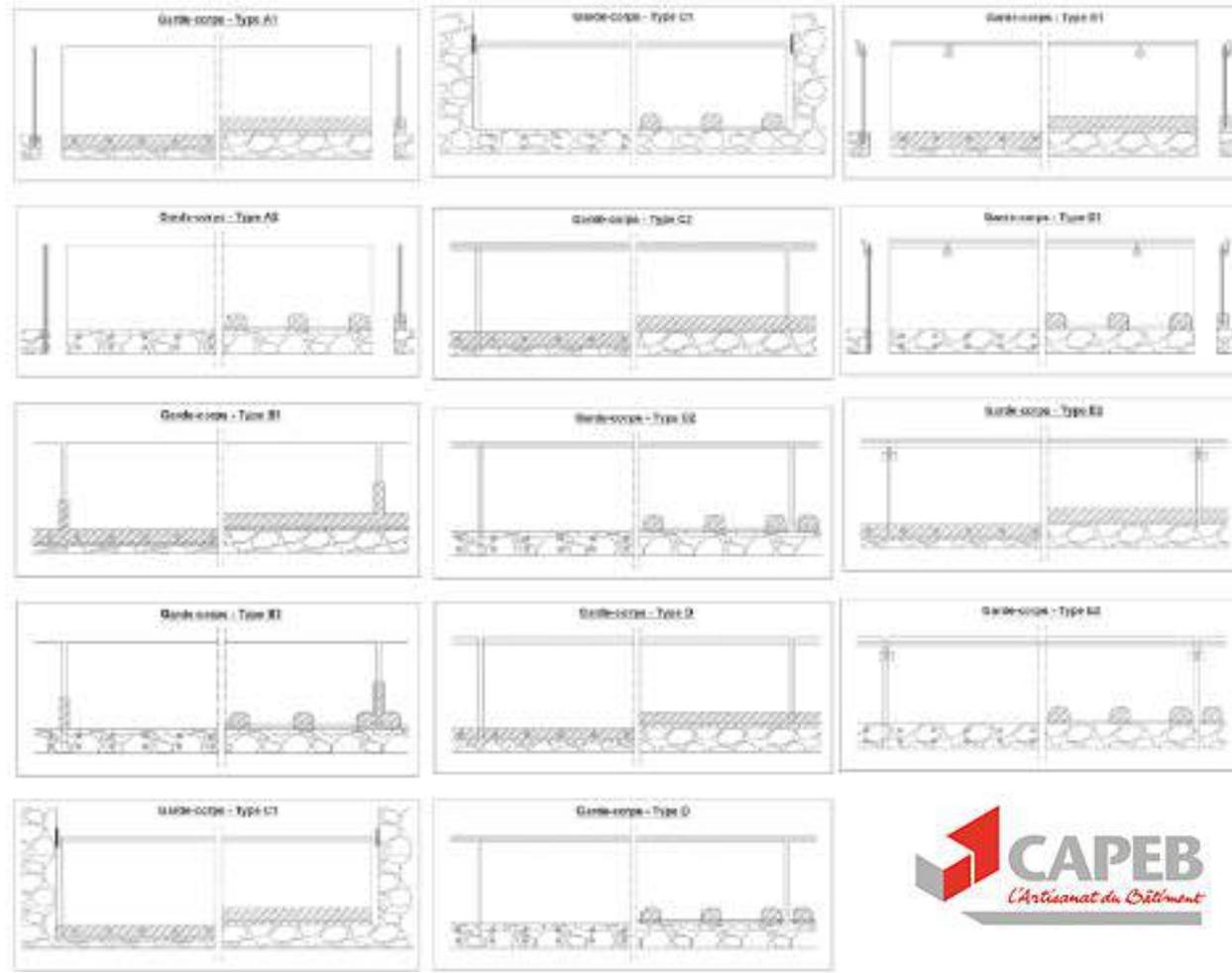
2) Mode de maintien des produits verriers :

- solidarisés au gros œuvre en pied soit de façon continue (type A1), soit ponctuellement (type A2) ;
- ne comportant pas d'élément d'ossature verticale (types A1 ou A2), ou, si de tels éléments existent, sont limités à une partie de la hauteur du garde-corps (type B1 ou B2) ;

3) Main courante éventuelle conforme aux normes NF P 01-012 et NF P 01-013 ;

4) Mode de fixation de la main courante :

- discontinue et associée individuellement aux produits verriers (type D) ;
- continue et constituant ou non en rive haute un élément de liaison entre les vitrages et pouvant être à ses extrémités soit solidarisée au gros œuvre (type C1), soit indépendante de celui-ci (type C2) ;
- déportée et associée individuellement aux produits verriers par fixation traversante (type E1) ou pincée (type E2).

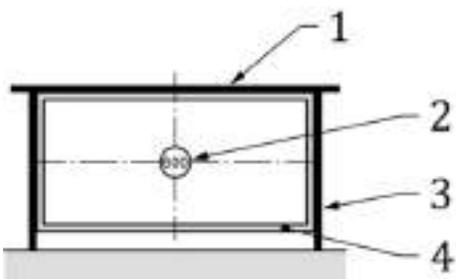


Cas n°2 “Garde-corps vitrés”

Les garde-corps vitrés doivent respecter les exigences de l’annexe A du FD DTU 39 P5. Les verres feuilletés autorisés sont à intercalaires PVB ou autres de **classes 1B1** selon la NF EN 12600 et **P1A** selon la NF EN 356.

Les verres trempés monolithiques autorisés sont de **classes 1C1** selon la NF EN 12600 en association avec une protection résiduelle conformément à la NF P01-012.

L’annexe précitée définit plusieurs cas de garde-corps schématisés selon la description ci-dessous :



Légende :

- 1. : Main courante
- 2. : Point d'impact du corps de choc mou M50 (le chiffre mentionnant l'intensité du choc en joules)
- 3. : Potelet
- 4. : Feuillure à verre

Composition de base en verre recuit NF EN 572-2	33.2	44.2	55.2	66.2
Référence : NF EN ISO 12543-2 (épaisseur nominale en mm)	6,8	8,8	10,8	12,8
Surface maximale en m ²	0,50	2,00	4,50	6,00

- prise en feuillure **pf** sur toute la périphérie et garnitures d’étanchéité ;

- hauteur minimale de la prise en feuillure **pf** = 15 mm, sans tenir compte de la hauteur de solin du calfeutrement ;

- les profilés formant feuillure répondent aux exigences du 8.3 du NF DTU 39 P1-1 : Les profilés formant feuillure ont une rigidité suffisante justifiant une déformation inférieure ou égale au 1/300^{ème} de leur longueur sous 800 Pa, appliqué sur l’élément de remplissage.

- pour les parois vitrées, la traverse haute, lorsqu’elle se situe dans la hauteur de protection, est validée sous un essai de choc M50/900], conformément à la P 08-302.

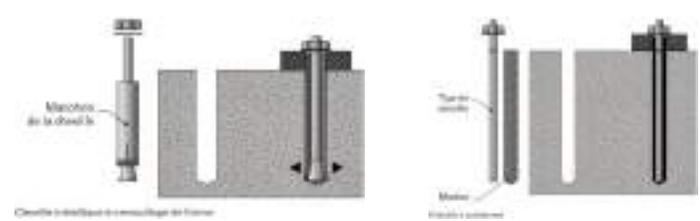
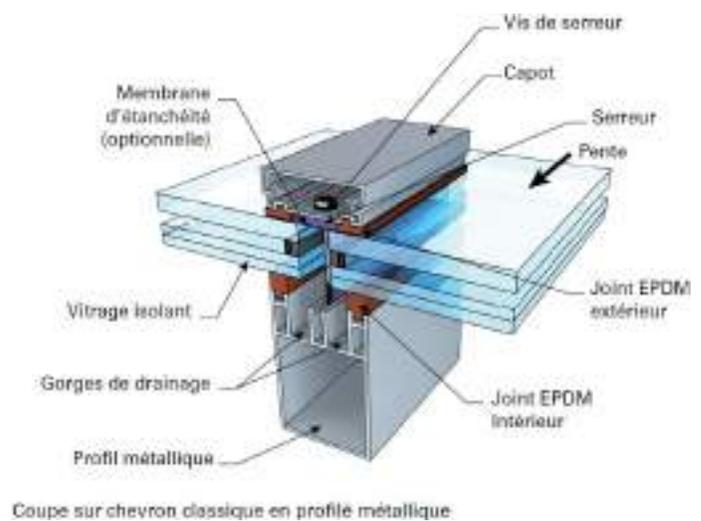
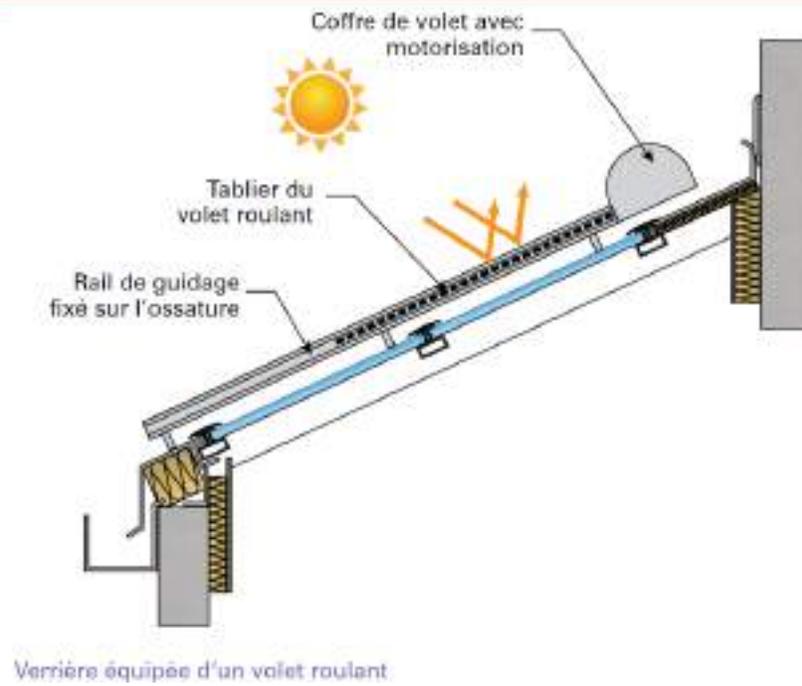
Tableau 1 Compositions satisfaisantes sans essai

Cas n°3 “Verrières”

Les recommandations professionnelles « Verrières » RAGE définissent les spécifications de conception, de mise en œuvre et d’installation des verrières (en travaux neufs, de rénovation, de réhabilitation et d’entretien) exécutés dans tous les types de bâtiment.

Elles s’appliquent aux verrières assurant le clos et le couvert mises en œuvre avec une inclinaison minimale de 5° (8,7 %) jusqu’à 75° par rapport à l’horizontale.

Les produits verriers mis en œuvre sont ceux définis dans la norme NF DTU 39 P1-2 (CGM) à l’exception des verres armés polis, des verres imprimés armés, des verre profilés armés ou non armés, des verres alcalinoterreux et des verres vitrocéramique.



Cas n°4 “Les vérandas”

Le **guide pratique « Les vérandas »** du **CSTB** concerne l’enveloppe de la véranda, sa conception, son implantation, sa fabrication, sa mise en œuvre et son entretien.

En matière de véranda, la fonction de l’enveloppe est essentielle pour la qualité d’usage et d’habitabilité de ce local.



Figure 1 : La véranda aménagée comme une pièce à vivre

ATTENTION

Il est recommandé de choisir des doubles vitrages bénéficiant d'un certificat de qualification CEKAL. Cette certification atteste entre autres de la durabilité du double vitrage : non pénétration d'humidité dans la lame d'air (ou d'argon). Cette durabilité conditionne les performances thermiques dues à la couche métallique.



Figure 2 : Terminologie et détails d'une véranda



Il existe aussi des Règles Professionnelles « Vérandas à ossature aluminium » (Règles SNFA, septembre 2021).

Cas n°5 “Façades rideaux”

Le **NF DTU 33.1 « Façades rideaux »** s'applique aux :

- Façades rideaux ;
- Façades semi-rideaux ;
- Façades constituées d'une association de différentes fenêtres, portes ou ensembles composés et dont leurs liaisons ne sont pas limitées à des bandes horizontales ou verticales, qui relèvent du NF DTU 36.5 ;
- Façades verticales et celles dont l'inclinaison sur la verticale tant vers l'extérieur que vers l'intérieur n'excède pas 15°.

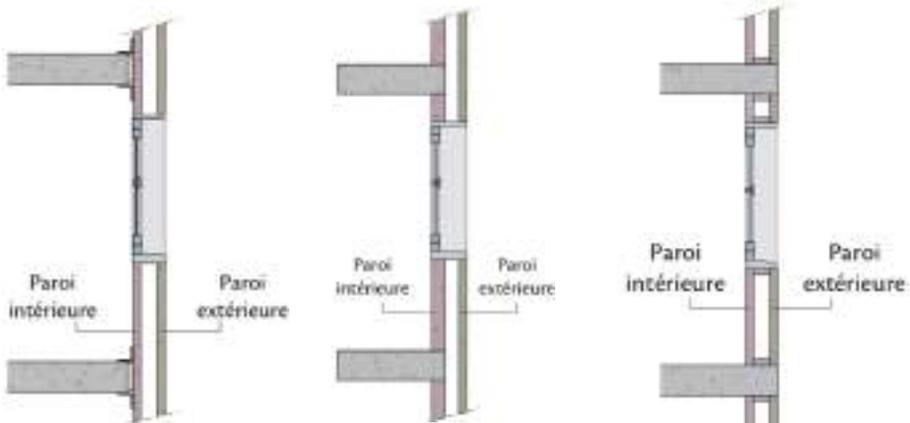


Tableau 1 : Spécifications des vitrages feuilletés de sécurité

Composition de base en verre recuit	33.2	44.2	55.2	66.2
Épaisseur nominale hors tolérance en mm	6,8	8,8	10,8	12,8
Surface maximale en m ²	0,50	2,00	4,50	6,00

Tableau 2 : Spécifications requises pour le verre feuilleté ne nécessitant pas d'essais

Vitrages réputés utilisables vis-à-vis de la sécurité des personnes					
Vitrage isolant		Vitrage opposé au choc			
		Recuit	Durci	Trempé	Feuilleté
Vitrage du côté du choc	Recuit	Non	Non	Non	Oui ⁽³⁾
	Durci	Non	Non	Non	Oui ⁽³⁾
	Trempé	Essai ^{(1) (2)}	Essai ^{(1) (2)}	Essai	Oui ⁽³⁾
	Feuilleté	Essai ⁽²⁾	Essai ⁽²⁾	Oui	Oui ⁽³⁾

1. Avec protection résiduelle suivant norme NF P01-012.
2. Justification de la non casse du vitrage opposé au choc.
3. Vitrage feuilleté de sécurité conforme au tableau 1.

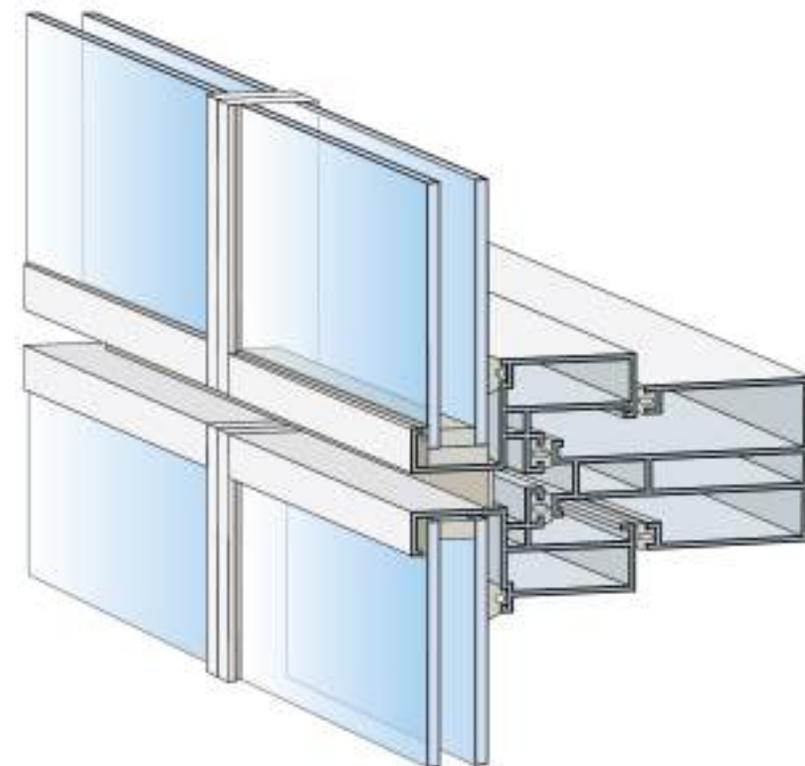
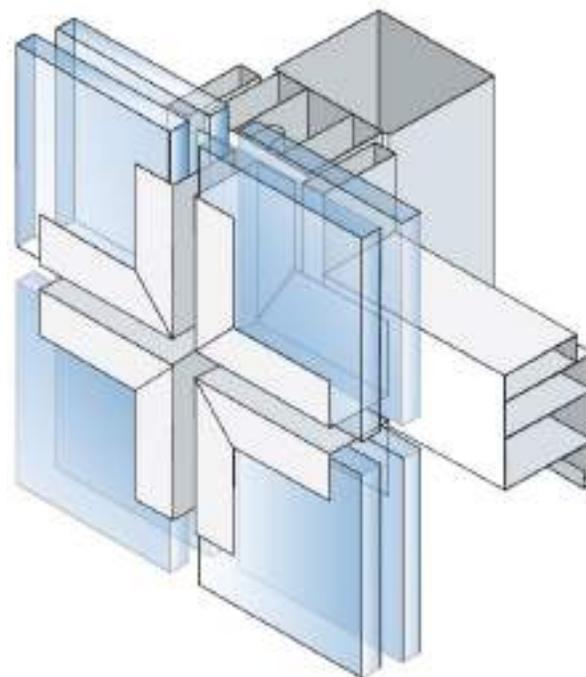
Cas n°6 “Façades VEP”

Le **Vitrage Extérieur Parclosé (VEP)** est une technique dite « traditionnelle ».

Elle est directement concernée par les prescriptions de la norme NF DTU 33.1.

Le vitrage est mis en œuvre dans des feuillures drainées et ventilées et maintenu par des parcloses.

Une parclose est un profilé clippé ou vissé sur le profil de cadre, elle maintient le vitrage dans la feuillure.



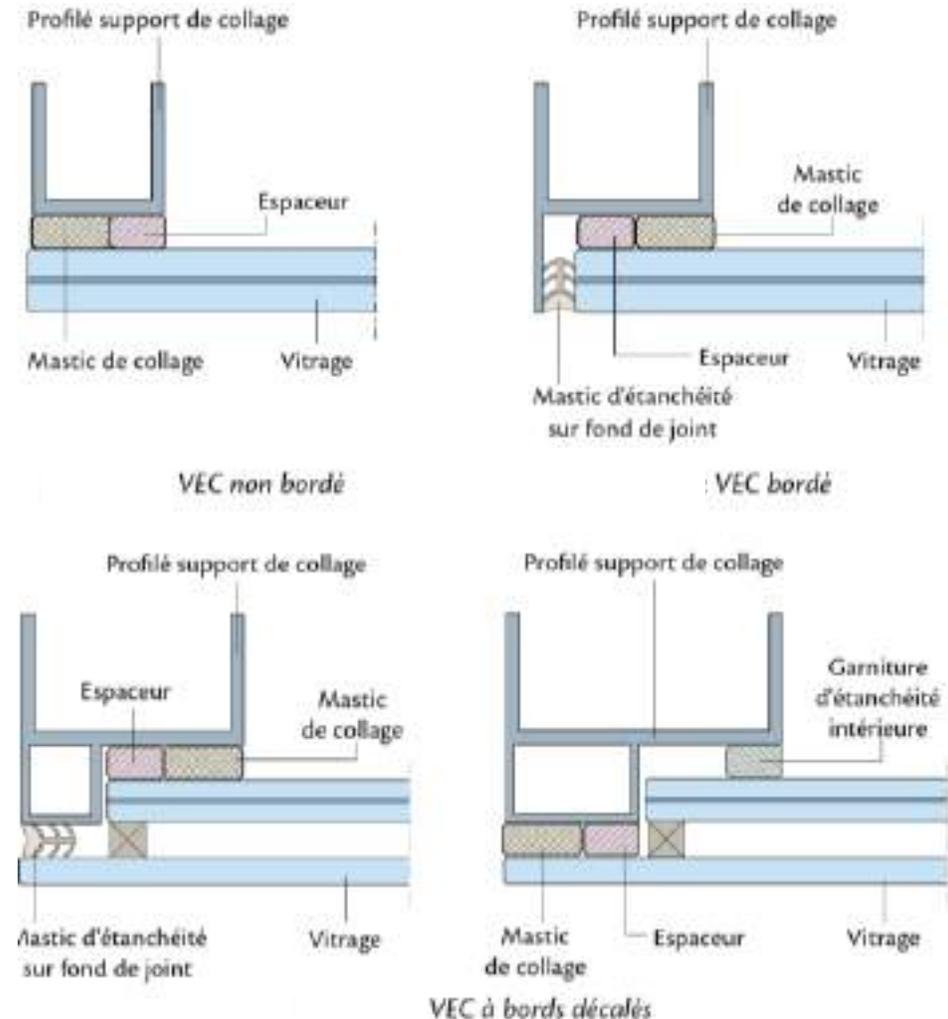
Cas n°7 “Façades VEC”

Le **Vitrage Extérieur Collé (VEC)** est une technique de mise en oeuvre de produits verriers, constituant l'enveloppe extérieure de bâtiments, par collage sur un cadre (Cahier des prescriptions techniques e-Cahier 3488_V2 Mars 2011).

Le collage transmet aux éléments d'ossature les charges climatiques et éventuellement le poids des vitrages.

Les trois systèmes de VEC sont :

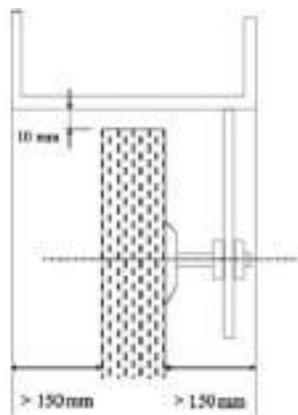
- **VEC non bordé** : système dans lequel le chant des vitrages est libre ;
- **VEC bordé** : système dans lequel, les profilés de cadre viennent recouvrir le chant des vitrages ; dans ce cas les profilés de cadre peuvent constituer un support de cale d'assise ;
- **VEC à bords décalés** : système dans lequel le composant extérieur du vitrage isolant a des dimensions supérieures à celles du composant verrier intérieur.



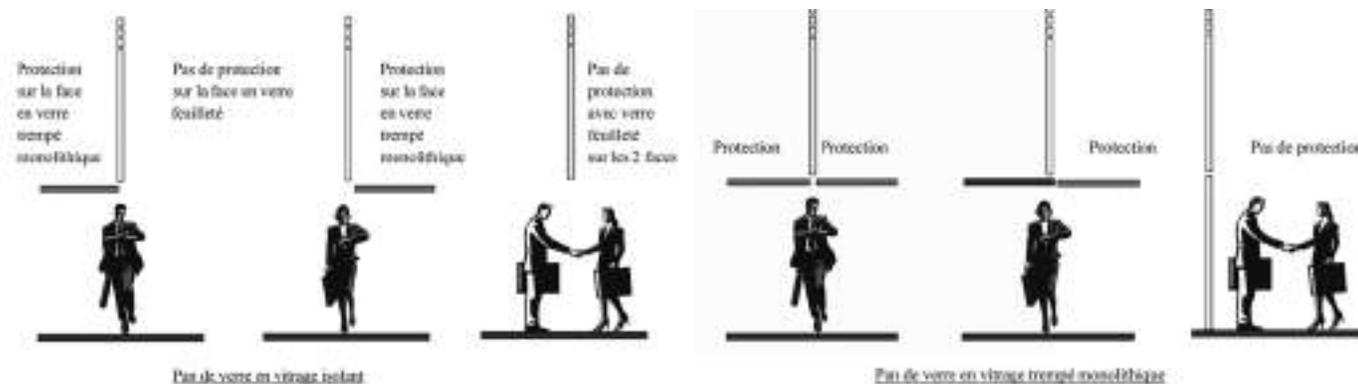
Cas n°8 “Façades VEA”

Le **Vitrage Extérieur Attaché (VEA)** est une technique de mise en œuvre de produits verriers constituant l'enveloppe extérieure de bâtiments (Cahier des prescriptions techniques e-Cahier 3574_V2 Janvier 2012).

Elle fait intervenir, pour ces éléments verriers, au moins un dispositif de fixation mécanique, ponctuelle, traversante ou non et un dispositif d'attache.



Exemple de positionnement du VEA



Type	Nature des composants		Paroi verticale	Paroi inclinée (I)
Monolithique	Trempé		Oui ¹⁾	Non ²⁾
	Durs		Non ³⁾	
	Recuit			
Feuilleté	Trempé/Trempé		Oui	
	Trempé/Durs		Oui	
	Trempé/Recuit ⁴⁾		Oui	
	Durs/Durs		Oui	Oui
	Durs/Recuit ⁴⁾			
	Recuit/Recuit ⁴⁾			
Vitrage isolant double	Composant a.	Composant b.	Oui ³⁾	Oui si le composant intérieur est feuilleté
	Trempé	Trempé		
	Trempé	Durs feuilleté		
	Trempé	Recuit ⁴⁾ feuilleté	Oui ³⁾	
	Durs feuilleté	Durs feuilleté	Oui	
	Durs feuilleté	Recuit ⁴⁾ feuilleté		
	Recuit ⁴⁾ feuilleté	Recuit ⁴⁾ feuilleté		

1. Dans le cas du verre recuit, la fixation ponctuelle est nécessairement pilotée avec vérification aux chocs thermiques à prévoir dans tous les cas.
 2. Paroi inclinée de plus de 5° par rapport à la verticale et surplombant une zone d'activité.
 3. Cf. paragraphe 3.2.2.1 - Sécurité aux chutes des personnes - du présent document.
 4. Cette configuration n'est pas admise pour des raisons de sécurité en cas de bris.

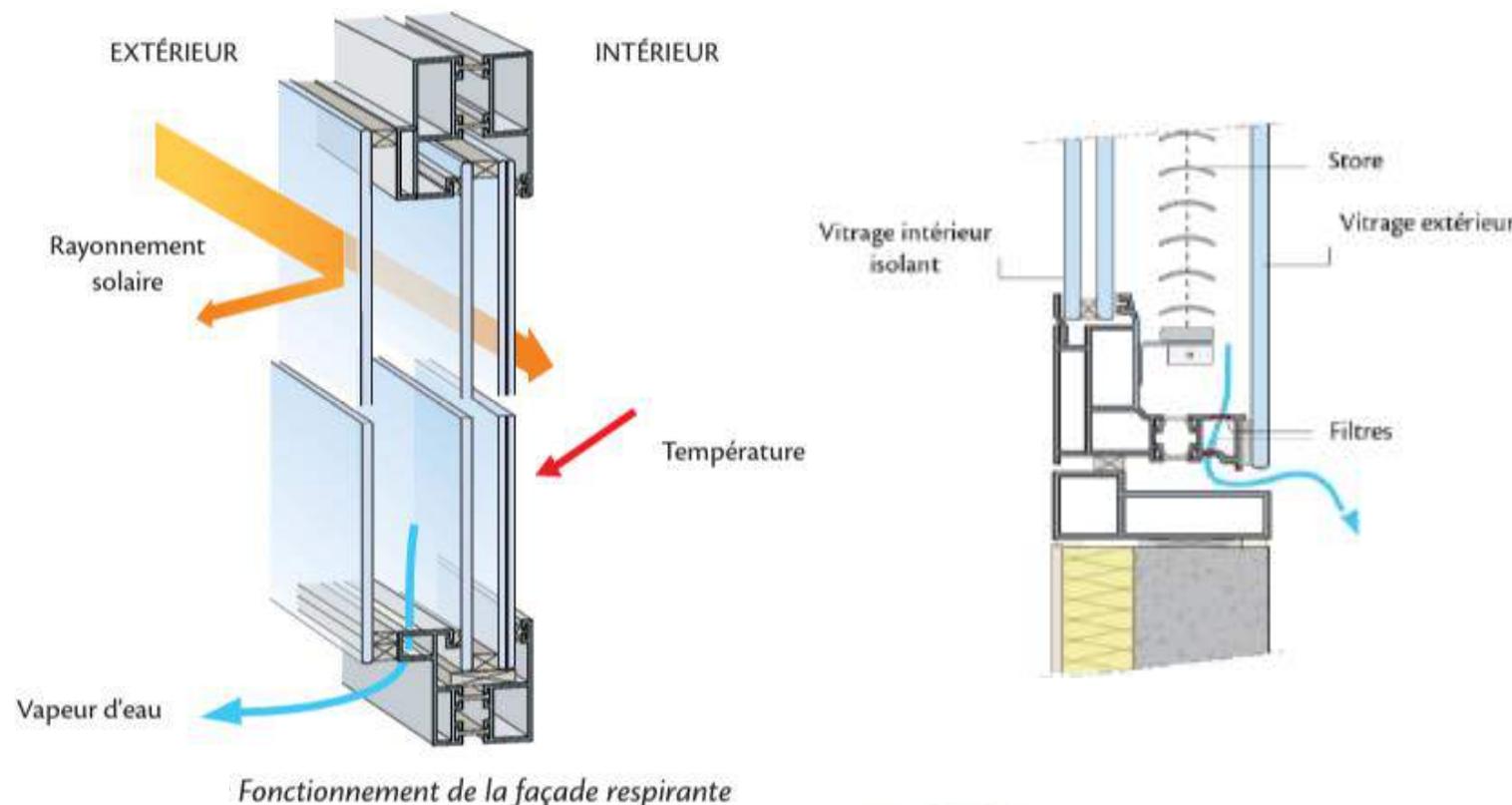
Tableau 1 Choix des composants verriers

Cas n°9 “Fenêtres et façades légères respirantes”

La respiration consiste en l'équilibrage des pressions partielles de vapeur d'eau entre une **lame d'air limitée par deux parois vitrées vision et l'extérieur du bâtiment** (Cahier des prescriptions techniques e-Cahier 3759 Janvier 2015).

L'échange de vapeur d'eau par diffusion dans l'air, sans ventilation, se fait grâce à des dispositifs de respiration équipés de filtres, tous placés sur une même ligne horizontale.

Le système de respiration peut être utilisé pour les remplissages vitrés de fenêtres ou façades légères pour tous types de bâtiment.



Filter

Cas n°10 “Façades multiples”

Le guide « [Façade multiple – Double peau ventilée naturellement sur l’extérieur](#) » RAGE s’applique pour les façades multiples ventilées naturellement sur l’extérieur, accessible ou non, avec la distinction suivante :

- Double peau mince (> 200 mm et < 600 mm entre les peaux : pas de possibilité d’accéder à la lame d’air) ;
- Double peau épaisse avec lame d’air ≥ 600 mm entre les peaux permettant un accès pour l’entretien.



Légende :

Remplissage rouge : types de façade visés dans la norme NF DTU 33.1

Remplissage bleu : types de façade non visés dans la norme NF DTU 33.1

Encadré bleu pointillé : type de façade visé dans ce guide

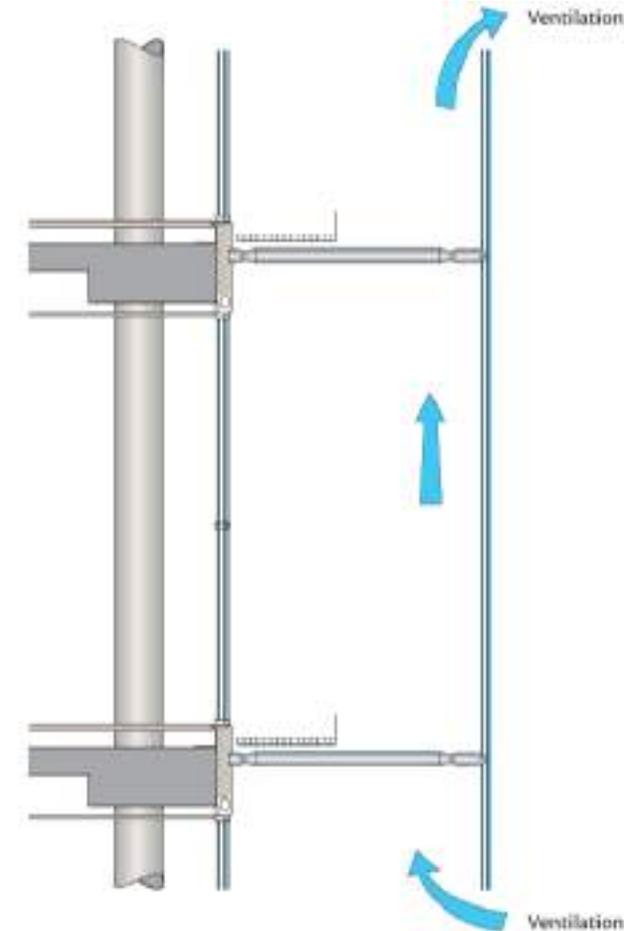
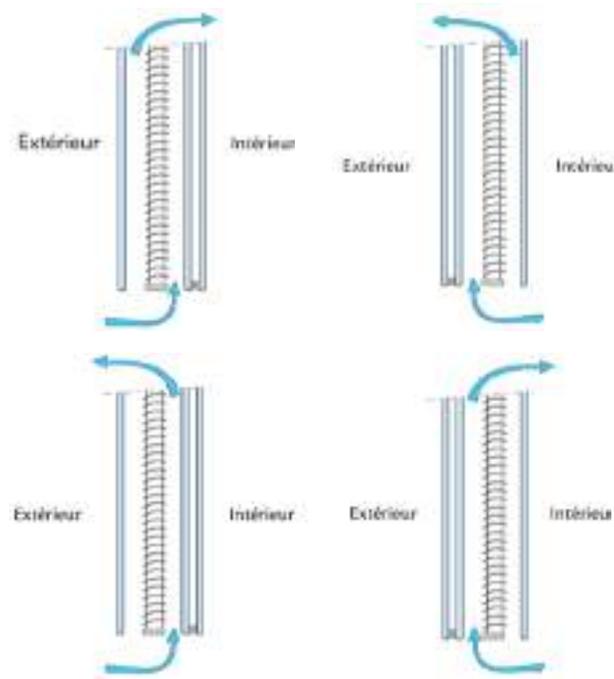


Figure 18 : Ventilation de la façade

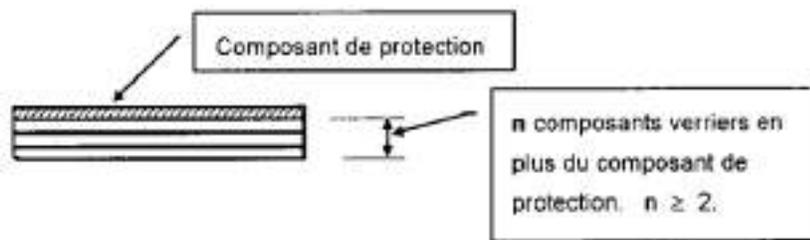
Cas n°11 “Dalles de planchers et marches d’escalier”

Les dalles de planchers et marches d'escalier en verre sont définies comme étant des éléments verriers plans supportés sur leur périphérie ou au minimum sur 2 côtés opposés par une ossature peu déformable (Cahier du CSTB 3448 Mars 2003).

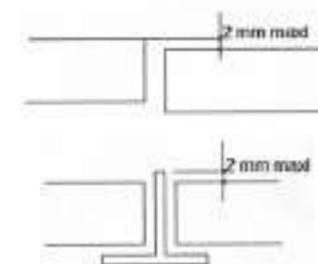
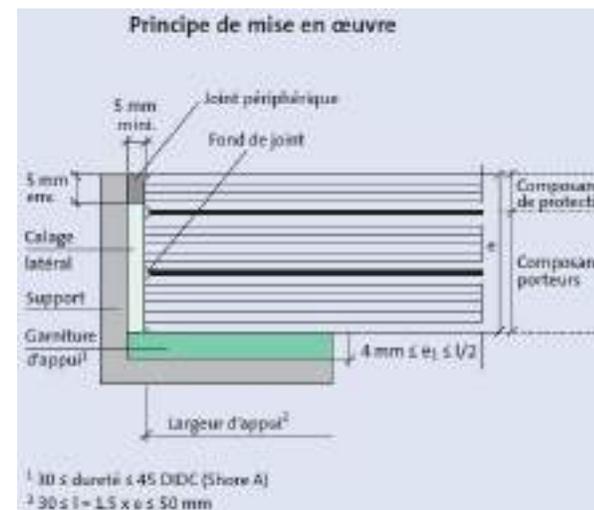
Les dalles de verre sont constituées par des composants verriers feuilletés porteurs et par un composant verrier de protection supérieur, solidaire de l'ensemble.

Type de verre	Traité à partir de	Contraintes caractéristiques (MPa)
Verre recuit	Verre float ou verre en feuille étirée	$\sigma_{yk} = 45$
Verre trempé		$\sigma_{yk} = 120$
Verre durci		$\sigma_{yk} = 70$

Epaisseur du PVB (mm)	Epaisseur minimale du composant verrier de protection (mm)	
	Verre recuit	Verre trempé ou durci
0,76	6	6
1,52	8	6
2,28	10	6



Notations utilisées dans les calculs



Verres innovants (1/5)

Auto-nettoyant :

La lumière naturelle désagrège les salissures d'origines organiques qui se déposent au fil des jours sur la face extérieure des vitrages. L'eau de pluie ou de nettoyage s'écoule aisément et emporte les résidus de salissures grâce à la propriété hydrophile du traitement.

Résistant au feu :

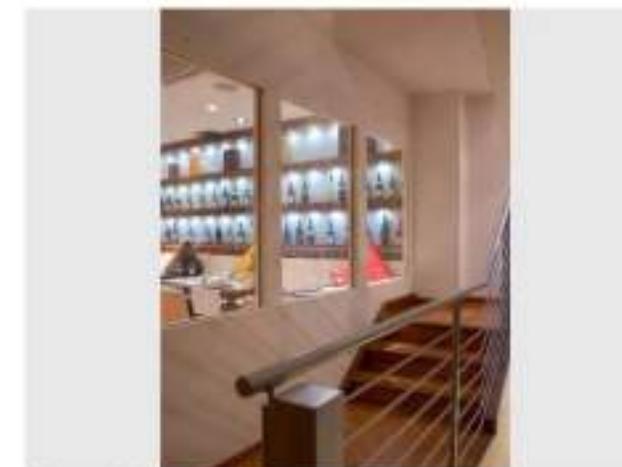
Le vitrage pare-flamme de 7 mm d'épaisseur est résistant au feu et aux chocs. Il est constitué de deux feuilles de verre assemblées par une résine injectée sur toute la surface. Il s'agit d'un verre clair traité thermiquement permettant l'étanchéité aux flammes pendant une durée d'au moins 30 minutes, aux gaz chauds et aux fumées.

Auto-nettoyant



Vitrages intelligents © Saint-Gobain Glass
Bioclean par Saint-Gobain Glass Solutions

Résistant au feu



Vitrages intelligents © CGI
Pyroguard Impact 30 par CGI

Verres innovants (2/5)

Teinté :

Le verre extérieur du double ou triple vitrage est recouvert de fines couches de métal. Le vitrage isolant passe d'un état clair à un état teinté (et inversement) sous l'effet d'un faible courant électrique. Le vitrage se teinte grâce au principe d'oxydation / réduction tout en restant toujours transparent.

À contrôle solaire :

Le vitrage de multiples couleurs associe une transmission lumineuse élevée, une faible émissivité et un contrôle solaire. Le verre de contrôle solaire possède une couche pyrolytique (obtenue par chauffage intense en absence d'oxygène).

Teinté



Vitrages intelligents © Luc Boegly - Quantum Glass
Electrochrome de Quantum Glass

À contrôle solaire



Vitrages intelligents © Pilkington
Eclipse Advantage de Pilkington

Verres innovants (3/5)

Contrôle de chaleur :

Le verre du vitrage isolant filtre de manière sélective le rayonnement solaire. Il laisse passer de préférence la lumière naturelle et bloque un maximum de chaleur du soleil. Il possède un verre de contrôle solaire d'une sélectivité extrêmement élevée.

Protection solaire :

Le verre est obtenue par l'association de couches réfléchissantes brillantes à un large choix de substrats de verre coloré. Cette gamme de verres pyrolitiques de contrôle solaire associe contrôle de la lumière incidente du soleil et une surface réfléchissante esthétique.

Contrôle de chaleur



Vitrages intelligents © Saint-Gobain Glass
Cool-Lite Xtreme de Saint-Gobain Glass Solutions

Protection solaire



Vitrages intelligents © AGC - Glass France
Stopsol par AGC Glass

Verres innovants (4/5)

Contrôle solaire autonettoyant :

Le verre de contrôle solaire est teinté dans la masse, autonettoyant et bleuté. La surface autonettoyant a des propriétés photo-catalytiques (absorbe la lumière solaire) et hydrophiles. La couleur bleue permet une température ambiante fraîche.

À cristaux liquides :

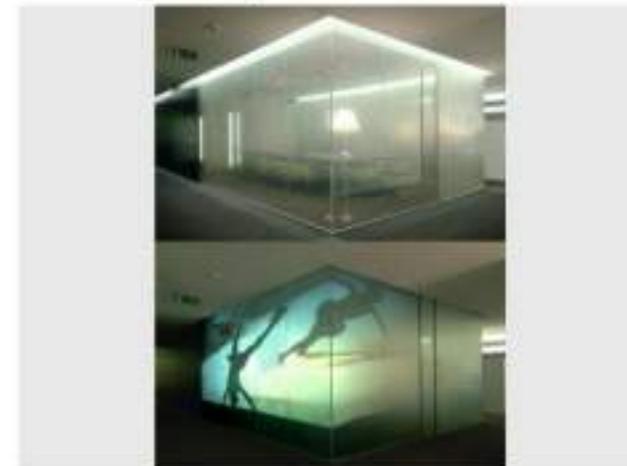
Le film actif est composé de deux feuilles techniques enduites d'une couche transparente conductrice et assemblées autour d'une couche très fine de cristaux liquides. Les cristaux liquides s'alignent sous l'effet du courant électrique; ainsi le vitrage passe d'un état translucide à un état transparent.

Contrôle solaire autonettoyant



Vitrages intelligents © Pilkington
Activ Blue Glass de Pilkington

À cristaux liquides



Vitrages intelligents © Marc Detille - Quantum Glass
Priva-lite de Quantum Glass

Verres innovants (5/5)

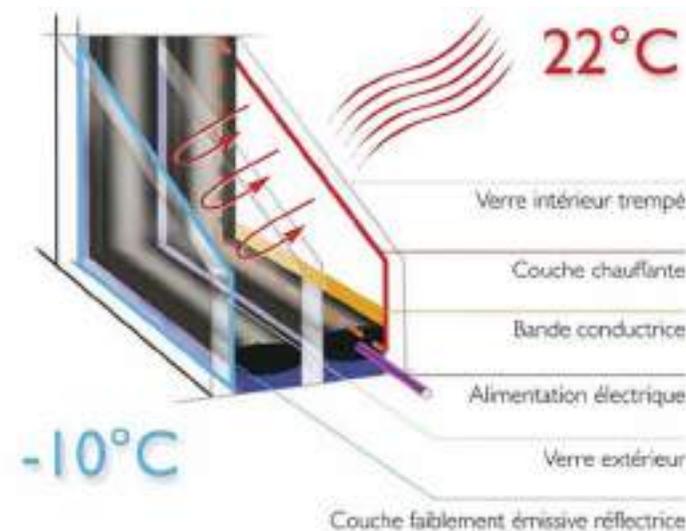
Chauffant :

Le vitrage chauffant est un procédé actif qui convertit l'énergie électrique en chaleur.

La surface chauffante du vitrage est constituée d'un verre à basse émissivité. Il est stimulé par des électrodes. Ainsi, l'oxyde d'étain finement déposé sur sa face côté lame d'air (remplie d'Argon) produit de la chaleur en direction de l'autre face.

Le vitrage émet de la chaleur vers l'extérieur ou l'intérieur. Il peut faire fondre la neige (détecteurs de neige), empêcher la condensation ou faire office de chauffage (thermostats).

Les parois en verres feuilletés doublement émettrices apportent confort et chauffage également à l'intérieur du logement.



Chauffant

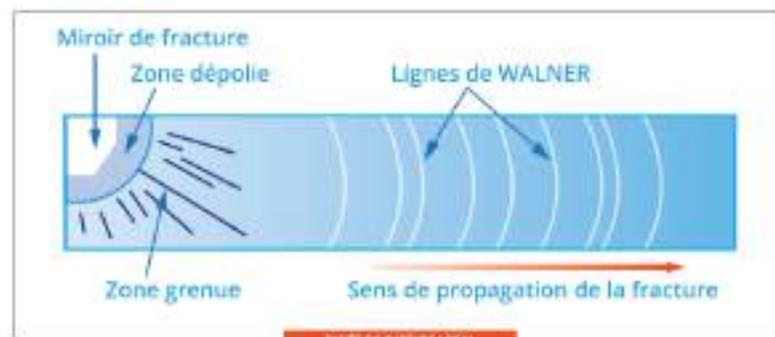
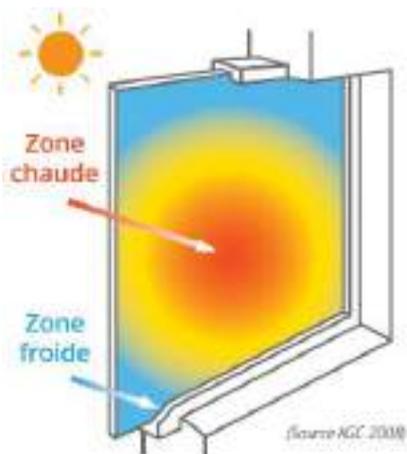


Vitrages intelligents © Juhani Isakki Kovisto - Quantum Glass
E-glas de Quantum Glass

Focus vitrage de l'AQC (1/2)

Comment prévenir la casse des vitrages ? « [Focus verre](#) » du pôle observation de l'AQC :

1) La casse thermique : lorsque 2 zones contiguës d'un même vitrage sont portées à des températures sensiblement différentes, il peut en résulter, selon la nature du verre, l'état de ses bords et l'écart de température, une casse dite thermique.



INCLUS EN CAPTURE D'ÉCRAN

QUELQUES EXEMPLES DE CASSES THERMIQUES



Gradient thermique de faible amplitude (faible température)

(Photo : Les Experts du Verre)



Gradient thermique de moyenne amplitude. Fissure diffuse

(Photo : Les Experts du Verre)



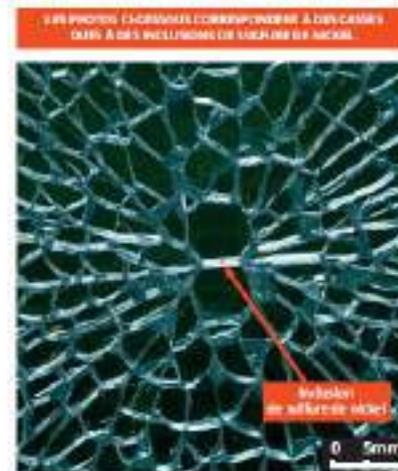
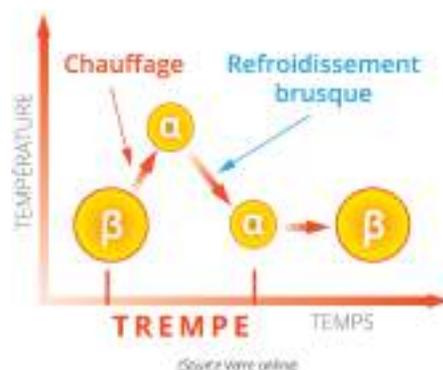
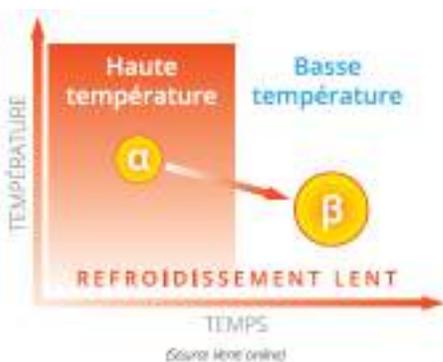
Romption d'une fissure diffuse

(Photo : Les Experts du Verre)

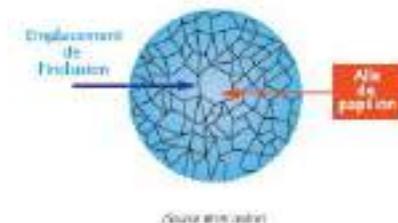
Focus vitrage de l'AQC (2/2)

Comment prévenir la casse des vitrages ? « [Focus verre](#) » du pôle observation de l'AQC :

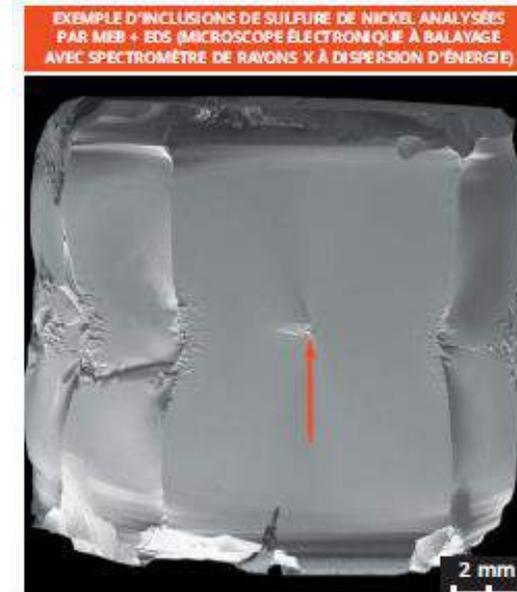
2) La casse thermique du verre trempé thermiquement en présence d'inclusions de sulfure de nickel : ces inclusions de sulfure de nickel (NiS) se forment naturellement dans le verre fondu au cours de son élaboration dans le four de fusion. La dimension de celles que l'on retrouve à l'origine des casses est comprises entre 50 et 500 micron environ.



(Photo : Les Experts du Verre)



(Photo : Les Experts du Verre)



(Photo : Les Experts du Verre)

Merci pour votre attention !
Avez-vous des questions ?