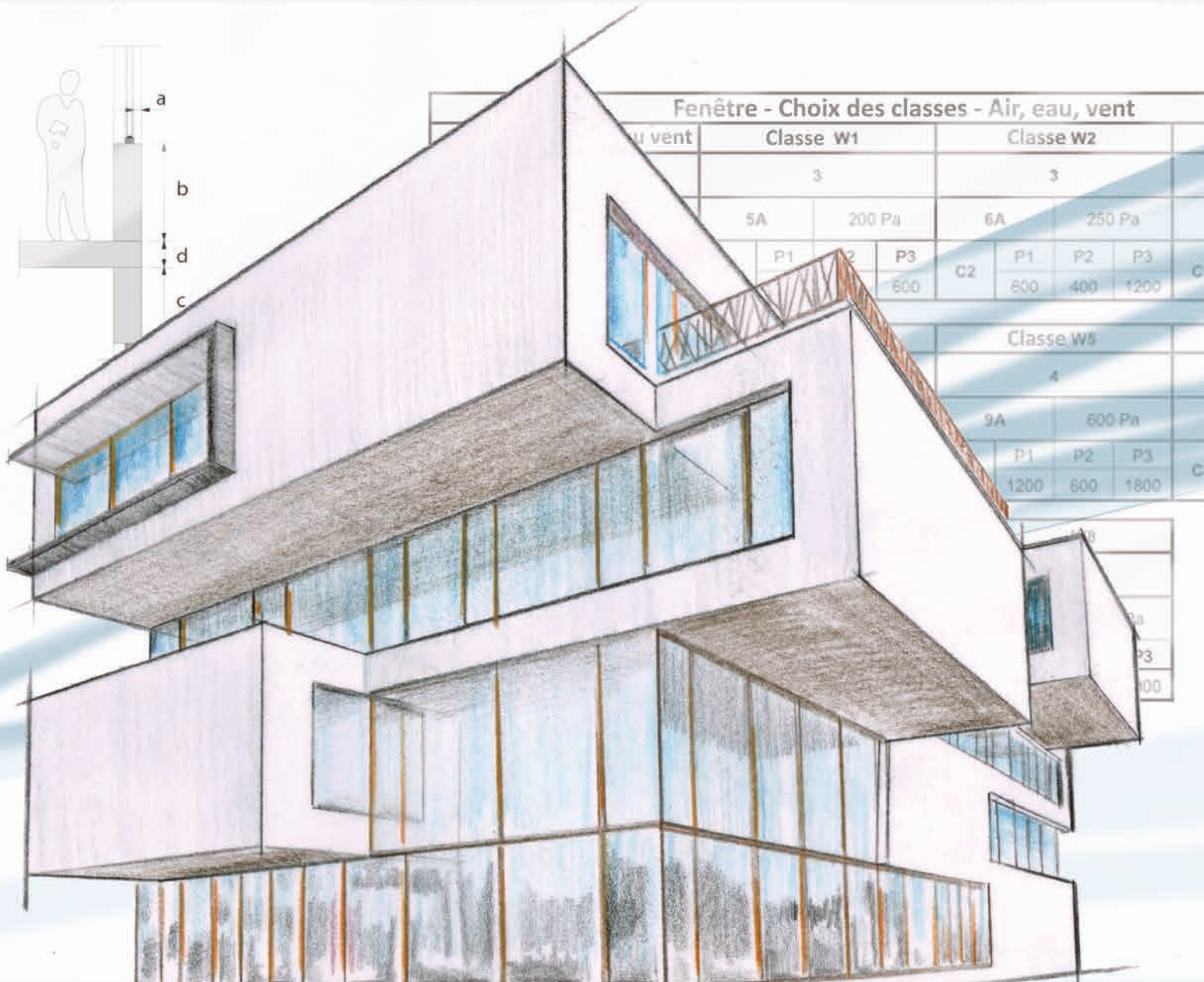




FEDERATION  
DES CONSTRUCTEURS  
EN ALUMINIUM

## DIRECTIVES POUR LA MENUISERIE EN ALUMINIUM



# CONSEILS ET EXIGENCES DE QUALITE

Edition 2021



# FAC Exigences de qualité et Conseils 2021



FEDERATION  
DES CONSTRUCTEURS  
EN ALUMINIUM



# AVANT-PROPOS

La menuiserie en aluminium exige une approche professionnelle. Chaque concept est unique et chaque projet est différent. Des connaissances professionnelles approfondies sont nécessaires tout au long du processus, de la conception à la réalisation. Par l'information et la formation, la FAC assure une promotion optimale de la qualité sur le marché de la menuiserie et de la construction de façades.

Vous avez en mains les **Exigences de qualité et Conseils de la FAC pour 2021**. La FAC fait le point sur la situation actuelle de la menuiserie en aluminium et de la construction de façades. Cette compilation est le travail d'experts dans chaque secteur : fabricants de verre, fournisseurs de profilés, organismes de certification, fabricants de menuiseries en aluminium et centres de connaissances. Cet ouvrage s'adresse aux différents acteurs du secteur de la construction qui sont confrontés quotidiennement aux aspects qualitatifs de la menuiserie en aluminium.

Ce manuel de qualité constitue également la base de l'attribution du label de qualité FAC décerné aux fabricants de menuiseries en aluminium et constructeurs de façades. La prescription du **label de qualité FAC** dans le cahier des charges doit garantir que le constructeur/producteur de châssis et façades est au courant des normes en vigueur et des règles de l'art.

Les constructeurs FAC s'engagent à obtenir le label de qualité FAC chaque année. Alors que leurs systèmes de profilés en aluminium, fenêtres, portes et leurs façades sont conformes aux exigences légales, les membres de la FAC s'imposent un certain nombre d'exigences supplémentaires importantes. Pour obtenir le certificat de qualité FAC, les entreprises et leurs méthodes de travail sont contrôlées par un organisme indépendant tant au cours de la production que sur le chantier.

Une liste des **membres et des partenaires de la FAC** est disponible sur le site web : [www.fac-belgium.eu](http://www.fac-belgium.eu).

Cet ouvrage peut servir comme référentiel en cas de discussion. En fin d'ouvrage, les garanties généralement d'application dans le secteur ainsi que les prescriptions d'entretien sont décrites.

En plus des exigences de qualité et conseils de la FAC, accompagnés d'une description sommaire de chaque aspect, figurent également les directives de la FAC. Celles-ci sont conçues comme une ligne directrice et sont basées sur l'étude approfondie des thèmes définis.

La FAC a déjà publié les directives suivantes (en néerlandais):

1. Calcul de la valeur U des fenêtres et des façades rideaux
2. Durabilité de la menuiserie en aluminium
3. Façades dynamiques, intégration de la verdure dans la construction des façades
4. Nœuds constructifs et étanchéité à l'air de la menuiserie en aluminium
5. Entretien et garanties des menuiseries en aluminium
6. Quincaillerie



FEDERATION  
DES CONSTRUCTEURS  
EN ALUMINIUM

**Comité de direction de la FAC en 2021**

Président	Mark Vorsselmans, Vorsselmans NV - Loenhout
Secrétaire	Philip Vandaele, De Witte Aluminiumconstructies NV - Laarne
Trésorier	Peter Lootens, Durv NV - Zottegem
Membre	Etienne Clinquart, Groven+ NV - Puurs
Membre	Andy Coninx, Hegge NV - Hamont-Achel
Membre	Martin Hoefnagels, CS Raamconstructies BV - Weelde
Membre	Rita Sprangers, KA Construct NV - Beerse
Membre	Joris Verschueren, Alu Verschueren NV - Sint-Niklaas

**Contact FAC asbl**

Adresse	Noël Schoorensstraat 19, 9810 Eke
Site web	<a href="http://www.fac-belgium.eu">www.fac-belgium.eu</a>
Mail	<a href="mailto:info@fac-belgium.eu">info@fac-belgium.eu</a>

Ilse Claeys, directrice  
[ilse.claeys@fac-belgium.eu](mailto:ilse.claeys@fac-belgium.eu)  
+32 (0)9 220 52 00

*La FAC s'efforce d'obtenir toujours la meilleure qualité et est donc ouverte à toutes les suggestions, améliorations et mises à jour.*

*Vous pouvez les envoyer à [info@fac-belgium.eu](mailto:info@fac-belgium.eu).*

---

## **PARTIE 1 : INTRODUCTION**

1. Généralités
  2. Environnement et durabilité
  3. BIM
- 

## **PARTIE 2 : CONCEPTION, PRODUCTION ET MISE EN OEUVRE**

4. Exigences fonctionnelles
  5. Sécurité
  6. Alliages et coupure thermique
  7. Constructions
  8. Traitement de surface de l'aluminium
  9. Verre et autres remplissages
  10. Quincaillerie
  11. Manutention sur chantier
  12. Mise en oeuvre de la menuiserie sur chantier
  13. Joints de resserrage entre la menuiserie et le gros oeuvre
- 

## **PARTIE 3 : SUIVI**

14. Réception
  15. Nettoyage et entretien
  16. Marquage CE
- 

## **CONDITIONS ET REGLES DE GARANTIE**

---

# CONTENU

<b>Avant-propos</b> .....	3
<b>Partie 1 - Introduction</b> .....	13
<b>1   GENERALITES</b> .....	15
1.1 Avantages de l'aluminium .....	15
1.2 Qualification professionnelle .....	15
1.3 Menuiserie en aluminium .....	15
1.4 Gammes de profilés .....	15
1.5 Conditions de base .....	16
1.6 Terminologie .....	17
1.7 Conventions des dessins .....	20
1.7.1 Parties ouvrantes .....	20
1.7.2 Types de façades .....	22
1.7.3 Terminologie et dimensions principales des profilés .....	24
1.8 Critères de conception et sécurité intégrale .....	25
1.9 Relation législative et normative .....	25
1.10 Intégrité .....	25
1.11 Garantie de qualité .....	25
1.11.1 La directive européenne des produits de construction .....	25
1.11.2 Marquage CE .....	25
1.11.3 Pyramide des lois, normes et réglementations .....	26
1.11.4 Déclarations de qualité volontaires .....	26
<b>2   ENVIRONNEMENT ET DURABILITE</b> .....	27
2.1 Introduction .....	27
2.2 Impact sur l'environnement .....	27
2.3 Le matériau de base: l'aluminium .....	27
2.4 Recycler .....	28
2.4.1 Recyclage de l'aluminium .....	28
2.4.2 Recyclage du verre .....	28
2.5 Cradle-to-Cradle .....	30
2.6 ACV et EPD .....	30
2.7 BREEAM, LEED, VALIDEO, HQE .....	30
<b>3   BIM</b> .....	31
3.1 Introduction .....	31
3.2 Lexique .....	31
<b>Partie 2 - Conception, Production et Mise en oeuvre</b> .....	35
<b>4   EXIGENCES FONCTIONNELLES</b> .....	37
4.1 Introduction .....	37
4.2 Exigences PEB .....	37
4.2.1 Régulation en Flandre .....	38
4.2.2 Régulation dans la région de Bruxelles-Capitale .....	38

4.2.3	Régulation en Wallonie .....	39
4.2.4	Noeuds constructifs .....	39
4.3	Performances thermiques .....	40
4.3.1	Calcul de valeur U .....	40
4.3.2	Apparition de condensation .....	43
4.3.3	Thermographie infrarouge.....	47
4.4	Choix du classement air, eau, vent en fonction des classes d'exposition .....	47
4.4.1	Environnement (catégorie) du bâtiment .....	47
4.4.2	Localisation du bâtiment en Belgique .....	48
4.4.3	Hauteur de référence du bâtiment .....	48
4.4.4	Classe d'exposition des fenêtres .....	49
4.4.5	Choix des classes d'air, eau, vent des fenêtres .....	50
4.4.6	Classe d'exposition pour les façades rideaux .....	51
4.4.7	Choix des classes d'air, eau, vent des façades constituées de parties fixes uniquement .....	52
4.5	Perméabilité à l'air .....	52
4.5.1	Portes et fenêtres .....	53
4.5.2	Façades rideaux .....	54
4.5.3	Améliorer l'étanchéité à l'air .....	55
4.5.4	Mesurer l'étanchéité à l'air .....	56
4.6	Étanchéité à l'eau .....	56
4.6.1	Portes et fenêtres .....	56
4.6.2	Façades rideaux .....	56
4.6.3	Améliorer l'étanchéité à l'eau .....	57
4.7	Acoustique et insonorisation .....	57
4.7.1	Normes .....	57
4.7.2	Grandeurs acoustiques .....	58
4.7.3	Exigences relatives aux éléments de façade des bâtiments résidentiels .....	60
4.7.4	Déterminer l'isolation acoustique .....	60
4.7.5	Points importants .....	63
4.8	Entrées et portes de locaux techniques .....	65
4.9	Façades inclinées et toitures en verre .....	65
4.10	Ventilation .....	66
4.10.1	Introduction .....	66
4.10.2	Exigences .....	67
4.11	Protection solaire .....	68
4.11.1	Introduction .....	68
4.11.2	Types de protection solaire .....	69
4.11.3	Normes .....	69
4.11.4	Points importants pour le constructeur .....	70
<b>5</b>	<b>SECURITE</b> .....	<b>71</b>
5.1	Sécurité incendie .....	71
5.1.1	Introduction .....	71
5.1.2	Exigences pour les bâtiments .....	71
5.1.3	Bâtiment spécifiques .....	72
5.1.4	Courbe de feu .....	72
5.1.5	Prévention incendie .....	72
5.1.6	Réaction au feu des matériaux .....	74
5.1.7	Réaction au feu des systèmes de façade .....	74
5.1.8	Résistance au feu et compartimentage .....	75
5.1.9	Choix du verre .....	76
5.1.10	Propagation de l'incendie par les façades .....	76
5.1.11	Propagation de l'incendie entre 2 étages .....	77

5.1.12	<i>Doubles façades</i>	82
5.1.13	<i>Exigences futures</i>	83
5.1.14	<i>Essais de la composition de façade</i>	85
5.1.15	<i>Portes coupe-feu</i>	85
5.1.16	<i>Evacuation de fumées et de chaleur (EFC)</i>	85
5.1.17	<i>Lois et réglementations</i>	86
5.2	Résistance à l'effraction	87
5.2.1	<i>Verre</i>	87
5.2.2	<i>Portes et fenêtres</i>	88
5.2.3	<i>Accessibilité</i>	89
5.2.4	<i>Augmenter la résistance à l'effraction</i>	92
5.2.5	<i>La pratique</i>	92
5.2.6	<i>Législation et réglementation</i>	93
5.2.7	<i>Résumé</i>	93
5.3	Protection pare-balles	93
5.3.1	<i>Introduction</i>	93
5.3.2	<i>Classification des vitrages</i>	94
5.3.3	<i>Classification de la menuiserie</i>	95
5.3.4	<i>Tableau récapitulatif</i>	95
5.3.5	<i>Législation et réglementation</i>	95
5.4	Résistance à l'explosion	97
5.4.1	<i>Classification de la résistance à l'explosion</i>	97
5.4.2	<i>Essais</i>	97
5.4.3	<i>Législation et réglementation</i>	97
5.5	La sécurité des personnes	98
5.5.1	<i>Types de rupture</i>	98
5.5.2	<i>Choix du vitrage</i>	98
5.5.3	<i>Choix du verre: schéma récapitulatif</i>	101
5.5.4	<i>Résistance aux chocs de la menuiserie</i>	101
<b>6</b>	<b>ALLIAGES ET COUPURE THERMIQUE</b>	<b>105</b>
6.1	Introduction	105
6.2	Alliages d'aluminium	105
6.2.1	<i>Composition chimique</i>	105
6.2.2	<i>Traitement de surface et qualité de l'anodisation</i>	106
6.2.3	<i>Précipitation ou durcissement</i>	106
6.2.4	<i>Caractéristiques mécaniques et physiques des alliages d'aluminium</i>	107
6.3	Matériau en tôles	107
6.4	Coupure thermique	107
<b>7</b>	<b>CONSTRUCTIONS</b>	<b>109</b>
7.1	Généralités, normes et prescriptions	109
7.2	Calcul de la stabilité des constructions	110
7.2.1	<i>Charges, principe</i>	110
7.2.2	<i>Ensembles de fenêtres</i>	111
7.2.3	<i>Façades rideaux</i>	112
7.2.4	<i>Fenêtres intérieures</i>	113
7.2.5	<i>Ancrages</i>	113
7.3	Combinaison de l'aluminium avec d'autres métaux	116
7.4	Dimensionnement	117
7.4.1	<i>Façonnage des profilés</i>	117
7.4.2	<i>Tolérances dimensionnelles des profilés en aluminium extrudé</i>	117
7.4.3	<i>Écarts dimensionnels du gros oeuvre</i>	117

7.4.4	Dimensionnement .....	117
7.4.5	Perpendicularité .....	117
7.4.6	Gauchissement et rigidité torsionnelle .....	117
7.4.7	Assemblages de profilés .....	118
7.4.8	Parcloles .....	118
7.5	Constructions en tôles et panneaux composites .....	118
7.6	Drainage et ventilation .....	119
7.7	Joints .....	120
7.8	Collage .....	120
7.9	Traversées de façade .....	120
7.10	Contrôle final .....	120
<b>8</b>	<b>TRAITEMENT DE SURFACE DE L'ALUMINIUM</b> .....	<b>121</b>
8.1	Introduction .....	121
8.1.1	Profilés .....	121
8.1.2	Tôlerie .....	122
8.2	Impact climatique et environnements agressifs .....	122
8.3	Evaluation .....	123
8.4	Laquage .....	123
8.4.1	Généralités .....	123
8.4.2	Choix du système de laquage .....	124
8.4.3	Traitement préparatoire .....	124
8.4.4	Laquage à base de poudre .....	124
8.4.5	Spécifications Qualicoat .....	124
8.4.6	Points importants pour le laquage .....	125
8.4.7	Evaluation du laquage .....	125
8.5	Anodisation .....	126
8.5.1	Généralités .....	126
8.5.2	Matériau .....	126
8.5.3	Prétraitement .....	126
8.5.4	Couche d'anodisation .....	126
8.5.5	Couleurs .....	126
8.5.6	Evaluation de l'anodisation .....	127
8.6	Laquage en continu .....	127
8.7	Contrôle de la qualité .....	127
8.8	Garantie .....	128
8.8.1	Obligations .....	128
8.8.2	Principales exclusions .....	128
<b>9</b>	<b>VERRE ET AUTRES REMPLISSAGES</b> .....	<b>129</b>
9.1	Introduction .....	129
9.2	Verre .....	129
9.2.1	Types de verre .....	131
9.2.2	Spécifications du verre .....	131
9.2.3	Vitrage isolant thermique .....	132
9.2.4	Espaceurs thermiquement améliorés .....	133
9.2.5	Transmission lumineuse et facteur solaire .....	134
9.2.6	Casse thermique .....	135
9.2.7	Différents façonnages des bords du verre .....	136
9.2.8	Choix du vitrage .....	137
9.2.9	Calcul de l'épaisseur du vitrage .....	137
9.2.10	Systèmes de vitrages .....	137
9.2.11	Façades en verre .....	138
9.2.12	Développements récents .....	139

9.3	Revêtement de façade métallique simple .....	140
9.3.1	Définition .....	140
9.3.2	Structures .....	140
9.3.3	Traitement de la surface.....	141
9.3.4	Production.....	141
9.3.5	Mise en oeuvre.....	141
9.3.6	Evaluation de la qualité esthétique .....	142
9.3.7	Nettoyage et entretien .....	142
9.4	Elements de remplissage .....	142
9.4.1	Définition .....	142
9.4.2	Constructions .....	142
9.4.3	Isolation thermique et contrôle de l'humidité .....	143
9.4.4	Effet bimétal .....	143
9.4.5	Traitement de la surface .....	143
9.4.6	Sécurité incendie .....	144
9.4.7	Production .....	144
9.4.8	Mise en oeuvre .....	144
9.4.9	Evaluation de la qualité esthétique .....	144
9.4.10	Nettoyage et entretien .....	144
<b>10</b>	<b>QUINCAILLERIE .....</b>	<b>145</b>
10.1	Généralités .....	145
10.2	Manoeuvre des portes et fenêtres .....	145
10.2.1	Efforts de manoeuvre .....	146
10.2.2	Ouverture et fermeture répétées .....	147
10.2.3	Usage impropre .....	147
10.3	Matériaux et résistance à la corrosion .....	148
10.4	Eléments spécifiques .....	148
10.4.1	Charnières .....	148
10.4.2	Roulettes/roulettes tandem des éléments coulissants .....	148
10.5	Issues de secours et portes d'évacuation .....	149
10.5.1	Distinction .....	149
10.5.2	Marquage-CE.....	149
10.6	Législation et réglementations pour la quincaillerie .....	150
<b>11</b>	<b>MANUTENTION SUR CHANTIER .....</b>	<b>153</b>
11.1	Introduction .....	153
11.2	Transport interne et au chantier .....	153
11.3	Contrôle .....	153
11.4	Transport sur le chantier .....	153
11.5	Stockage .....	153
11.6	Mesures de prévention des dégâts .....	154
11.7	Réparation des dégradations sur le chantier .....	154
<b>12</b>	<b>MISE EN OEUVRE DE LA MENUISERIE SUR CHANTIER .....</b>	<b>155</b>
12.1	Livraison et mise en oeuvre .....	155
12.2	Pose de vitrages .....	156
12.2.1	Feuillure .....	156
12.2.2	Cales de support et de distance .....	156
12.2.3	Pose du vitrage .....	158
12.3	Contrôle .....	158

<b>13   JOINTS DE RESSERRAGE ENTRE LA MENUISERIE ET LE GROS OEUVRE</b>	159
13.1 Introduction	159
13.2 Conception	159
13.3 Dimensions des joints et choix du mastic	160
13.4 Execution	161
13.5 Profils ou bandes d'étanchéité	161
13.6 Membranes (d'étanchéité à l'air et à l'eau)	161
13.7 Diffusion de vapeur, étanchéité à l'eau et à l'air	162
13.7.1 Problèmes dus à l'infiltration d'eau au niveau des resserrages	163
13.7.2 Exécution correcte dans la pratique - une approche 3D	165
13.8 Marquage CE	166
<b>Partie 3 - Suivi</b>	167
<b>14   RECEPTION</b>	169
14.1 Introduction	169
14.2 Moment et état de réception	169
14.3 Check-list de réception	169
14.3.1 Evaluation de l'aluminium	170
14.3.2 Evaluation des vitrages	170
14.4 Documents	170
<b>15   NETTOYAGE ET ENTRETIEN</b>	171
15.1 Introduction	171
15.2 Formes d'altération et de détérioration	171
15.3 Nettoyage	171
15.3.1 Fréquence et facteurs de salissement	172
15.3.2 Méthode et matériaux	172
15.3.3 Produits de nettoyage à utiliser	173
15.3.4 Nettoyage de l'intérieur	173
15.4 Entretien	172
15.4.1 Parties mobiles	174
15.4.2 Matériaux	174
15.5 Dégradations	176
15.5.1 Distinction entre dégradation et altération esthétique	176
15.5.2 Réparation des dégâts pendant la construction et avant la réception	177
<b>16   MARQUAGE CE</b>	179
16.1 Introduction	179
16.2 Marquage CE	179
16.3 Essais ITT	180
16.3.1 ITT Indépendant	181
16.3.2 ITT regroupé	181
16.3.3 ITT du fournisseur de systèmes	181
16.4 Façades rideaux	181
16.5 Documents: Marquage CE et 'Déclaration des Performances' (DoP)	183
16.5.1 Document de marquage CE	183
16.5.2 Déclaration DoP	183
16.5.3 Document combiné	184

<b>Conditions et règles de garantie</b> .....	185
I. Conditions générales et spécifiques .....	186
II. Règlement de garantie .....	192
<b>Indication des sources</b> .....	195
1 Normes .....	195
2 Références .....	202

## Partie 1 | Introduction



# 1 GENERALITES

## 1.1 Avantages de l'aluminium

- Mince et léger, mais extrêmement robuste, il assure une surface vitrée maximale ;
- Nécessite un entretien ou une restauration minimale de la finition de surface ;
- Résiste à la corrosion ;
- Les châssis en aluminium peuvent être fabriqués de manière à résister au feu et aux effractions ;
- Recyclable à l'infini tout en conservant sa qualité ;
- Longue durée de vie ;
- Excellent rapport qualité/prix ;
- Vaste éventail de couleurs, également les teintes métalliques ;
- Choix d'une finition lisse ou texturée ;
- Couleur et forme inaltérables ;
- Grande liberté de formes ;
- Convient aux styles de construction modernes et aux rénovations classiques ;
- Les châssis en aluminium anodisés et thermolaqués ne sont pas électrostatiques ;
- La résistance de l'aluminium aux endommagements tels que les rayures est meilleure que celle du bois et du PVC.

## 1.2 Qualification professionnelle

Les éléments de façade FAC répondent autant aux exigences légales qu'à celles déterminées dans les Exigences de qualité et Conseils de la FAC qui entrent en vigueur trois mois avant le jour de la signature du contrat, sauf si les parties en conviennent autrement.

La FAC offre une formation professionnelle aux (collaborateurs des) constructeurs de façades afin d'élever et de maintenir le niveau des connaissances et le savoir-faire.

Chefs de projet, dessinateurs, planificateurs de travaux, calculateurs, responsables de la production, ingénieurs et monteurs sont formés pour accomplir leur tâche de manière responsable. La FAC supervise le maintien du savoir-faire de ses membres et la conformité aux Exigences de qualité et Conseils de la FAC.

## 1.3 Menuiserie en aluminium

Par "éléments de menuiserie", sont repris : fenêtres, portes, éléments composés, éléments préfabriqués, façades rideaux, coupoles et autres constructions fabriquées principalement à partir de profilés en aluminium, et dont les parties ouvertes sont remplies de verre, de panneaux et d'autres matériaux de remplissage.

## 1.4 Gammes de profilés

Les profilés utilisés dans les éléments de façade FAC se répartissent en deux catégories, avec et sans rupture thermique, également appelés profilés isolés ou non isolés. On entend par profilés à rupture de pont thermique/renfort thermique : un matériau linéaire de section constante, constitué de deux profilés en aluminium (non isolés), qui sont reliés mécaniquement (généralement sur toute leur longueur), mais séparés thermiquement par un isolant.

Les profilés à rupture de pont thermique sont utilisés pour augmenter la capacité d'isolation thermique des éléments de façade et éviter autant que possible la condensation. Le type et les dimensions de la rupture thermique déterminent également la valeur de l'isolation. Ainsi, les profilés en aluminium isolés répondent à des valeurs d'isolation élevées.

Pour les menuiseries à rupture de pont thermique, la déclaration volontaire de qualité ATG est établie par les fournisseurs du système. Cela concerne principalement les systèmes, les produits innovants et les produits constitués de plusieurs composants. L'ATG permet le transfert des essais du titulaire du système au fabricant. Ce système donne au maître d'ouvrage l'assurance que les systèmes et les méthodes de production ont été contrôlés et que les performances sont connues. En Belgique, l'ATG est attribué par l'UBAtc.

## 1.5 Conditions de base

Lorsque des exigences fonctionnelles sont imposées aux éléments de façade en aluminium FAC, elles sont valables pour tous les éléments quel que soit le type de profilés dont ils sont composés. Pour les éléments de façade dans lesquels d'autres matériaux que l'aluminium sont utilisés (acier, bois, béton, etc.), ces exigences fonctionnelles sont uniquement valables pour autant qu'elles soient logiquement applicables aux parties en aluminium.

Les éléments de façade en aluminium FAC doivent être produits dans un atelier spécialement équipé qui ne contient aucune substance nocive pour l'aluminium. Les éléments de façade doivent être transportés et/ou stockés sur des moyens de transport appropriés, tant pour le transport intérieur et extérieur que pour le stockage (intermédiaire). Les éléments de façade FAC doivent être protégés de manière adéquate contre les dégradations et les pollutions. Le contact direct des éléments de façade entre eux et/ou avec les murs et/ou avec le sol doit être évité.

Les raccordements exécutés par des tiers doivent également répondre aux Exigences de qualité et Conseils de la FAC.

Le constructeur doit disposer d'un système d'assurance de qualité prouvé reprenant l'assemblage, le travail d'assemblage et la supervision de l'assemblage. Les instructions de fabrication du fournisseur du système, si d'application, doivent être respectées.

Le constructeur conserve en outre l'entière responsabilité en cas de sous-traitance, conformément aux Exigences de qualité et Conseils de la FAC.

## 1.6 Terminologie

TERME	DESCRIPTION
<b>Acier inoxydable / inox</b>	L'acier inoxydable (aussi appelé inox) est principalement une combinaison de fer, chrome, nickel et carbone. De nombreux types contiennent aussi du molybdène, titane, manganèse, azote ou silicium. Il est résistant à la corrosion et très solide et présente un aspect très brillant lorsqu'il est poli.
<b>Allège</b>	Partie du mur située entre le niveau du plancher et le seuil d'une baie de porte ou fenêtre.
<b>Ancrage</b>	Élément en métal (acier ou aluminium) ouvragé qui assemble mécaniquement la façade à la structure.
<b>Anodiser</b>	Traitement de surface pour l'aluminium, qui assure la protection de l'élément par dépôt chimique ou électrolytique d'une couche d'oxydation d'une certaine épaisseur.
<b>Bandeau de fenêtre</b>	Éléments de façade connectés qui sont posés en bande horizontale entre les planchers et/ou les horizontal allèges devant les murs.
<b>Bavette (étanchéité)</b>	Feuille ou membrane simple ou composée, destinée à empêcher la pénétration de l'eau de pluie lorsque le mur extérieur n'est pas étanche. Elle est généralement posée juste derrière ce mur.
<b>Cadre bâti</b>	Élément de construction étanche à l'air et à l'eau dans une structure de raccord. Convient comme battée pour le montage du châssis (dormant ou élément de fenêtre) dans une baie du gros oeuvre.
<b>Cale de réglage</b>	Élément de construction en plaque dans une structure de raccord. Convient comme battée pour le montage du châssis (dormant ou élément de fenêtre) dans une baie du gros oeuvre.
<b>Châssis</b>	Cadre fixe ou ouvrant de la menuiserie.
<b>Composant</b>	Partie d'un élément de façade comme le verre ou un panneau de remplissage.
<b>Contrôle d'entrée</b>	Contrôle des matériaux livrés
<b>Construction structurelle</b>	Structure portante qui assure la transmission des forces vers la fondation.
<b>Dormant</b>	Profil faisant partie d'un cadre destiné à être fixé au gros oeuvre, éventuellement à l'aide d'un pré-cadre ou d'un profil de pose.
<b>Double façade</b>	Façade rideau constituée d'une enveloppe extérieure avec des éléments en verre et d'une enveloppe intérieure, construite comme une façade rideau et qui remplit, avec l'enveloppe extérieure, la fonction d'un mur. On fait une distinction entre les doubles façades actives et passives.
<b>Élément de façade</b>	Élément de construction autoportant fabriqué en usine à partir de profilés : fenêtre, bandeau de fenêtre et/ou élément de fenêtre, avec remplissages fixes et/ou parties mobiles avec accessoires, destiné à être utilisé comme (remplissage de façade dans un) élément de séparation extérieur.
<b>Élément de façade autoportant</b>	Élément de façade qui transmet les charges à la structure principale au moyen d'ancrages.
<b>Élément de fenêtre</b>	Remplissage de façade composé de châssis de fenêtre assemblés.
<b>Élément de séparation</b>	Constructions destinées à protéger les pièces d'un bâtiment l'une de l'autre ou de l'ambiance extérieure
<b>Emailler au four</b>	Durcissement industriel d'un revêtement sous l'influence d'une température élevée.
<b>Ensemble de fenêtre vertical</b>	Ensemble d'éléments de façade qui sont posés en bande verticale entre les murs mais devant les planchers. Ces éléments de façade peuvent être des fenêtres ou des panneaux. >

<b>Façade rideau</b>	Partie de l'enveloppe du bâtiment qui se compose normalement de profilés horizontaux et verticaux assemblés entre eux et ancrés à la structure portante du bâtiment, comprenant des éléments de remplissage fixes et/ou ouvrants, qui assure toutes les fonctions exigées (d'une partie) d'une paroi intérieure ou extérieure sans contribuer à la capacité portante ou à la stabilité de la structure du bâtiment. La façade rideau est conçue comme une ossature autoportante qui transmet les charges permanentes et les charges d'exploitation à la structure principale du bâtiment.
<b>Fenêtre</b>	Élément d'un bâtiment qui obture une baie dans le mur et assure l'éclairage et éventuellement la ventilation. Normalement, une fenêtre n'est pas adaptée au passage de personnes.
<b>Fenêtre à double ouvrant</b>	Cadre fixe avec 2 vantaux sans meneau.
<b>Fenêtre coulissante</b>	Ensemble menuisé comportant 1 ou plusieurs vantaux mobiles qui se déplacent dans le plan de la structure et qui n'est généralement pas adapté au passage de personnes en utilisation normale.
<b>Fenêtre fixe</b>	Fenêtre sans vantail.
<b>Fenêtre ouvrante</b>	Fenêtre composée d'un cadre dormant et d'un vantail.
<b>Feuillure</b>	Rainure continue pratiquée le long de l'arête d'un profilé de fenêtre pour accueillir un vitrage.
<b>Galvaniser</b>	Voir 'Métallisation'.
<b>Gammiste</b>	Jargon professionnel pour un fournisseur de systèmes ou usine de préfabrication.
<b>Immeuble élevé</b>	Bâtiment dont la hauteur de la rive de toiture est supérieure à 25 mètres.
<b>Interstice</b>	Fente intentionnelle ou non dans le raccordement aux structures.
<b>Jeu du contour</b>	L'espace entre la baie en gros oeuvre et l'élément de façade, destiné à compenser les tolérances dimensionnelles.
<b>Joint</b>	Raccord rempli d'un produit d'étanchéité afin d'obtenir une étanchéité efficace et durable pour l'application concernée.
<b>Joint de dilatation</b>	Joint qui permet le mouvement des éléments de façade indépendamment l'un de l'autre.
<b>Joint de fermeture</b>	Le raccord entre un ensemble de fenêtre ouvrant et fixe qui, en position fermée, ne permet qu'une perméabilité à l'air réduite. Pour les portes et fenêtres ouvrantes, l'étanchéité à l'air dépend de la quantité de mètres courants de joint de fermeture et est exprimée en [m <sup>3</sup> /h.m]. Les joints de fermeture sont généralement réalisés en EPDM extrudé.
<b>Joint ouvert</b>	Joint non fermé.
<b>Lame d'air</b>	Intervalle continu compris entre deux parois dont les surfaces sont sensiblement parallèles. La lame d'air est dite ventilée si elle communique dans le haut et le bas ou latéralement avec l'atmosphère extérieure par des ouvertures de section suffisante et judicieusement disposées.
<b>Laquage</b>	Une couche de revêtement (liquide ou en poudre) sur une surface prétraitée.
<b>Laquage à base de poudre</b>	L'application d'un revêtement, par émaillage au four, de laque en poudre appliquée sur l'ouvrage, souvent de manière électrostatique.
<b>Métallisation</b>	Aussi appelé schoopage ou galvanisation. Application d'une couche de zinc sur l'acier, par projection à la flamme d'un fil ou d'une poudre.
<b>Montant</b>	Profilé de menuiserie ou de façade vertical.

<b>Mur-rideau</b>	Voir 'Façade rideau'.
<b>Non-splitting (N.S.)</b>	Un critère de sécurité supplémentaire pour éviter les projections de verre du côté opposé à l'impact.
<b>Notified Body</b>	Un organisme notifié ou 'notified body' est un institut d'inspection ou d'essai désigné par une autorité publique qui évalue si les produits et services sont conformes aux directives en vigueur.
<b>Panneau de remplissage</b>	Partie translucide ou opaque ou d'habillage constituée d'un ou plusieurs composants posés dans un cadre.
<b>Panneau sandwich</b>	Élément de façade rideau ou de remplissage possédant une rigidité suffisante. Un panneau sandwich est généralement fabriqué en insérant (éventuellement par collage) un isolant entre deux panneaux de parement.
<b>Parclose</b>	Profil ou clips enserrant le vitrage. Profil de section appropriée serrant des panneaux de remplissage (vitre, panneau plein) dans la feuillure des profilés.
<b>Peinture liquide</b>	Application d'un revêtement liquide. Pour le durcissement, on peut appliquer l'émaillage au four, mais cela n'est pas indispensable.
<b>Porte</b>	Élément de menuiserie permettant le passage de personnes en usage normal, qui forme l'accès principal à une pièce ou une zone.
<b>Porte coulissante</b>	Menuiserie comportant 1 ou plusieurs vantaux mobiles qui se déplacent dans le plan de la construction et qui est adaptée au passage de personnes en utilisation normale.
<b>Porte-fenêtre</b>	Fenêtre de la hauteur d'une porte permettant l'accès et le passage. Ensemble menuisé par lequel le passage de personnes est possible, mais qui est inadapté au passage des personnes en utilisation normale. La manœuvre de cette menuiserie est destinée à un passage occasionnel vers une pièce ou une zone, en vue de l'entretien ou d'une ventilation intensive.
<b>Profil isolé</b>	Matériau en forme de barre de section constante, thermiquement séparé d'un autre matériau par un isolant (généralement synthétique) et dont la conductivité thermique est nettement inférieure à celle des profilés monolithiques en aluminium.
<b>Quincaillerie</b>	Ensemble de pièces en métal et/ou synthétiques utilisées comme éléments pour réaliser l'assemblage, la fixation, la suspension, le mouvement ou la manœuvre d'ouverture et de fermeture des fenêtres.
<b>Raccord à la structure</b>	Joint de resserrage entre les éléments en aluminium et le gros oeuvre, généralement achevé avec un mastic souple et/ou un joint d'étanchéité imprégné.
<b>Schoopage</b>	Voir 'Métallisation'.
<b>Tôle galvanisée Sendzimi</b>	Tôle d'acier feuillard qui, au cours d'un processus continu, est passée dans un bain de zinc qui se dépose en fine couche sur l'acier.
<b>Traverse</b>	Profilé horizontal ou profilé qui divise l'élément en hauteur.
<b>Véranda</b>	Une construction de séparation autoportante vitrée, composée de l'assemblage d'éléments de façade et de toiture. Dans ce document, la structure portante et la fondation ne sont pas comprises dans le terme véranda.
<b>Vitrage de toiture</b>	Structure de séparation extérieure vitrée autoportante dans un pan de toiture.
<b>Vitrage Extérieur Collé (VEC)</b>	Les vitres ne sont pas intégrées dans des feuillures mais collées à la structure portante, avec ou sans support pour reprendre le poids du verre, sans capuchons à l'extérieur. Qualifié aussi couramment de « vitrage structurel ».
<b>Vitre</b>	Feuille de verre fabriquée sur mesure pour être intégrée dans une structure de séparation.

## 1.7 Conventions des dessins

### 1.7.1 Parties ouvrantes

Dans la pratique, on utilise différentes désignations et indications. Dans un souci de clarté et d'uniformité dans la terminologie, les recommandations ci-dessous respectent dans l'ensemble la norme NBN EN 12519.

Pour les dessins qui représentent des projections, la méthode de projection suivante (ou américaine) est recommandée. Sauf convention explicite contraire, les dessins seront réalisés conformément à cette méthode.

Le dessin représente la vue extérieure, c'est-à-dire comme si le spectateur se trouve à l'extérieur du bâtiment et qu'il regarde l'élément de façade. Pour la section horizontale, l'extérieur se situe dans le bas et pour la section verticale, l'extérieur se situe à gauche. Les parties mobiles peuvent s'ouvrir vers l'extérieur ou vers l'intérieur ou dans le plan de la façade pour les éléments coulissants.

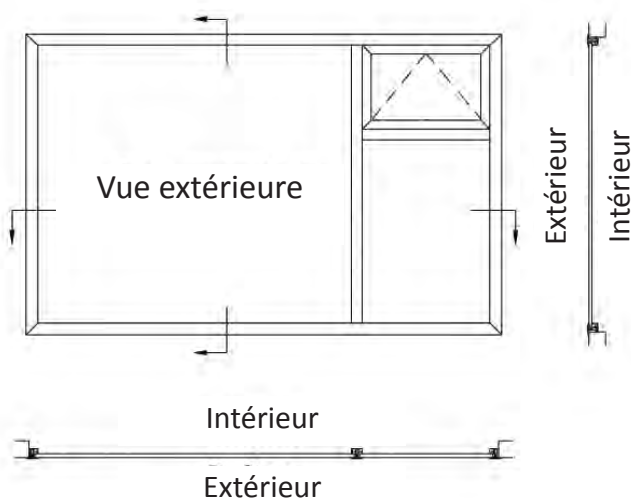


Figure 1.1 : Vues d'une fenêtre.

#### Sens de manoeuvre

Le sens d'ouverture est désigné conformément à la NBN EN 12519 et NBN B25-002-1.

La représentation graphique du sens de manoeuvre est la suivante :

- Le mouvement du vantail dans la direction de l'observateur est représenté par un trait continu ;
- Le mouvement du vantail dans la direction opposée à l'observateur est représenté par un trait pointillé.

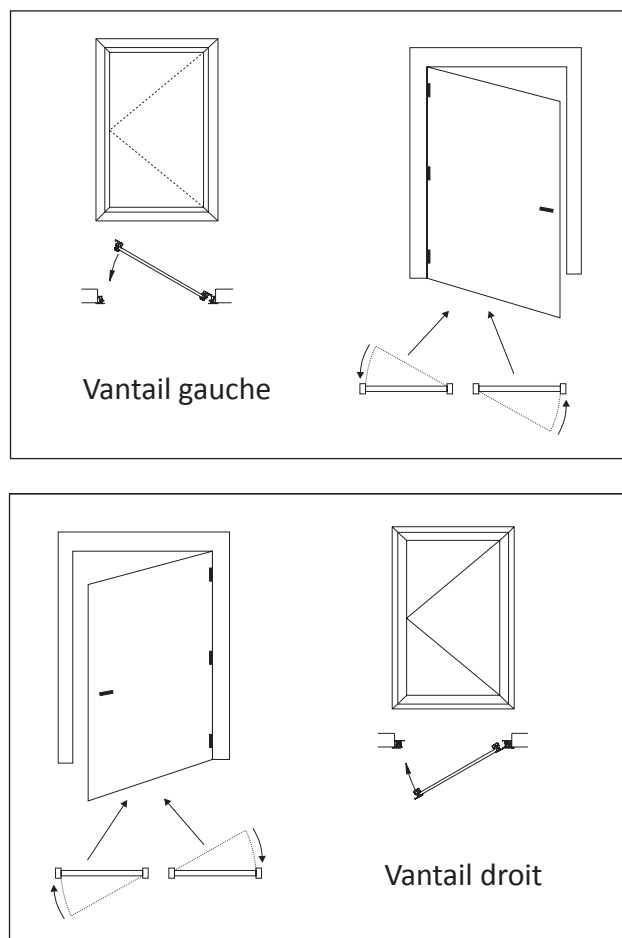


Figure 1.2 : Sens d'ouverture des parties ouvrantes.

Dans la vue en plan, la partie mobile d'un vantail droit se ferme dans le sens des aiguilles d'une montre (fermeture à droite).

Dans la vue en plan, la partie mobile d'un vantail gauche se ferme en sens inverse des aiguilles d'une montre (fermeture à gauche).

*Attention : le sens d'ouverture peut être désigné de différentes manières par les fabricants et les architectes !*

**Types de parties mobiles**

Pour les fenêtres ouvrantes, on distingue plusieurs modes d'ouverture.

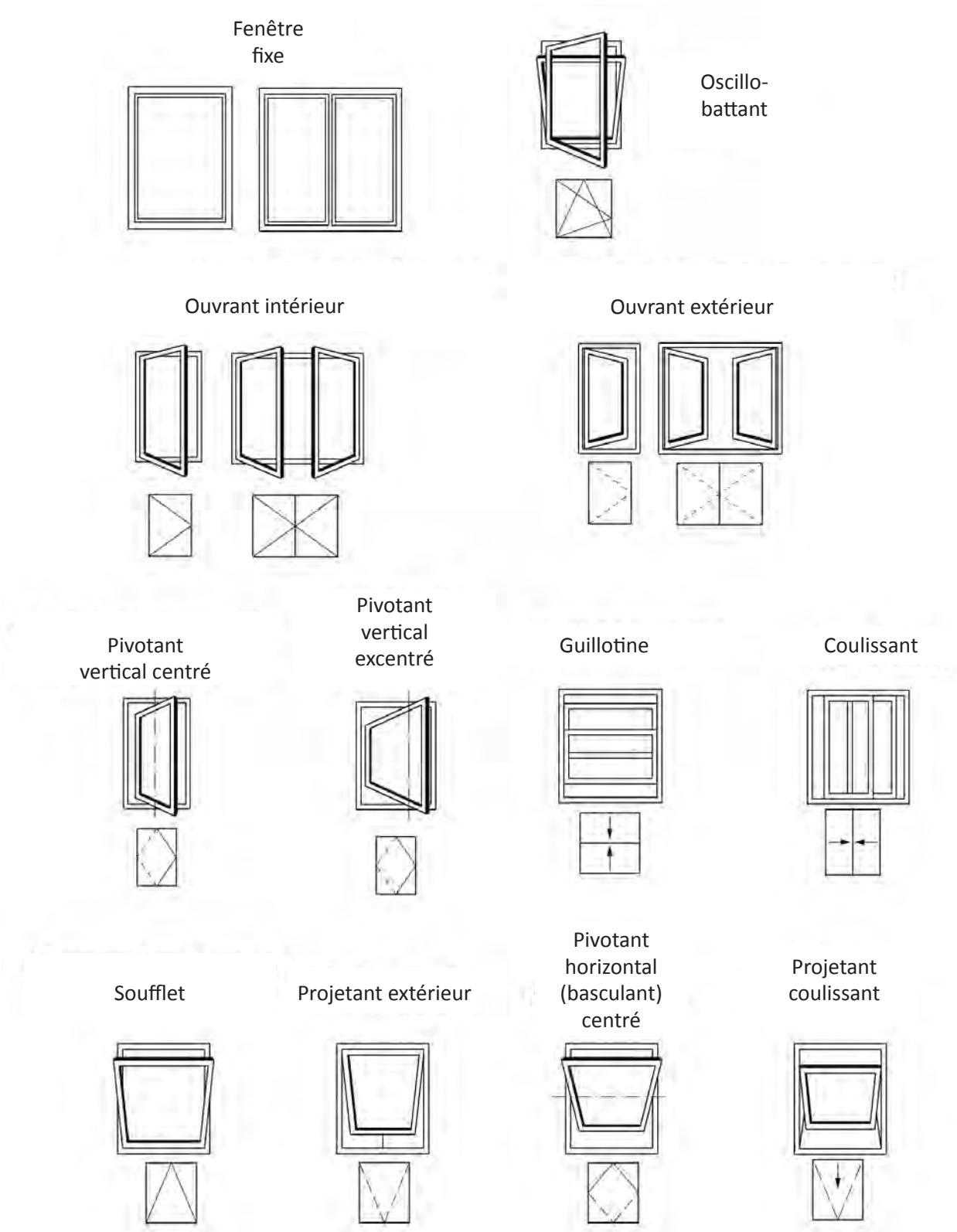


Figure 1.3 : Représentation schématique des types d'ouverture couramment utilisés en Belgique.

### 1.7.2 Types de façades

Les éléments de façade en aluminium sont autoportants et considérés comme des éléments de façade légers. Ils ne contribuent aucunement à la structure primaire du bâtiment ni à sa stabilité.

Dans les calculs de stabilité, les façades en aluminium sont considérées comme des structures secondaires car elles transfèrent uniquement les efforts horizontaux et verticaux auxquels elles sont soumises ainsi que leur propre poids à la structure primaire du bâtiment.

On fait une distinction entre les (ensembles de) fenêtres et les façades rideaux. On considère une fenêtre ou un ensemble de fenêtres quand la menuiserie est posée dans une ouverture dans un mur ou une cloison d'un bâtiment. Une façade rideau est une paroi autoportante et continue posée à l'extérieur du gros oeuvre. Elle est généralement constituée de verre, de panneaux et de profilés en acier ou aluminium.

En fonction de la position entre le sol et les murs, on distingue plusieurs types de façades :

- **Façade ou élément de fenêtre dans le gros oeuvre** : les façades sont insérées entre les planchers et entre des murs ou colonnes.
- **Bandeau de fenêtre horizontal** : les façades sont constituées d'éléments installés en bandes horizontales entre les planchers et/ou allèges, mais devant les murs.
- **Bandeau de fenêtre vertical** : les façades sont constituées d'éléments installés en bandes verticales entre les murs mais devant les planchers avec ou sans allège.
- **Façade rideau** : la façade se compose d'éléments appliqués entièrement devant les murs ou colonnes et devant les planchers.

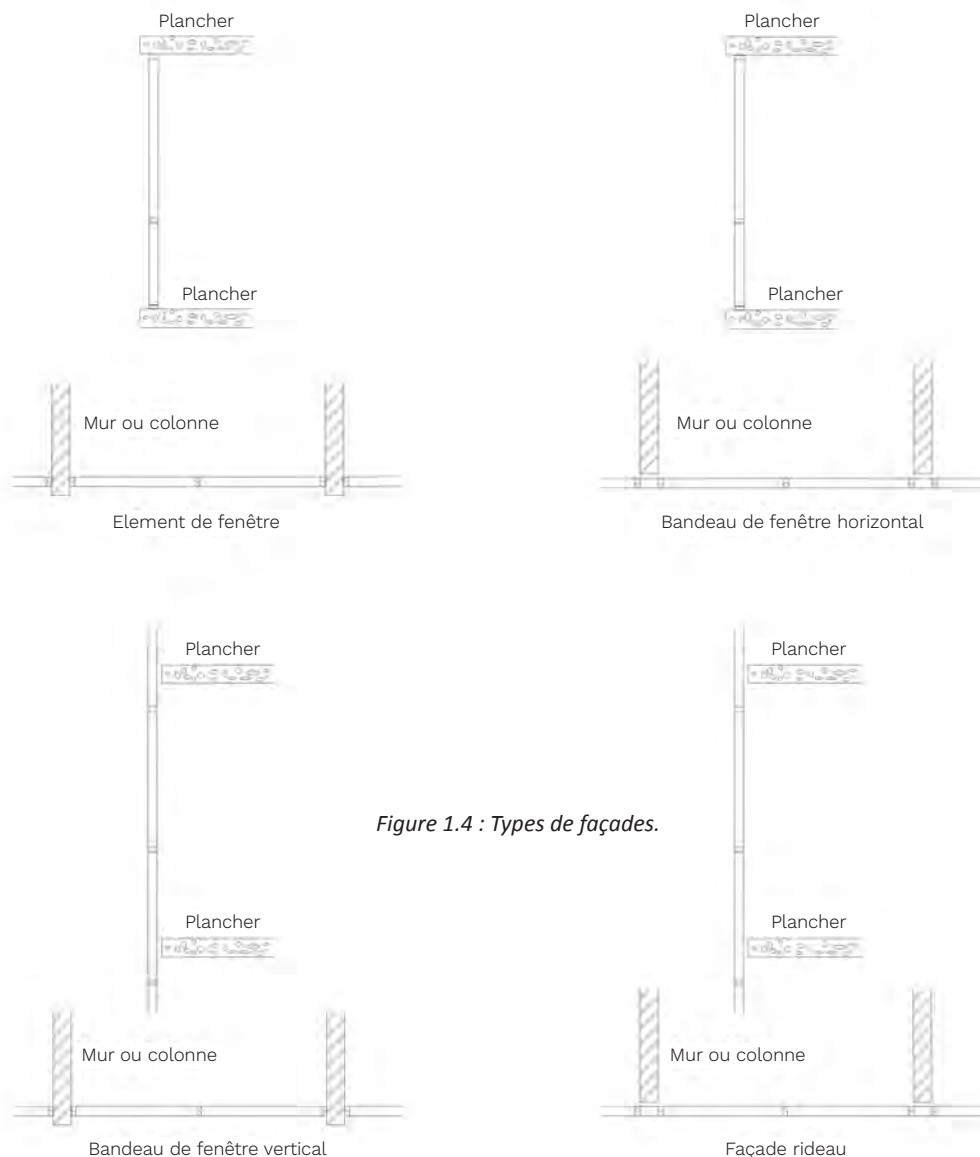


Figure 1.4 : Types de façades.

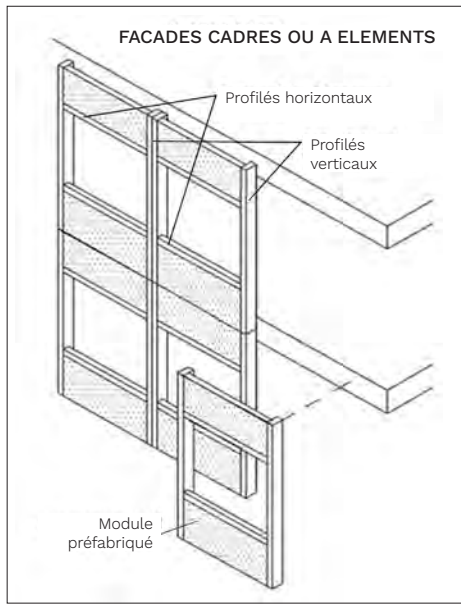
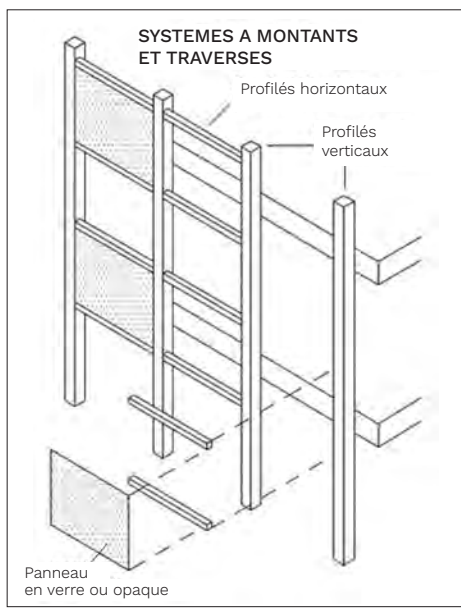


Figure 1.5: Types de façades rideaux.



Selon la norme produit NBN EN 13830, on distingue deux types de façades rideaux :

- **Façades cadres ou à éléments** : celles-ci sont à modules préfabriqués de la hauteur d'un étage et se composent de profils, vitrages et panneaux opaques.
- **Systèmes à montants et traverses (dit "stick" en anglais)** : les profils verticaux et horizontaux sont assemblés sur le chantier. Les panneaux de remplissage en verre ou opaques sont ensuite intégrés dans cette structure.

**Une double façade** est une structure de façade rideau constituée d'une enveloppe extérieure vitrée et d'une enveloppe intérieure construite comme une façade rideau qui assurent ensemble la fonction complète d'un mur. Les doubles façades ventilées sont principalement constituées de verre et se composent de deux parois séparées par un vide ventilé qui comprend aussi souvent la protection solaire. Cette construction offre des caractéristiques intéressantes au niveau de l'acoustique, de l'isolation thermique et sur le plan visuel. On les appelle aussi des façades double peau, façades bioclimatiques ou façades interactives.

Une façade est dite **active** lorsque la double façade est constituée d'un double vitrage à l'extérieur et d'un simple vitrage à l'intérieur. Ce type de façade est généralement ventilé mécaniquement.

Dans une **façade passive** par contre, le simple vitrage se situe à l'extérieur et une ventilation naturelle est assurée.

	Façade rideau avec protection solaire intérieure	Façade rideau avec protection solaire extérieure	Double façade façade passive	Double façade façade active
<i>Ce tableau est uniquement informatif et peut varier pour chaque projet en fonction de la charge calorifique, de la ventilation, du climat, de l'orientation, ...</i>				
Chauffage	±	±	+	++
Confort en hiver	-	-	+	++
Refroidissement	---	+++	++	++
Confort en été	--	+++	++	++
Confort acoustique	-	-	++	++
Confort visuel	+	± à +	+	+
Protection solaire	-	--	+	++
Frais d'entretien	-	---	+	++

Figure 1.6 : Exemple d'une matrice de décision pour les façades transparentes.

## 1.7.3 Terminologie et dimensions principales des profilés

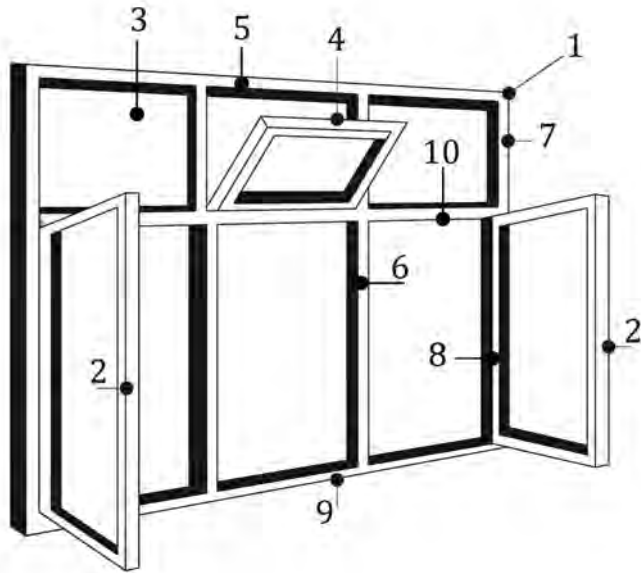
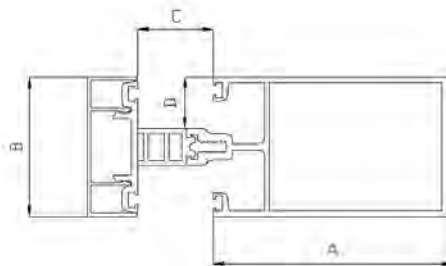


Figure 1.7 : Désignation des éléments de fenêtres selon la NBN EN 12519 et la NIT 221 – La pose des vitrages en feuillure.

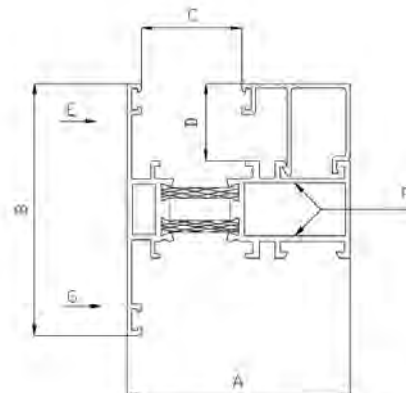
1. **Ensemble de fenêtre** : fenêtre constituée de parties fixes ou ouvrantes dans un cadre fixe, séparées par des montants et/ou traverses.
2. **Porte-fenêtre** : fenêtre de la hauteur d'une porte qui permet l'accès et le passage.
3. **Imposte** : élément supérieur vitré, généralement de hauteur, qui peut être fixe ou ouvrant.
4. **Vasistas** : petit vantail tombant situé au-dessus de la traverse supérieure d'une porte ou fenêtre.
5. **Cadre dormant** : encadrement fixe autour d'une fenêtre ou porte-fenêtre qui permet de faire la liaison avec la structure.
6. **Montant** : profilé de menuiserie vertical.
7. **Montant de rive de dormant** : profilé de résistance vertical de rive du dormant.
8. **Montant de rive du vantail** : profilé de résistance vertical de rive du vantail.
9. **Pièce d'appui** : traverse de forme spéciale, placée à la partie inférieure du dormant et qui se fixe au seuil de fenêtre.
10. **Traverse** : profilé horizontal ou profilé qui subdivise la menuiserie en hauteur.

A = Profondeur de profilé  
B = Largeur de profilé  
C = Largeur de feuillure  
D = Hauteur de feuillure

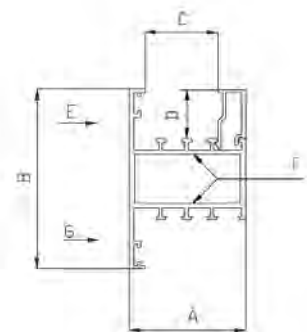


Profilé isolé de façade rideau

A = Profondeur de profilé  
B = Largeur de profilé  
C = Largeur de feuillure  
D = Hauteur de feuillure  
E = Aile de vitrage  
F = Corps du profilé  
G = Aile de battée



Profilé isolé de châssis



Profilé non isolé de châssis

Figure 1.8 : Dénomination des composants des profilés.

## 1.8 Critères de conception et sécurité intégrale

Il est important, en vue de limiter les dégradations et l'entretien, de prendre en compte les éléments suivants dès la phase de la conception :

- Les surfaces horizontales restent plus longtemps mouillées et se salissent plus rapidement.
- Les joints capillaires maintiennent l'humidité et la saleté.
- Les endroits difficilement accessibles sont généralement mal entretenus ou ne le sont pas.
- Les vitrages difficilement accessibles ou de grandes dimensions sont difficiles à remplacer.
- Les façades inclinées sont difficiles à nettoyer.
- Les parties mobiles de grandes dimensions sont difficiles à manœuvrer et sensibles au vent. Elles sont donc plus fragiles.
- Les profilés étroits et profonds entre deux arêtes sont difficiles à laquer par pistolage électrostatique. L'épaisseur de la couverture est donc réduite.
- Les profilés arrondis reçoivent au cours du laquage une couverture plus uniforme. Le degré de courbure minimum est 0,5 mm.
- Les rapports longueur/largeur des vitrages inférieurs ou égaux à 1/10 doivent être évités.

Les vitrages de grandes dimensions ou avec des spécifications spéciales peuvent avoir des conséquences au niveau :

- des délais de livraison ;
- de la fabrication ;
- de la facilité d'exécution ;
- du transport ;
- du montage ;
- des possibilités de remplacement ;
- des frais de repose ;
- du risque de rupture.

La réalisation d'un bâtiment ne peut s'effectuer sans une sécurité totale, comprenant tous les aspects de la sécurité jusqu'à la démolition du bâtiment. De nombreux aspects relatifs à la sécurité totale du bâtiment sont déterminés par la conception du bâtiment. Au cours de la phase de conception, le maître d'ouvrage doit réaliser un projet de façade qui tient compte des aspects de sécurité tels que :

- la sécurité des personnes ;
- les possibilités de production ;
- la sécurité logistique ;
- l'environnement du bâtiment ;
- l'assemblage ;
- le poids et les dimensions ;
- les tolérances et les tassements du bâtiment ;
- les caractéristiques des matériaux ;
- l'utilisation ;
- le nettoyage, l'entretien et l'inspection ;
- le démontage et le recyclage des éléments du bâtiment.

## 1.9 Relation législative et normative

Des informations sur les normes en Belgique sont disponibles sur le site web : [www.nbn.be](http://www.nbn.be).

Les Exigences de qualité et Conseils de la FAC sont régulièrement adaptés aux lois, exigences, normes et conseils en vigueur à ce moment. Une liste est reprise en fin d'ouvrage sous le titre 'Références'.

Il est conseillé aux parties qui concluent des accords en application des exigences reprises dans les Exigences de qualité et Conseils de la FAC de se baser sur les données actuelles.

### 1.10 Intégrité

Si les Exigences de qualité et Conseils de la FAC ne mentionnent rien sur des sujets pouvant mener à discussion entre les parties, l'objectif de la FAC et de ses membres est toujours de viser une bonne solution éthique.

La confiance est un principe dont la FAC et ses membres sont fiers. Concrètement, le contenu du principe d'intégrité est repris dans la déclaration suivante :

Les membres de la FAC auront un comportement consciencieux, intègre et socialement responsable.

### 1.11 Garantie de qualité

#### 1.11.1 La directive européenne des produits de construction

Les ouvrages de construction, dont les bâtiments, doivent répondre à 7 exigences fondamentales dans leur intégralité :

1. résistance mécanique et stabilité ;
2. sécurité en cas d'incendie ;
3. hygiène, santé et environnement ;
4. sécurité d'utilisation et accessibilité ;
5. protection contre le bruit ;
6. énergie et isolation thermique ;
7. utilisation durable des ressources naturelles.

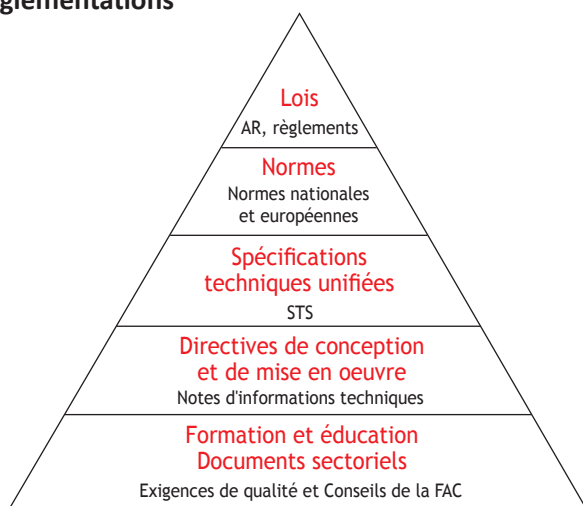
#### 1.11.2 Marquage CE

De plus en plus de réglementations européennes sont d'application sur la livraison de produits de construction. Fenêtres, portes, éléments de châssis et façades rideaux doivent porter le marquage CE. Celui-ci est un passeport pour les produits et est valable dans l'ensemble de l'Union Européenne (UE). Pour introduire ce marquage en Europe, les méthodes et procédures d'essai sont accordées dans toute l'Europe.

Cela signifie que le fabricant délivre une déclaration des performances (DoP) à l'acheteur du produit.

Le chapitre 16 décrit de manière détaillée comment un constructeur peut apposer le marquage CE sur des éléments de façade et quels documents correspondants doivent être présentés.

### 1.11.3 Pyramide des lois, normes et réglementations



1. **Lois, arrêtés royaux (AR)** : les lois nationales et européennes peuvent imposer des normes spécifiques. Par exemple l'AR pour les normes de base en matière de prévention contre l'incendie.
2. **Normes nationales et européennes (NBN)** par ex. NBN EN ISO 10077-1.
3. **Spécifications techniques, STS (Spécifications Techniques – Technische Specificaties)** : il s'agit de règlements types établis par le SPF Economie. Ces documents de référence ont un caractère normatif. Bien qu'elles ne soient pas obligatoires, les STS sont considérées comme les règles de l'art et de bonne pratique. Il est possible qu'une STS soit transformée en norme plus tard, par exemple la STS 52.0 a été publiée ultérieurement sous la référence NBN B25-002-1.
4. **Notes d'informations techniques (NIT)** : il s'agit de règlements établis par le CSTC, par exemple la NIT 221 – La pose des vitrages en feuillure.
5. **Documents sectoriels** : il s'agit de publications élaborées et approuvées par un groupe de travail au sein d'un secteur. Les Exigences de qualité et Conseils de la FAC entrent dans cette catégorie.

Le constructeur FAC dispose des documents de référence nécessaires comme les textes de lois, normes, spécifications techniques (STS), notes d'informations techniques (NIT), etc. Les collaborateurs en connaissent le contenu et l'appliquent lors de la préparation d'un projet.

### 1.11.4 Déclarations de qualité volontaires

#### 1. ATG

Un agrément technique (ATG) est demandé volontairement par un fabricant ou un opérateur pour un produit ou un service.

Les déclarations ATG sont courantes dans le secteur de la menuiserie en aluminium. Il s'agit d'une évaluation positive d'un produit de construction spécifique d'un fabricant pour une application particulière. Il doit permettre à l'utilisateur de vérifier la conformité des produits livrés sur le chantier avec l'agrément existant.

Les ATG sont délivrés pour des produits qui ne sont pas couverts par une norme produit. Il s'agit principalement de systèmes, produits innovants et produits fabriqués à partir de plusieurs composants. Les ATG donnent au maître d'ouvrage la garantie que les systèmes et méthodes de production sont contrôlés et que les performances sont connues.

#### 2. Benor

BENOR (BELgische NORm) est une marque déposée par l'Institut Belge de Normalisation (NBN). Dans le cas de produits pour lesquels il existe une norme produit, une marque Benor peut être attribuée qui indique que le produit est conforme à la norme belge (NBN) correspondante.

Le label BENOR est la preuve qu'un produit ou un service répond au cadre de référence de qualité technique approuvé par toutes les parties concernées par son lancement sur le marché. Une fois approuvé, ce cadre de référence est repris dans un document normatif dénommé 'Prescriptions Techniques – Technische Voorschriften (PTV)'.

#### 3. Certificat de processus BCCA

Le certificat de processus BCCA est attribué aux constructeurs qui répondent aux spécifications nécessaires et aux prescriptions de production des fournisseurs de systèmes. Leur conformité est examinée sur base des ITT (Initial Types Testing), de l'inspection du processus de conception, de la production et du FPC (Factory Production Control).

Le constructeur FAC veille à ce que les instructions du fournisseur de systèmes et les déclarations de qualité nécessaires, comme les ATG et les rapports ITT, soient disponibles.

# 2 ENVIRONNEMENT ET DURABILITE

## 2.1 Introduction

Cette section aborde les différents points de vue concernant les aspects environnementaux actuels qui influencent l'évaluation des éléments de façade. Les premiers paragraphes traitent de l'impact sur l'environnement des matériaux de base que sont l'aluminium et le verre. Ensuite, le thème du recyclage de l'aluminium et du verre est abordé pour terminer par les scores et labels environnementaux tels que l'ACV (Analyse du Cycle de Vie) et le MRPI (Informations environnementales sur le produit). Dans sa directive n°2 – La durabilité des fenêtres et façades rideaux en aluminium – la FAC approfondit ce sujet.

## 2.2 Impact sur l'environnement

Les constructeurs veillent à ce que les matériaux et processus appliqués pour la production et l'assemblage des éléments de façade en aluminium soient aussi respectueux que possible de l'environnement. L'aluminium est recyclable à 100% et peut être réutilisé à l'infini sans perte de qualité.

En vue d'une rénovation et/ou d'un remplacement ultérieur, il convient d'appliquer des critères de conception durable, comme :

- faciliter le démontage des éléments et/ou composants de façade en intégrant des détails et en utilisant les possibilités de l'aluminium ;
- limiter l'utilisation de mastics et produits d'étanchéité du gros oeuvre indispensables.

Les membres de la FAC s'engagent à traiter de manière durable les déchets, le "scrap" et les emballages. Ces matériaux sont triés pour permettre leur recyclage.

## 2.3 Le matériau de base : l'aluminium

Après l'oxygène et le silicium, l'aluminium est l'élément le plus présent dans l'écorce terrestre, soit environ 8%. A l'état naturel, l'aluminium est cependant lié à la bauxite par de l'oxygène. Les plus grandes quantités de minerai d'aluminium (utilisable) ou de bauxite se trouvent dans les régions tropicales (Indonésie, Guinée, Afrique de l'Ouest, Brésil, Suriname et Australie).

La production d'aluminium à partir de la bauxite nécessite beaucoup d'énergie. L'extraction se fait par électrolyse, qui nécessite environ 10 kWh/kg. Cependant, plus de 60% de cette énergie est produite à partir d'énergie "propre" provenant de centrales hydroélectriques. L'impact sur l'environnement est donc limité. Grâce à l'amélioration du processus de production, les besoins en énergie ont également été réduits de 30% au cours des dernières années. En raison de la faible température de fusion de l'aluminium, l'utilisation d'aluminium secondaire (recyclé) est beaucoup plus efficace que celle de l'aluminium primaire. La refonte à la fin d'un cycle de vie ne coûte que 5 % de l'énergie nécessaire pour produire de l'aluminium primaire à partir de la bauxite. Si le "scrap" est correctement trié, l'aluminium recyclé peut être utilisé pour fabriquer les mêmes produits à l'infini, sans aucune perte de qualité.

Outre l'approche de la récupération d'aluminium selon le secteur, exprimée en pourcentage de matériau recyclé, l'accent doit porter à l'avenir sur la récupération et la collecte par des systèmes efficaces. Dans la construction, ce pourcentage est dès à présent particulièrement élevé, soit plus de 95%.

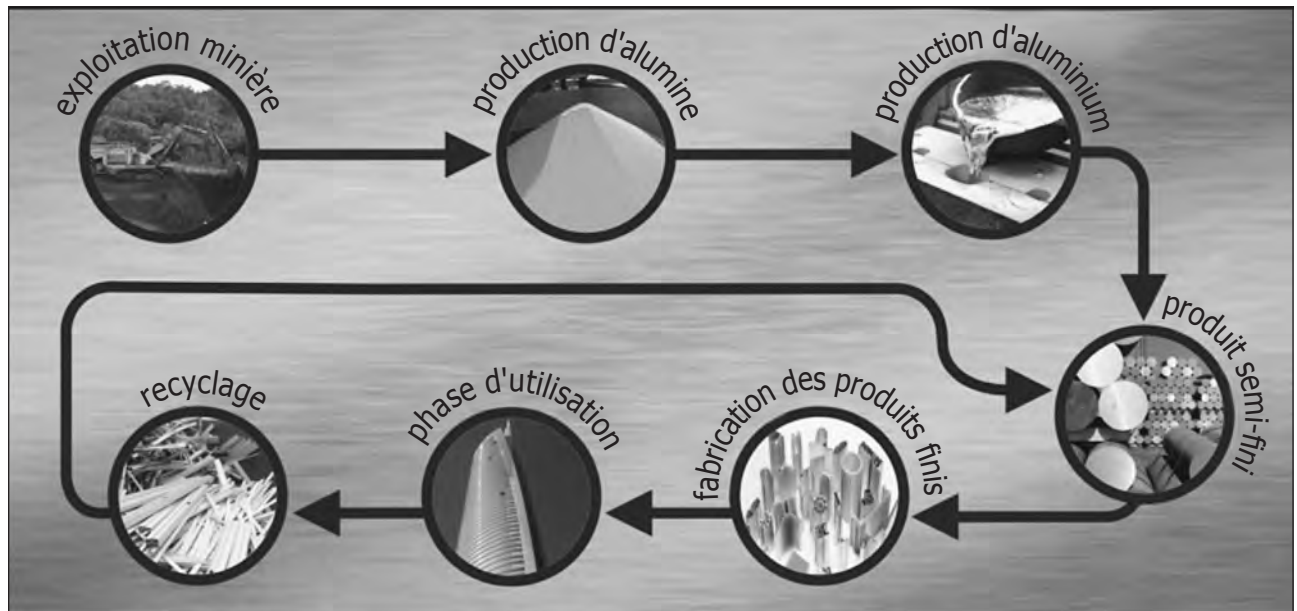


Figure 2.1 : Représentation schématique du circuit fermé de la chaîne du matériau aluminium "Cradle-to-Cradle".

## 2.4 Recycler

Le recyclage est le processus de transformation des matériaux (déchets) en nouveaux matériaux et produits. L'objectif est d'éviter le gaspillage de matériaux potentiellement utiles, de réduire la consommation de matières premières et d'énergie et d'éviter la pollution de l'air et de l'eau.

### 2.4.1 Recyclage de l'aluminium

Le recyclage de l'aluminium est judicieux tant du point de vue économique et technique qu'écologique. Une fois produit, l'aluminium ne nécessite que 5 % de l'énergie initiale pour être recyclé sans perte de qualité. L'aluminium secondaire apporte donc une contribution importante au développement durable. L'aluminium peut être recyclé indéfiniment sans perte de qualité.

Étant donné que les produits de construction en aluminium ont une très longue durée de vie, il a fallu beaucoup de temps avant d'avoir une quantité suffisante d'aluminium usagé pour que le recyclage vaille la peine d'être sérieusement envisagé. On considère actuellement que 75% de l'aluminium produit est encore utilisé. Selon une étude de la TU Delft réalisée dans plusieurs pays européens, le taux de recyclage des bâtiments en démolition ou rénovation se situe entre 92 et 98%. Tout aluminium extrait est réutilisé une vingtaine de fois.

La chaîne de recyclage commence chez les démolisseurs et les collecteurs d'aluminium de construction usagé et les déchets de production. L'aluminium est débarrassé des adjonctions comme le verre, le caoutchouc et autres. À ce stade, la tôle d'aluminium est séparée de l'aluminium extrudé en raison de la différence d'alliage.

L'aluminium est ensuite livré au "fondeur", une entreprise spécialisée qui est tenue de respecter les normes environnementales les plus strictes. Le fondeur fait fondre l'aluminium destiné à l'extrusion afin de le transformer en billettes d'extrusion ou en lingots. Dans le même temps, le fondeur fait fondre l'aluminium pour les tôles en blocs de laminage, qui servent à leur tour de matière première pour de nouveaux profilés et tôles d'extrusion. Ces billettes et lingots servent ensuite de matière première aux fournisseurs de systèmes de construction en aluminium.

Finalement, les fabricants de portes, fenêtres et façades referment le cycle du processus de recyclage en installant leurs produits dans l'industrie de la construction.

### 2.4.2 Recyclage du verre

Le verre est recyclable à 100% et peut être recyclé un nombre infini de fois sans modification de ses propriétés. Un recyclage de qualité assure une réutilisation optimale du calcin (ou groisil) dans le cycle de vie du verre.



Figure 2.2 : Les sources et les quantités actuelles de calcin dans la production du verre selon son application.

Réalisées avec une tonne de calcin :

- 850 kg de sable ;
- réduction de la température du four ;
- réduction de la consommation d'énergie ;
- réduction de l'émission de CO<sub>2</sub> entre 300 et 700 kg ;
- réduction de l'émission de polluants atmosphériques (SOx et NOx).

L'addition de 10% de calcin réduit l'énergie nécessaire pour la fusion des matières premières de 2 à 3%.

La disponibilité du calcin sur le marché, la qualité du tri et les critères de qualité requis selon le type de verre produit déterminent le pourcentage de calcin admis dans les fours. Aujourd'hui, ces pourcentages sont d'environ 30% pour le verre plat, 50% pour le verre creux, 60 à 70% pour le verre cellulaire et jusqu'à 90% pour la laine de verre. Toutefois, les limites technologiques d'incorporation du calcin dans la fabrication du verre sont loin d'être atteintes. Le secteur du verre soutient activement le développement de méthodes de collecte et de traitement afin d'obtenir un calcin de qualité.

Le calcin interne, issu directement de la chaîne de production et dont la composition est bien connue, peut être enfourné comme matière première sans le moindre traitement. Par exemple, les déchets de découpe de verre plat retournent immédiatement dans les float et les bouteilles qui présentent des défauts de fabrication sont directement enfournées dans les fours de production.

Après collecte et traitement approprié, le calcin extérieur peut approvisionner différentes unités de production de verre : verre creux, laine de verre, verre cellulaire, verre plat ...

Si le calcin ne peut pas être utilisé pour produire du verre, d'autres voies de valorisation existent. Par exemple, le verre finement broyé et tamisé permet d'obtenir une poudre ou des granulés de verre ; les applications sont nombreuses : additifs (peintures, matériaux composites, béton, carrelages, briques, tuiles, etc.), traitement de surface, filtration, etc. Le verre peut également être utilisé sous forme de granulés pour remblais servant notamment aux fondations des routes.

## 2.5 Cradle-to-Cradle

Le label "Cradle-to-Cradle" (C2C) est appliqué aux produits qui se veulent écologiquement neutres vis-à-vis de l'environnement. Il s'efforce de préserver tous les matériaux comme matières premières en circuit fermé, sans plus aucun déchet et en utilisant une énergie durable. Pour y parvenir, il est indispensable que des matériaux sûrs soient utilisés et que les produits puissent être déconstruits pour le recyclage de chaque composant. Le "Cradle-to-Cradle" s'applique aux matériaux, aux sous-ensembles et aux produits finis.

Les matériaux et les méthodes de production sont évalués en 5 catégories :

- l'utilisation de matériaux inoffensifs (pour la santé et l'environnement) ;
- le réutilisation des matériaux ;
- l'utilisation des énergies renouvelables ;
- la consommation de l'eau pendant la production ;
- la responsabilité sociale et la déontologie des entreprises.

La certification comprend quatre niveaux (Bronze, Silver, Gold et Platinum), qui reflètent l'amélioration continue de la trajectoire Cradle-to-Cradle.

## 2.6 ACV et EPD

L'ACV (analyse du cycle de vie) calcule les aspects environnementaux et l'impact environnemental potentiel (utilisation des sols, émissions de gaz à effet de serre, utilisation des matières premières, etc.) sur l'ensemble du cycle de vie d'un produit, de l'achat des matières premières à la production, à l'utilisation, au traitement en fin de vie, au recyclage et à la récupération.

Grâce à l'ACV, les principales caractéristiques environnementales d'un produit sont incluses sous la forme d'indicateurs qualitatifs ou quantitatifs afin d'obtenir le profil environnemental d'un matériau ou d'un produit sur toute sa durée de vie.

Une déclaration environnementale de produit ou EPD (Environmental Product Declaration) est une déclara-

tion de la durabilité d'un produit principalement utilisée pour la communication business-to-business. Ces fiches d'information permettent d'établir l'ensemble du cycle de vie d'un produit de manière contrôlée et comparable. Les déclarations contiennent des informations sur l'exploitation des matières premières, la consommation et l'efficacité énergétique, l'utilisation de produits chimiques, les gaz à effet de serre, la pollution du sol et de l'eau et la production de déchets. Ces déclarations sont vérifiées par un organisme externe indépendant.

## 2.7 BREEAM, LEED, VALIDEO, HQE

Au cours des dernières décennies, des méthodes de validation ont été développées pour comparer la performance environnementale des méthodes de construction et l'utilisation d'un bâtiment en fonction de la durabilité. Des études démontrent que cela mène à une valeur ajoutée pour les bâtiments, qui se traduit par un prix de vente et de location plus élevé.

Quelques modèles de durabilité connus dans la construction :

- **Valideo** (Belgique) : basé sur 16 rubriques subdivisées en 4 thèmes ;
- **BREEAM** (Grande-Bretagne) : 9 thèmes avec, pour chacun, un coefficient de pondération ;
- **LEED** (EU) : basé sur les déclarations des fabricants ;
- **HQE** (France) : critères selon 4 thèmes avec un audit occasionnel ;
- **DGNB** (Allemagne) : critères selon 5 thèmes.

Chacune de ces méthodes fonctionne selon certains critères qui permettent de gagner des crédits ou des points. Les aspects auxquels les fabricants de menuiseries en aluminium peuvent apporter une contribution significative sont le confort thermique, l'entrée de lumière, l'éclairage, la ventilation, l'utilisation des matériaux (primaires et de récupération), etc.

Le chef de projet choisit la quantité qu'il veut utiliser pour chaque projet : certains critères sont obligatoires, d'autres sont supplémentaires. Plus le nombre de crédits obtenus est élevé, plus le score est élevé et plus le bâtiment est écologique.

## 3

## BIM

### 3.1 Introduction

Le BIM, *Building Information Model/Modelling/Management*, décrit une manière de collaborer dans le secteur de la construction. Grâce à la technologie numérique adaptée aux besoins de la construction, les informations sont décrites, gérées et échangées de manière structurée tout au long du cycle de vie d'un projet (de la conception à la gestion).

Selon la norme ISO 29481-1 (2016), le BIM est : "L'utilisation d'une représentation numérique partagée d'un actif bâti (bâtiments, ponts, routes, etc.) pour faciliter les processus de conception, de construction et d'exploitation de manière à constituer une base fiable permettant les prises de décisions. Note : L'acronyme BIM signifie également la représentation numérique partagée des propriétés physiques et fonctionnelles d'un ouvrage de construction.

Le BIM va changer la façon traditionnelle de travailler pour nombre d'entreprises. Au sein d'une entreprise, la formulation et la description des fonctions peuvent évoluer et la manière de planifier et visualiser a également un impact sur l'exécution du projet. En outre, le BIM exige également une nouvelle façon de travailler avec tous les partenaires qui font partie de la chaîne.

Le paragraphe suivant présente une liste de termes fréquemment utilisés. Ces définitions sont basées sur la terminologie du portail BIM ([www.bimportal.be](http://www.bimportal.be)).

### 3.2 Lexique (par ordre alphabétique)

#### 2D

Une représentation 2D (ou bidimensionnelle) d'un élément consiste à représenter celui-ci en deux dimensions (généralement la longueur et la largeur). Les plans des étages, les façades et les coupes d'un projet sont généralement représentés en dessin 2D. Une illustration ou une photo est également une représentation 2D.

#### 3D

Une représentation 3D (ou tridimensionnelle) d'un élément consiste à représenter celui-ci en trois dimensions, la hauteur ou profondeur s'ajoutant aux longueur et largeur. Cet élément peut donc être observé dans l'espace, depuis n'importe quel angle de vue. Grâce à des objets en 3D, on peut déduire les surfaces extérieures et les volumes.

#### BIM-4D

Application BIM dans laquelle des données de planification sont associées à certains éléments du modèle BIM. Le planning est ainsi intégré au sein du modèle et peut être visualisé sous une perspective séquentielle, permettant aussi de réaliser diverses analyses dans le temps.

#### BIM-5D

Application BIM dans laquelle les éléments, les types ou les matériaux du modèle BIM sont reliés à une base de données de coûts. Cette liaison s'opère par l'intermédiaire de codes de coût, ce qui permet de procéder à une estimation intégrée des coûts.

#### BIM Collaboration Format (BCF) (format de collaboration BIM)

Standard ouvert de buildingSMART qui facilite la communication par l'intermédiaire du modèle au cours du projet. Il permet de transmettre des remarques ou des demandes de modification sans devoir échanger l'ensemble du modèle numérique. Un fichier BCF comprend entre autres une capture d'écran, la position de la caméra, des commentaires, l'assignation des commentaires aux personnes concernées ainsi qu'une liste des éléments associés.

#### CAD

CAD signifie Computer Aided Design (en français : CAO, pour Conception Assistée par Ordinateur). Dans ce cadre, l'ordinateur vient en soutien du processus de conception.

#### Closed BIM

Closed BIM est un procédé utilisé au sein du BIM. Lorsqu'elles collaborent selon une approche closed BIM, toutes les parties utilisent le même logiciel, l'échange de modèles BIM ne nécessitant dès lors pas de modifications de format de fichier.

**Détection des conflits**

Application BIM qui permet de détecter les conflits ou les erreurs dans l'espace en comparant les modèles BIM (partiels) ou certains éléments de ces modèles. Les conflits mettent en lumière les défauts tels que des éléments se chevauchant, prévus en double ou insuffisamment espacés. Les conflits étant détectés directement dans le modèle BIM, les erreurs peuvent être évitées sur chantier, où elles sont souvent plus difficiles à résoudre et où elles entraînent des coûts supplémentaires ainsi qu'une perte de temps.

**Extrait du modèle BIM**

Résultat d'extraction des informations graphiques et/ou alphanumériques d'un modèle BIM. Il s'agit, par exemple, de dessins au format PDF ou DWG, de modèles destinés à un visualiseur ou de tableaux. Lorsque le modèle BIM source est adapté, les extraits doivent, par définition, être générés à nouveau, de façon à garantir la correspondance avec celui-ci.

**Format de fichier natif**

Format de fichier interne du logiciel BIM utilisé. Dans le cas des modèles numériques, il s'agit du format de fichier original du modèle BIM source.

**Industry Foundation Classes (IFC)**

Standard ouvert de buildingSMART qui permet l'échange de modèles BIM entre différents logiciels. Ce standard ouvert a été publié en tant que norme ISO 16739. Les modèles BIM peuvent être sauvegardés selon le schéma de données IFC dans les formats correspondants tels que STEP ou XML.

**International Framework for Dictionaries (IFD)**

IFD est un des standards de base de buildingSMART. Il offre un cadre pour constituer des bibliothèques uniformisées d'éléments et de propriétés : l'information correspondante peut ainsi être décrite de manière univoque, indépendamment de la langue, du producteur, ... Des relations peuvent donc s'établir entre plusieurs banques de données et les banques de données existantes peuvent être reliées à un modèle BIM.

**Level of definition**

Ce terme collectif est utilisé pour level of detail, ou niveau de détail (graphique) et level of information, ou niveau d'information (non graphique). (\*)

**Level of detail**

Le level of detail, ou niveau de détail, décrit le degré d'exactitude et d'exhaustivité du contenu graphique d'un paramètre à un moment (d'échange) déterminé dans le projet. (\*)

**Level of development**

Le level of development, ou niveau de développement, décrit le degré de précision concernant les données dimensionnelles, spatiales, quantitatives et qualitatives minimales et d'autres données relevant d'un élément du modèle BIM. (\*)

**Level of information**

Le level of information, ou niveau d'information, décrit le degré d'exactitude et d'exhaustivité du contenu non graphique d'un conteneur à un moment (d'échange) précis dans le projet. (\*)

*(\*) Remarque : ce groupe de termes est également à l'étude en ce moment au niveau européen (CEN). Dès qu'un consensus existera à ce propos, nous en tiendrons compte.*

**LOD**

Indication de la quantité et du type d'informations ou de propriétés que doivent présenter certains éléments au cours d'un projet. En règle générale, plus le niveau est élevé, plus le nombre d'informations disponibles est important et plus celles-ci sont fiables, et donc exploitables. Remarque: LOD est un terme que l'on retrouve fréquemment dans le domaine du BIM mais qui, jusqu'à présent, n'a pas de définition univoque et est donc souvent utilisé dans des acceptions différentes (*Level of Definition, Level of Detail ou encore Level of Development*). Ce terme est également à l'étude au niveau européen (CEN). Dans l'attente d'une décision, le protocole BIM et le plan d'exécution BIM belges se réfèrent au '*Level of Development Specification*'. Dans ce document, on entend par LOD, le '*Level of Development*', à savoir le degré de développement de la géométrie d'un élément et des autres informations qui y sont associées ou, en d'autres termes, la mesure dans laquelle les partenaires de projet peuvent se fier aux informations issues du modèle BIM.

**Modèle BIM**

Maquette numérique ou version virtuelle d'un ouvrage. Le modèle est conçu sous la forme d'une structure spatiale (projet, site, bâtiment, étages). Il comprend des éléments auxquels sont associées des informations (propriétés des éléments et relations entre éléments) et se compose à la fois d'informations graphiques et non graphiques.

**Modèle BIM as-built**

Modèle BIM qui reflète l'état de l'ouvrage tel que construit. Le modèle BIM as-built offre dès lors une représentation complète et précise de la situation réelle. Les informations temporaires sont éliminées et tous les éléments comportent des informations vérifiées. Le niveau de détail souhaité pour le modèle BIM as-built varie d'un projet à l'autre. Les plans as-built peuvent être extraits à partir de ce modèle.

**Nuage de points**

Ensemble de points de mesure en 3D obtenus à la suite d'un relevé numérique à haute définition. Le relevé au moyen d'un scanner laser, par exemple, permet d'obtenir rapidement des millions de points de mesure précis (XYZ), éventuellement accompagnés d'informations supplémentaires (couleur, réflexion, géolocalisation, etc.). Ceux-ci peuvent être utilisés afin de réaliser une numérisation de l'état des lieux (terrain, bâtiment existant, détails, etc.), qui servira entre autres de référence ou de base pour une modélisation, des mesures, des analyses ou le pilotage de machines.

**openBIM™**

'openBIM™', une initiative de buildingSMART et de plusieurs grands fournisseurs de logiciels, est une approche universelle concernant la collaboration au sein du processus de construction (conception, exécution et gestion), basée sur des formats ouverts. openBIM™ soutient la capacité d'échange mutuel entre les différents logiciels BIM. Grâce à openBIM™ et à IFC, tous les partenaires de projet peuvent échanger des modèles BIM, quel que soit le logiciel utilisé.

**Plan d'exécution BIM**

Document contractuel complétant le protocole BIM et décrivant la manière dont les dispositions de ce dernier doivent être exécutées dans la pratique. Ce document régit la collaboration entre les partenaires de projet et est sujet à évolutions.

**Plan d'implémentation BIM**

Commencer à utiliser le BIM en entreprise ne se résume pas à l'acquisition éventuelle d'un nouveau logiciel. Il convient ainsi d'attribuer de nouvelles fonctions et responsabilités, d'examiner l'aspect contractuel et juridique, d'adapter l'organisation interne, de suivre d'éventuelles formations, d'établir des documents standard destinés à l'utilisation du BIM dans le cadre de projets... Soit un ensemble d'activités pouvant être incluses dans le plan d'implémentation BIM, un document établi au niveau de l'entreprise.

**Protocole BIM**

Document contractuel reprenant les conventions et les attentes en matière de BIM. Dans un projet, ce document établit, entre autres, quel acteur est responsable de quelles informations et à quel moment celles-ci doivent être livrées.



## Partie 2 | Conception, Production et Mise en oeuvre



## 4

## EXIGENCES FONCTIONNELLES

## 4.1 Introduction

Cette section aborde les différentes exigences fonctionnelles imposées à la menuiserie en aluminium. Pour le maître d'ouvrage, il est important que la menuiserie offre une protection suffisante contre les influences météorologiques et les nuisances sonores et que les parties ouvrantes soient faciles à manœuvrer.

Tous les ensembles de portes et fenêtres doivent répondre aux critères généraux de performance pour la perméabilité à l'air, l'étanchéité à l'eau, la résistance mécanique, la résistance à la pression du vent et à l'effraction, l'isolation acoustique, etc. conformément aux stipulations de la norme NBN B 25-002-1, complétée par les NIT 222 (Dimensionnement des menuiseries sous l'action du vent), NIT 221 (La pose des vitrages en feuillure) et NIT 188 (La pose des menuiseries extérieures).

Les niveaux de performance des éléments situés le plus haut ou des éléments les plus défavorables s'appliquent à tous les éléments de façade du bâtiment fabriqués dans le même matériau de base. Tous les éléments de façade portent la marque de conformité CE. Les caractéristiques des fenêtres et des matériaux utilisés (profilés, serrures, joints et vitrages) sont consignées dans un ITT (essai de type initial) mentionné dans le label CE. L'essai ITT est effectué par un organisme agréé. Voir également le chapitre 16 "Marquage CE".

## 4.2 Exigences PEB

La directive européenne pour la performance énergétique des bâtiments 2002/91/CE ou EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) est en vigueur depuis 2002. Cette directive a été révisée en 2010 (2002/91/CE) et comprend les obligations principales suivantes pour les états membres :

- Disposer d'une méthode de calcul des performances énergétiques.
- Etablir des exigences minimales pour les performances énergétiques des bâtiments.
- Introduire des certificats énergétiques établis par un expert.
- **Dès 2021, tous les nouveaux bâtiments devront être quasi neutres en énergie (QNE).**

Ceci dans le cadre du 'Green Deal' ou l'Europe impose que le continent sera complètement neutre en énergie en 2050.

La mise en place de la directive européenne en Belgique se fait au niveau régional et diffère donc d'une région à l'autre.

<b>Flandre</b>
<a href="http://www.vea.be">http://www.vea.be</a> <a href="http://www.energiesparen.be/EPB-pedia">www.energiesparen.be/EPB-pedia</a>
<b>Région Bruxelles-Capitale</b>
<a href="https://environnement.brussels/thematiques/batiment-et-energie/obligations/la-performance-energetique-des-batiments-peb">https://environnement.brussels/thematiques/batiment-et-energie/obligations/la-performance-energetique-des-batiments-peb</a>
<b>Wallonie</b>
Exigences PEB à partir du 1 <sup>er</sup> janvier 2021 - Site énergie du Service Public de Wallonie

Tableau 4.1 : Réglementation énergétique dans les différentes régions.

Les différentes performances énergétiques sont continuellement soumises à des modifications. Pour les informations les plus récentes à ce sujet, consultez les sites web mentionnés dans le tableau 4.1.

La méthodologie de calcul (valeur U, noeuds constructifs...) est harmonisée dans les trois régions et basée sur les NBN B62-002 et NBN B62-301 qui sont reliés avec les normes européennes EN ISO 13788 et EN 12381.

Le logiciel de calcul utilisé par les rapporteurs PEB, PEB Software 3G, est identique pour les 3 régions.

Pour plus d'infos sur les valeurs U maximales et leur calcul, voir le paragraphe 4.3 – Performances thermiques.

#### 4.2.1 Régulation en Flandre

Les exigences PEB seront progressivement durcies jusqu'en 2021 et, à partir de 2021, toute nouvelle maison devra au moins répondre aux exigences **QNE** (Quasi Neutre en Energie).

Pour les demandes introduites à partir de janvier 2018, le niveau K a été supprimé pour les unités résidentielles (**PER**) et non résidentielles (**PEN**).

Le «niveau S» ou «niveau d'enveloppe» exprime l'efficacité énergétique de l'enveloppe du bâtiment. Il résume toutes les qualités énergétiques de la coque (à la fois les gains et les pertes) en un seul chiffre. Il indique à quel point la coque peut résister aux froides journées d'hiver, mais aussi s'il y a suffisamment de protection solaire pendant les chaudes journées d'été et si la maison a une forme efficace.

Le **niveau E** désigne les performances énergétiques d'un bâtiment, en fonction de différents facteurs: l'isolation thermique, l'étanchéité à l'air, la compacité (c'est-à-dire le rapport entre le volume protégé et la surface de déperdition du bâtiment), l'orientation et l'ensoleillement. Les installations fixes (chauffage, production d'eau chaude, ventilation, refroidissement et éclairage) sont également des facteurs à prendre en compte.

##### *Optimisation*

La réalisation d'une bonne étanchéité à l'air pour un bâtiment peut contribuer à améliorer le niveau E de 10 à 15 points. La bonne étanchéité à l'air réduit les courants d'air et procure du confort acoustique. Voir le paragraphe 4.5 sur la Perméabilité à l'air.

Les deux indicateurs S et E ensemble sont à établir pour les bâtiments **PER**.

##### **Bâtiments PER**

Pour les unités résidentielles, la performance de l'enveloppe du bâtiment ou le niveau S est d'application comme indicateur global de la valeur d'isolation et de ventilation d'une nouvelle habitation et les Besoins Nets en Energie (BNE). Sont pris en compte pour le calcul du niveau S : les valeurs U moyennes et les nœuds constructifs, les gains solaires et l'étanchéité à l'air au niveau de l'unité.

Pour les demandes de permis de construire, le Gouvernement flamand a fixé la valeur du niveau S à S31 et E30 en 2021.

A partir de 2022, le niveau S28, E30 sera obligatoire.

L'aperçu complet sur internet via : [epbeisentabel2021.pdf](http://epbeisentabel2021.pdf) ([energiesparen.be](http://energiesparen.be))

##### **Bâtiments PEN**

En raison de leur affectation spécifique différente, les bureaux, écoles et bâtiments sont considérés comme des bâtiments non résidentiels ou PEN (Performance Énergétique Non Résidentielle). Les exigences PEB pour ces bâtiments sont complétées par une exigence de niveau E et une part minimum d'énergie renouvelable. Cette exigence de niveau E dépend des fonctions présentes dans le bâtiment.

Vous trouverez le détail complet sur internet via :

[E-peil: eis voor niet-residentiële gebouwen \(2021\)](#)

- [Energiesparen](#)

[E-peil: eis voor ingrijpende energetische renovaties \(2021\)](#)

- [Energiesparen](#)

Pour les bâtiments industriels, le niveau K reste d'application.

#### 4.2.2 Régulation dans la région de Bruxelles-Capitale

La région de Bruxelles-Capitale applique d'autres critères pour les constructions QNE. Depuis 2015, les nouvelles exigences PEB passives sont d'application. Les niveaux E et K n'interviennent pas tandis que les exigences pour  $R_{min}$ ,  $U_{max}$  et la surchauffe sont modifiées.

(Voir lien pour le détail complet au 4.2)

On distingue, pour les habitations, les 2 cas suivants :

##### **A) Les unités PEB Habitation individuelle ont :**

- 1° une consommation spécifique annuelle d'énergie primaire inférieure ou égale à 45 kWh par m<sup>2</sup> et par an ;
- 2° un besoin net de chauffage inférieur ou égal à 15 kWh par m<sup>2</sup> ;
- 3° une température de surchauffe qui ne peut dépasser les 25°C.

##### **B) Les unités PEB Habitation individuelle n'atteignent pas l'exigence visée :**

- 1° un besoin net de chauffage inférieur ou égal à X kWh par m<sup>2</sup> et par an, où le besoin net de chauffage est calculé sur base :
  - a) d'une valeur U moyenne pondérée de 0,12 W/m<sup>2</sup>K pour les parois opaques ;
  - b) d'une valeur U moyenne pondérée de 1 W/m<sup>2</sup>K pour les fenêtres, les portes, les murs-rideaux et autres parois translucides ;

- c) d'une étanchéité à l'air sous 50 Pa (v50) égale à  $1,5 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$  ;
- d) d'un facteur de réduction pour le préchauffage de l'air de ventilation ;
- e) d'un réglage de l'installation de chauffage.

**S'il s'agit d'une rénovation d'une partie de l'enveloppe, vous serez tenu de veiller au respect de 2 exigences PEB :**

- Isoler les parois de l'enveloppe concernées par les travaux en respectant des valeurs  $U_{\text{max}}$  /  $R_{\text{min}}$  performantes.
- Ventiler les locaux concernés par les travaux en respectant des débits pour assurer un climat intérieur sain et garantir une ventilation intensive en cas de surchauffe ou de forte pollution occasionnelle.

#### 4.2.3 Régulation en Wallonie

Pour le détail complet, voir lien [energie.wallonie.be](http://energie.wallonie.be)

On distingue :

- 'PER' pour les unités destinées au logement individuel => méthode de calcul PER.
- 'PEN' pour toutes les unités non résidentielles (sauf industries), ainsi que les unités destinées au logement collectif => méthode de calcul PEN .

#### 4.2.4 Nœuds constructifs

Un nœud constructif est le terme utilisé pour désigner l'ensemble des endroits de l'enveloppe du bâtiment où des pertes de chaleur supplémentaires risquent de se produire, par exemple un acrotère, une assise de fondation, un raccord de fenêtre, ... Les raccords extérieurs de la menuiserie au gros oeuvre sont également considérés comme des nœuds constructifs. La bonne exécution des nœuds constructifs empêchera les risques de ponts thermiques et de condensation ainsi que les problèmes de moisissures.

On dispose de 3 méthodes pour chiffrer l'influence des nœuds constructifs sur le niveau E :

- la méthode (A) détaillée ;
- la méthode (B) des nœuds PEB-conformes ;
- la méthode (C) de pénalité forfaitaire sur le niveau K.

Ces méthodes sont détaillées dans la directive 4 de la FAC – Nœuds constructifs et étanchéité à l'air.

<b>Nature des actes et travaux soumis à permis</b>	Bâtiment neuf ou assimilé	Procédures avec responsable PEB
	Rénovation importante	
	Rénovation simple	Procédures avec responsable PEB
	Changement de destination non chauffée à chauffée	

Tableau 4.2 : Résumé des procédures à suivre.

Nature des travaux soumis à permis		Valeurs U	Niveau K	Niveau Ew	Consommation spécifique	Ventilation	Surchauffe
Bâtiment neuf ou assimilé	PER	$\leq U_{\text{max}}$	$\leq K35 + \text{noeuds}$	45	85kWh/m <sup>2</sup> an	Voir lien (*)	< 6500 Kh
	PEN			90/45		Voir lien (*)	
	Industriel		$\leq K55 + \text{noeuds}$				
Rénovation importante		Uniquement éléments modifiés				Voir lien (*)	

Tableau 4.3 : Résumé des exigences en Wallonie.

(\*) Pour le détail complet et à jour, voir lien [energie.wallonie.be](http://energie.wallonie.be)

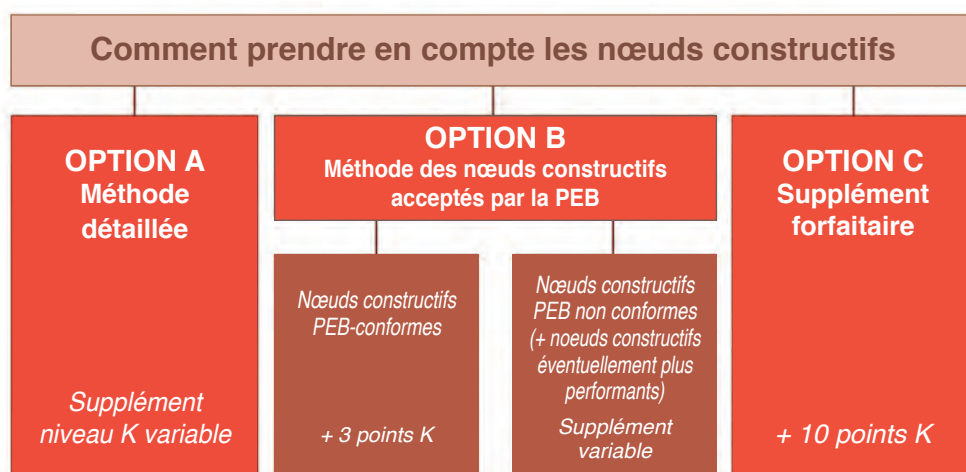


Figure 4.4 : Influence des nœuds constructifs sur le niveau E d'un bâtiment.

### 4.3 Performances thermiques

Une réduction importante des pertes de chaleur est obtenue par l'utilisation de profilés à rupture de ponts thermiques, de vitrages isolants, de panneaux isolants, etc. Néanmoins, en fonction de la température de la surface, de l'humidité de l'air et d'autres facteurs, de la condensation peut se produire sur ces éléments de construction. Pour en savoir plus, voir le point 4.3.2 - Apparition de condensation.

La réglementation sur la performance énergétique impose des valeurs U et R maximales aux structures de séparation (mur, plancher, toit, fenêtre, porte, ...).

Voir les paragraphes précédents pour le détail.

Attention : pour réaliser une construction quasi neutre en énergie, il convient de cibler les meilleures valeurs U possibles que celles qui sont légalement imposées pour atteindre le niveau E requis.

#### 4.3.1 Calcul de valeur U

Afin de déterminer la valeur énergétique des éléments de façade, le constructeur FAC applique généralement des logiciels spécifiques utilisés par les fournisseurs des systèmes. Ces logiciels permettent aussi de déterminer les gains solaires et les caractéristiques thermiques de la menuiserie en fonction de l'orientation des façades, conformément à la directive PEB. Ces logiciels sont basés sur les méthodes de calcul et valeurs reprises dans les normes suivantes :

- **NBN EN ISO 10077-1** décrit la méthode générale de détermination de la valeur  $U_w$  des fenêtres, portes et volets. Cela peut se faire sur la base des valeurs déclarées par le fournisseur du système. L'utilisation des valeurs des tableaux (par exemple par défaut) donne un résultat moins favorable. Cette norme s'applique uniquement aux fenêtres, portes et volets. Pour les façades rideaux, la norme EN ISO 12631 est d'application.

Élément de construction	Bruxelles U max. (W/m <sup>2</sup> K)	Flandre U max. (W/m <sup>2</sup> K)	Wallonie U max. (W/m <sup>2</sup> K)
<b>STRUCTURES DE SEPARATION QUI ENVELOPPENT LE VOLUME PROTEGE, à l'exception des structures qui séparent des volumes protégés contigus</b>			
STRUCTURES DE SEPARATION TRANSPARENTES, à l'exception des portes, portails, façades légères en briques de verre et structures de séparation autres qu'en verre.	1.8 et $U_{g,max} = 1.1$	1.5 et $U_{g,max} = 1.1$	
PORTES ET PORTAILS (y compris le cadre)	2.0		
FAÇADES RIDEAUX (selon EN ISO 12631)	2.0 et $U_{g,max} = 1.1$		

Tableau 4.5 : Tableau récapitulatif des valeurs U maximales admissibles à Bruxelles (\*) en région flamande et wallonne.  $U_g$  est la valeur U centrale du vitrage en position verticale. Chaque panneau de verre en soi doit répondre à  $U_{g,max}$  central. (\*) voir aussi les exigences spécifiques au paragraphe § 4.2.2



Nouveau bâtiment moderne, classé QZEN (Quasi Zero Energie). Pourvu d'une menuiserie en aluminium et de baies vitrées correctement orientées, il atteint un niveau E de -2 !



- **NBN EN ISO 10077-2** détaille la méthode numérique pour la détermination des valeurs  $U_f$ ,  $\psi$  ou  $U_{Tj}$  des profilés. Ces règles de calcul sont utilisées, entre autres, par les fournisseurs de systèmes pour déclarer les valeurs  $U_f$ . Mais les constructeurs utilisent également ces règles de calcul pour déterminer la valeur  $U$  des éléments de châssis et de façade. Si cette norme parle uniquement des portes, fenêtres et volets, les mêmes règles de calcul sont d'application pour les profilés des façades rideaux.
- **NBN EN ISO 12631** décrit les différentes méthodes pour calculer la valeur  $U_{CW}$  des façades rideaux. Pour les profilés et les effets périphériques, il convient d'appliquer les valeurs des tableaux de la norme NBN EN ISO 10077-1 ainsi que la méthode numérique de la norme NBN EN ISO 10077-2
- **La valeur du verre** est déclarée par le fournisseur. Il s'agit de la valeur  $U_g$  de la partie centrale du vitrage, sans tenir compte des effets périphériques. Le fournisseur détermine la valeur par calcul (**EN 673**) ou par mesure (**EN 674, EN 675**).
- **Le document de référence pour les pertes par transmission de la Wallonie** décrit les pertes par transmission dans le cadre de la réglementation sur la performance énergétique en calculant le coefficient de transmission thermique des murs des bâtiments (valeur  $U$ ) et le coefficient de transfert thermique par transmission dans les bâtiments (valeur  $H$ ). Le document le plus récent date du 28/12/2018 et peut être librement téléchargé.

Dans le secteur de l'aluminium, il est courant de déterminer la valeur  $U_w$  de manière très détaillée selon la méthode de calcul décrite dans la norme NBN EN ISO 10077-2. La directive de la FAC "Calcul de la valeur  $U$  des fenêtres et façades rideaux" approfondit les méthodes de calcul et le contexte des valeurs  $U$  dans le cadre des exigences de la PEB.

Pour le calcul de la valeur  $U$  d'un ensemble de fenêtre, la formule suivante est généralement appliquée (\*) :

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum A_p \cdot U_p + \sum l_{g,p} \cdot \psi_{l_{g,p}} + \sum l_{p,p} \cdot \psi_{l_{p,p}}}{\sum A_g + \sum A_f + \sum A_p} \quad (*)$$

$U_w$ : valeur  $U$  de la fenêtre (Window) ;

$A_g$ : surface du vitrage ;

$A_f$ : surface des profilés (Frame) ;

$A_p$ : surface du panneau ;

$U_g$ : valeur  $U$  du vitrage ;

$U_f$ : valeur  $U$  des profilés (Frame) ;

$U_p$ : valeur  $U$  du panneau ;

$l_{g,p}$ : contour du vitrage ;

$l_{p,p}$ : contour du panneau ;

$\psi_{l_{g,p}}$ : coefficient de transmission thermique linéique tenant compte des effets combinés du vitrage et du profilé ;

$\psi_{l_{p,p}}$ : coefficient de transmission thermique linéique tenant compte des effets combinés du panneau et du profilé.

(\*) En fonction de la composition de la fenêtre ou de la façade, d'autres termes peuvent être pris en compte, par ex. des grilles.

Le coefficient de transmission thermique d'un châssis ou d'une porte dépend du type de profilé, du type de vitrage ainsi que de l'espaceur du vitrage. Le coefficient de transmission thermique des profilés de portes et fenêtres en aluminium dépend principalement de la nature et des dimensions de l'isolateur (rupture de pont thermique).

Chaque constructeur peut indiquer la valeur  $U_f$  d'un profilé spécifique. Plus la valeur  $U_f$  d'un profilé est faible, mieux il isole. Il existe actuellement des profilés en aluminium d'une valeur  $U_f$  de 1,0 W/m<sup>2</sup>K ou moins. La valeur totale  $U_w$  de la menuiserie dépend aussi du type de vitrage et/ou panneaux de remplissage.

Les actuels doubles vitrages ( $U_g$  max  $\leq$  1,0 W/(m<sup>2</sup>K) et triples vitrages à haut rendement ( $U_g$  max  $\leq$  0,6 W/(m<sup>2</sup>K) répondent aux exigences élevées pour l'isolation thermique de l'enveloppe des habitations de type QNE.

La méthode simplifiée reprenant les valeurs des tableaux n'est que rarement, voire jamais, utilisée dans le secteur de l'aluminium. En effet, le calcul exact des sections correctes des profilés donne des résultats bien plus précis que ceux repris dans la norme. En outre, la méthode des valeurs forfaitaires de la NBN EN ISO 10077-1 ou NBN B62-002 donne souvent des résultats moins favorables.

Pour obtenir une indication de la valeur  $U$  d'un élément de façade ou lorsque ces données sont nécessaires pour un calcul et qu'un profilé d'aluminium spécifique n'a pas encore été choisi, le tableau ci-joint (valeur  $U$  d'un élément de façade) peut être utilisé. **On admet alors que la surface réelle des profilés en aluminium est de 20% de la surface totale d'une fenêtre, d'un élément de châssis, d'une façade rideau, d'une fenêtre de toit ou d'une serre. Pour le bois, ce pourcentage est de 30%.** Pour déterminer la valeur  $U$  spécifique d'un élément de fenêtre ou de façade intégré, il est toujours possible de faire le calcul.

Lorsqu'un espaceur à isolation thermique améliorée est utilisé, on peut appliquer les chiffres du tableau de la valeur  $U$  pour les éléments de façade avec un espaceur à isolation thermique améliorée. Pour la valeur  $\psi$  de l'espaceur thermiquement amélioré, on applique généralement 0,08 pour les fenêtres et 0,12 ou 0,13 (en fonction de la profondeur du profilé) pour les façades. Pour connaître la valeur  $\psi$  exacte des espaceurs, voir la norme NBN EN ISO 10077-1, tableaux E.1 et E.2.

On peut parfois appliquer des valeurs  $\psi$  plus favorables lorsqu'elles sont étayées par des mesures ou calculs agrégés.

Lorsque le vitrage est disposé sous un angle différent de la verticale, la valeur  $U_g$  augmentera dans la pratique, voir par. 4.9.

Type de vitrage	$U_g$ en $W/m^2K$	$U_f$ en $W/m^2K$ Surface de la fenêtre (20%)												
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Simple vitrage	5,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	6,0
Double ou triple vitrage avec espaceur standard	1,1	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,4
	1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,3
	0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3
	0,8	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2
	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,1
	0,6	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	2,0
	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,9

Tableau 4.6 : Valeur U d'un élément de façade selon la NBN EN ISO 10077-1.

Type de vitrage	$U_g$ en $W/m^2K$	$U_f$ en $W/m^2K$ Surface de la fenêtre (20%)												
		0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Simple vitrage	5,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	6,0
Double ou triple vitrage avec espaceur standard	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,4
	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3
	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2
	0,8	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,1
	0,7	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	2,1
	0,6	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0
	0,5	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,9

Tabel 4.7 : valeur U d'un élément de façade avec espaceur amélioré thermiquement selon la NBN EN ISO 10077-1.

A ce sujet, nous référons également aux normes NBN B62-002-1 'Performances thermiques de bâtiments' et NBN B62-301 'Niveau de l'isolation thermique globale (niveau K) d'un bâtiment'.

Voir également le paragraphe 9.2.3 sur les vitrages isolants thermiques et le paragraphe 9.2.4 sur les espaceurs à isolation thermique améliorée.

### 4.3.2 Apparition de condensation

De la condensation peut apparaître, en fonction de l'humidité relative dans une pièce et de la température de la surface des profilés en aluminium des éléments de façade. Pour éviter l'apparition de condensation, il est important que la température de la surface intérieure des profilés soit la plus élevée possible. En même temps, il est essentiel de ventiler suffisamment pour que l'humidité relative soit maintenue à un bas niveau.

La température de la surface dépend à son tour de la température extérieure et de la conduction thermique du profilé. La conductivité thermique peut être réduite en utilisant des profilés isolés.

Pour une température intérieure et extérieure donnée, la température de surface la plus élevée se présente sur la face intérieure du profilé lorsque la plus grande surface est tournée vers l'intérieur et la plus petite vers l'extérieur. Il convient de noter que dans cette configuration le flux de chaleur peut être plus important en raison de la grande différence de température entre la surface intérieure et extérieure.

En général, on peut dire qu'il y a un risque de condensation en surface lorsque la température de surface est inférieure à 9,3°C, ce qui correspond au point de rosée de l'air à 20°C pour une humidité relative (HR) de 50 %.

### Condensation sur le vitrage

#### Surface intérieure

L'air d'un local contient une certaine quantité de vapeur d'eau provenant de l'air extérieur et de l'ambiance intérieure de la maison (respiration, évaporation de l'eau, ...). Plus la température est basse et plus l'air intérieur est humide, plus la condensation apparaîtra rapidement sur le vitrage ou le châssis. Elle survient d'abord dans les angles et en périphérie du vitrage et du châssis puisque les pertes de chaleur sont plus importantes dans ces zones en présence des espaceurs du double vitrage.

Pour lutter contre la condensation à l'intérieur de l'habitation, il est conseillé de :

- réduire les sources de vapeur ;
- évacuer l'air humide par une ventilation efficace ;
- chauffer les pièces suffisamment ;
- utiliser des vitrages et châssis isolants (rupture de pont thermique pour les châssis en aluminium et en acier).

#### Surface extérieure

Dans certains cas particuliers, la condensation peut apparaître à l'extérieur du vitrage en raison d'un refroidissement excessif. Ce phénomène se produit la nuit et le matin sur des doubles ou triples vitrages à haut rendement et seulement pendant les nuits sans vent et sans nuages. Dans de telles conditions, un fort rayonnement vers le ciel associé à de faibles pertes de chaleur par le vitrage font descendre la température du vitrage sous le point de rosée de l'air extérieur, faisant apparaître de la condensation sur le vitrage.

Cette condensation apparaît d'abord au centre du vitrage, c'est-à-dire dans la zone la mieux isolée qui reçoit un minimum d'énergie de l'intérieur. Ce phénomène naturel est comparable au dépôt d'humidité sur les voitures après une nuit claire, malgré l'absence de pluie.

La condensation de surface tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du double vitrage est un phénomène qui ne peut pas toujours être éliminé totalement.

#### Dans le vitrage

Cette forme de condensation est due à une défaillance du vitrage, sans doute à un défaut de fabrication ou de pose (manque de jeu sur le pourtour, support inadéquat), à un défaut de conception du châssis (par ex. manque de drainage de la feuillure), à une mauvaise épaisseur du verre, à un manque d'entretien des joints et au vieillissement. Voir entre autres la NIT 221 – La pose des vitrages en feuillure.

La présence de condensation dans le vitrage peut uniquement être résolue par le remplacement du vitrage.

#### Simulations

Les propriétés thermiques de tous les éléments d'un bâtiment (profilés, vitrages, allèges, etc.) permettent de simuler le comportement hygrothermique de ces éléments. Cette simulation est réalisée à l'aide d'un logiciel (méthode des éléments finis bidimensionnels ou tridimensionnels, voir la NBN EN 13788 annexe D). Elle révélera que la température de surface en tout point est supérieure à celle du point de rosée qui correspond au climat intérieur déterminé (température et humidité relative) et ce pour les conditions climatiques extérieures également spécifiées pour le projet.

L'apparition d'une condensation temporaire est toujours possible lorsque les valeurs réelles sont différentes de celles de la situation du projet. Lorsque cette situation ne se présente pas constamment, la menuiserie ne subira pas de dommages.

Classes	Description	Exemples
1	Bâtiment avec peu à pas de production d'humidité.	Entrepôt (marchandises sèches), église, espace d'exposition, garage, atelier.
2	Bâtiment bien ventilé avec une production d'humidité réduite par m <sup>3</sup> .	Grands immeubles d'habitation, écoles, commerces, bureaux sans climatisation, salles de sport, salles polyvalentes.
3	Bâtiment avec une production d'humidité modérée par m <sup>3</sup> et une ventilation modérée à suffisante (HR = 60%).	Petites unités d'habitation, flats, hôpitaux, centres d'accueil, salles de consommation, restaurants, salles des fêtes, bâtiments faiblement climatisés.
4	Bâtiment avec une production d'humidité élevée (HR > 60%).	Bâtiments fortement climatisés, bâtiments industriels humides : par ex. imprimerie.
5	Bâtiment avec une très grande production d'humidité.	Bâtiments industriels très humides : par ex. usine de papier, piscine.

Tableau 4.8 : Classes de climat intérieur.

**Climat intérieur du bâtiment**

A défaut d'informations précises sur le climat intérieur, le tableau de la page précédente permet d'estimer ce climat en fonction de l'utilisation prévue du bâtiment.

**Climat extérieur et facteur de température  $f_{Rsi}$**

La carte de la Belgique ci-dessous représente la moyenne des températures extérieures les plus basses en journée pendant les mois de décembre et janvier. Ces valeurs sont utilisées pour déterminer le facteur de température.

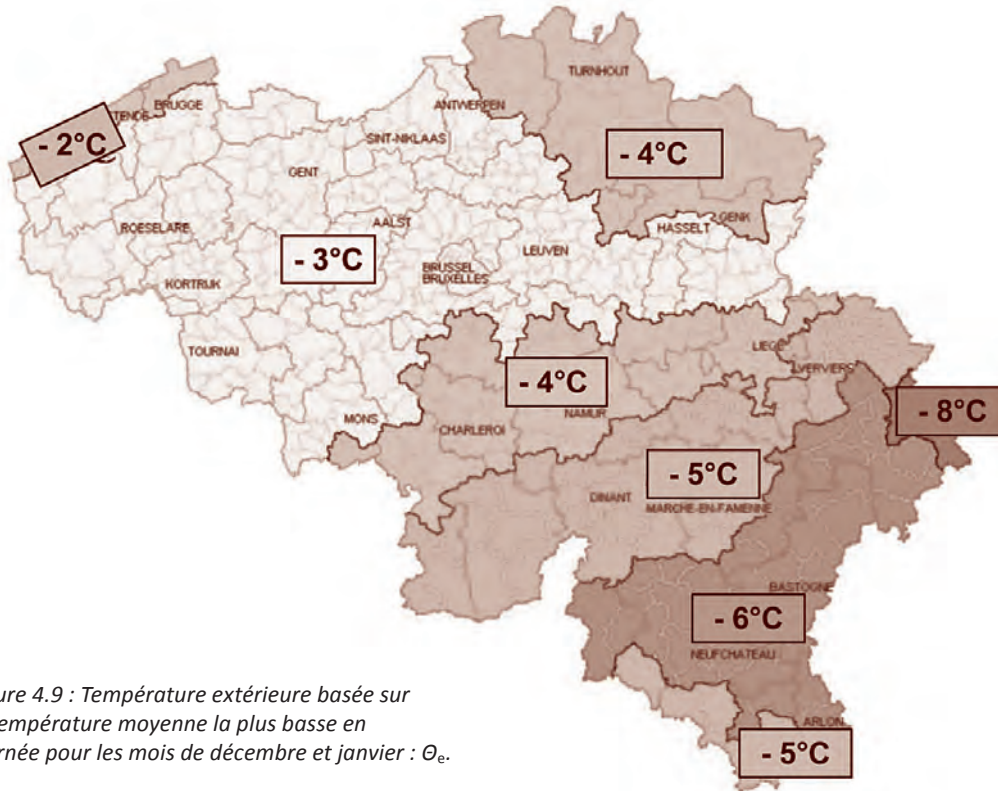


Figure 4.9 : Température extérieure basée sur la température moyenne la plus basse en journée pour les mois de décembre et janvier :  $\theta_e$ .

Le tableau de la page suivante permet de se baser, pour le choix de ce facteur, sur la classe de climat intérieur et la température extérieure dans les zones climatiques de la carte de Belgique. Pour chaque classe de climat intérieur, la moyenne du climat intérieur a été prise comme référence.

Le facteur de température est calculé comme suit :

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_i - \theta_e}$$

avec :

- $f_{Rsi}$  = facteur de température,
- $\theta_{si}$  = température de surface intérieure,
- $\theta_i$  = température de l'air à l'intérieur,
- $\theta_e$  = température de l'air à l'extérieur.

Extérieur	Intérieur - sur la base de décembre et janvier														
	Classe 1			Classe 2			Classe 3			Classe 4			Classe 5		
	$p_{i \text{ moy. bât.}} = 987 \text{ Pa}$			$p_{i \text{ moy. bât.}} = 1122 \text{ Pa}$			$p_{i \text{ moy. bât.}} = 1290 \text{ Pa}$			$p_{i \text{ moy. bât.}} = 1527 \text{ Pa}$			$p_{i \text{ moy. bât.}} = 2185 \text{ Pa}$		
Zones	$\Theta_i$ °C	$\phi$ %	$\Theta_{si}$ °C	$\Theta_i$ °C	$\phi$ %	$\Theta_{si}$ °C	$\Theta_i$ °C	$\phi$ %	$\Theta_{si}$ °C	$\Theta_i$ °C	$\phi$ %	$\Theta_{si}$ °C	$\Theta_i$ °C	$\phi$ %	$\Theta_{si}$ °C
	18	48	7	19	51	8,6	20	55	11	22	58	13,7	26	65	19
-2	0,45			0,50			0,59			0,65			0,75		
-3	0,48			0,53			0,61			0,67			0,76		
-4	0,50			0,55			0,63			0,68			0,77		
-5	0,52			0,57			0,64			0,69			0,77		
-6	0,54			0,58			0,65			0,70			0,78		
-7	0,56			0,60			0,67			0,71			0,79		
-8	0,58			0,61			0,68			0,72			0,79		

Tableau 4.10 : Facteurs de températures minimales  $f_{Rsi}$ .

Où:

- $\Theta_i$  = température moyenne de l'air à l'intérieur pour la classe climatique [°C] ;
- $\Theta_e$  = moyenne mensuelle des températures de jour minimales de l'air à l'extérieur [°C] ;
- $\Theta_{si}$  = température intérieure de surface minimale ou point de rosée [°C] ;
- $\phi$  = humidité relative moyenne de l'air à l'intérieur comme référence de la classe climatique [%] ;
- $p_{i \text{ moy. bât.}}$  = pression de vapeur moyenne dans le bâtiment pendant les mois de décembre et janvier.

### Prévenir la condensation

De nombreux cas de condensation peuvent être prévenus en exécutant la construction correctement :

- prévenir les ponts thermiques autour de la menuiserie en réalisant une exécution correcte du gros oeuvre ;
- réaliser les raccordements au gros oeuvre de manière étanche à l'air ;
- réaliser un raccord correct de l'isolation thermique au droit de la menuiserie selon la méthode des nœuds constructifs ;
- poser les bavettes d'étanchéité (en EPDM) du côté chaud afin qu'aucune condensation ne puisse se former sur ces bavettes ;
- accorder une attention spéciale à la ventilation entre les deux parois des façades double peau.

### Attention :

Même si le chauffage et la ventilation ont été dimensionnés correctement selon la NBN EN 12831-1 et que les profilés ont été dimensionnés de manière à prévenir la condensation, celle-ci peut encore apparaître dans le cas de régimes de transition ou spécifiques :

1. La condensation sur une surface dépend des conditions locales et générales de ventilation et de chauffage dans le bâtiment. Si ces conditions ne garantissent pas le climat intérieur spécifié, la condensation doit être autorisée temporairement par le propriétaire.
2. Espaces confinés : même dans des pièces généralement bien ventilées et/ou chauffées selon leur destination, l'utilisateur peut réaliser un espace confiné où un climat humide est créé (par exemple, l'espace entre la menuiserie extérieure et le revêtement mural, la présence d'objets décoratifs ou de meubles à proximité de la menuiserie extérieure, etc.). Le risque de condensation dans ces espaces confinés est plus élevé.
3. Une condensation temporaire qui se produit :
  - pendant les périodes d'humidité élevée,
  - dans une pièce où une forte humidité est produite temporairement (par ex. la salle de bains),
  - dans un climat exceptionnellement froid.
4. Lorsqu'il est raisonnablement impossible d'empêcher la condensation (par exemple, dans les pièces non chauffées qui sont reliées à des pièces produisant beaucoup d'humidité), la menuiserie doit être équipée de rainures de recueil de la condensation. Il est recommandé d'évacuer cette eau pour éviter qu'elle n'entre en contact avec des parties de la construction qui ne doivent pas être mouillées. Attention : les systèmes d'évacuation de l'eau de condensation ont en général une influence négative sur les performances du châssis en termes de perméabilité à l'air et d'étanchéité à l'eau.

5. Lorsque la condensation n'est pas autorisée dans les classes climatiques 2, 3, 4 et 5, il est conseillé de bien analyser la situation (simulation du comportement hygrothermique, par exemple, par simulation aux éléments finis et l'adaptation de la climatisation).
6. L'arrêt, la mise en veille ou la modification des valeurs programmées des systèmes domestiques de gestion du climat par l'utilisateur (chauffage, ventilation, climatisation, etc.) crée des régimes transitoires pendant lesquels, à certaines périodes de l'année, le risque de condensation augmente sensiblement. Si de la condensation apparaît pendant ces régimes transitoires, elle n'est pas due à la conception de la menuiserie extérieure ou au système de gestion du climat intérieur, mais à l'utilisation qui en est faite.
7. Nouveaux bâtiments et grandes rénovations : de grandes quantités d'eau sont utilisées dans la production et le traitement des matériaux de construction tels que le béton, le plâtre et les chapes. Au cours du séchage, ces matériaux dégagent temporairement une grande quantité d'humidité dans les bâtiments, ce qui augmente le risque de condensation. Dans certains cas et selon les conditions d'utilisation du bâtiment, le séchage de ces matériaux de construction peut durer un an, voire plus. À moins d'être étayée par une étude approfondie basée sur des mesures de l'ambiance intérieure du bâtiment, dont une a été effectuée pendant ce régime temporaire, la condensation éventuelle ne doit pas être considérée comme un défaut de conception.
8. L'espaceur (métallique) du vitrage peut contribuer à la formation d'un pont thermique. L'effet nuisible de ce pont thermique est encore renforcé lorsque la lame d'air du vitrage isolant est faiblement isolante avec un faible  $U_g$  [ $W/m^2.K$ ] et lorsque le cadre dans lequel il est posé est faiblement isolant (valeur  $U_f$  [ $W/m^2.K$ ] élevée).
9. Coins de la menuiserie. Les méthodes ci-dessus s'appliquent à une résistance thermique d'échange superficiel  $R_{si} = 0,13$   $m^2.K/W$ . La condensation temporaire dans les coins de la menuiserie (par ex. l'angle formé par le vitrage et les parclozes), où la résistance thermique d'échange superficiel  $R_{si} > 0,13$   $m^2.K/W$ , est acceptable dans les conditions des points 2, 3 et 8 ci-dessus.
10. Pour certains types de fenêtres coulissantes, le risque accru de condensation au niveau de la bande préformée dans le profilé entre la partie fixe et la partie coulissante doit être accepté.
11. Dans le cas de châssis en aluminium avec un isolateur, celui-ci ne peut pas être ponté par un matériau non isolant, par ex. un seuil de fenêtre.

### 4.3.3 Thermographie infrarouge

Actuellement, la thermographie infrarouge (photos IR) est couramment utilisée pour détecter les déperditions de chaleur des façades. Il s'agit toutefois d'une méthode de détection indicative des différences de température dans l'enveloppe du bâtiment. Cette méthode n'est pas appliquée pour déterminer la valeur d'isolation ou l'étanchéité à l'air d'une façade ou d'un bâtiment. D'autres méthodes de recherche doivent être utilisées pour obtenir des résultats quantitatifs.

## 4.4 Choix du classement air, eau, vent en fonction des classes d'exposition

Dans la NBN B 25-002-1 (2019), une approche cohérente a été élaborée afin d'aligner l'application des Eurocodes pour le calcul de la pression du vent et la classification de l'étanchéité à l'air et à l'eau. Les tableaux suivants diffèrent par conséquent sensiblement de la version précédente (2009) de la norme et de ceux repris dans les exigences de qualité de la FAC de 2018.

Sauf indication contraire dans le cahier spécial des charges, les niveaux de performance requis pour les surcharges de l'air, de l'eau et du vent sont déterminés à l'aide des tableaux ci-dessous qui tiennent compte de plusieurs facteurs d'influence et d'utilisation (hauteur d'installation de la fenêtre par rapport au niveau du sol en fonction de l'emplacement du bâtiment).

Pour obtenir une uniformité, le cahier spécial des charges doit prescrire le niveau de performance qui correspond aux parties supérieures pour l'ensemble du bâtiment.

L'application nécessite que soient déterminés successivement :

1. l'environnement et/ou la catégorie où se trouve le bâtiment ;
2. la localisation du bâtiment en Belgique ;
3. la hauteur de référence du bâtiment ;
4. la classe d'exposition ;
5. les choix dérivés pour l'étanchéité à l'air et à l'eau et pour la résistance au vent.

### 4.4.1 Environnement (catégorie) du bâtiment

Il s'agit de catégories de terrain qui permettent de déterminer l'exposition au vent, allant de très ouvert (catégorie 0) à très urbanisé (catégorie IV). Elle est fonction de la hauteur du bâtiment.

Si l'adresse du chantier est connue, les catégories de rugosité de terrain peuvent être estimées sur le site web: <https://www.wtcb.be/homepage/content/tools/calculator/cint/cat.html>.

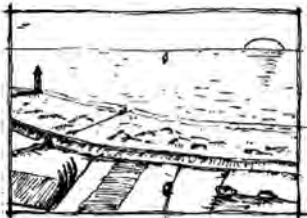


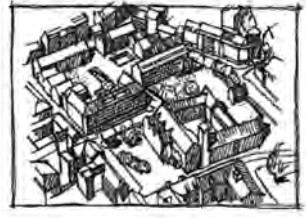

Catégories de rugosité du terrain		Exemples	Catégories de rugosité du terrain		Exemples
0	Mer ou zone côtières exposée aux vents de mer		III	Zone avec une couverture végétale régulière ou des bâtiments ou avec des obstacles isolés séparés d'au plus 20 fois leur hauteur (par exemple des villages, zones suburbaines, forêts permanentes)	
I	Lacs ou zone à végétation négligeable et libre de tous obstacles		IV	Zone urbaine dont au moins 15% de la surface sont recouverts de bâtiments dont la hauteur moyenne est supérieure à 15 m	
II	Zone à végétation basse telle que l'herbe, avec ou sans obstacles isolés (arbres, bâtiments) séparés les uns des autres d'au moins 20 fois leur hauteur				

Tableau 4.11 : Catégories de rugosité de terrain.

#### 4.4.2 Localisation du bâtiment en Belgique

Ci-contre sont définies la zone et la vitesse de base du vent qui se produit 1/50 années, ce qui est utilisé dans les tableaux suivants.

#### 4.4.3 Hauteur de référence du bâtiment

Pratiquement, il s'agit de la hauteur du faite ou de la rive de toiture selon l'indication dans les figures ci-dessous. Dans les situations particulières comme l'influence du niveau de référence sur la digue, la présence de grands immeubles, un bâtiment situé sur une colline, ... consultez le rapport scientifique n° 11 du CSTC et la NBN EN 1991-1-4.

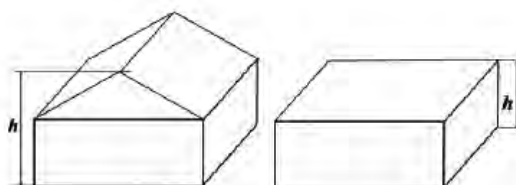
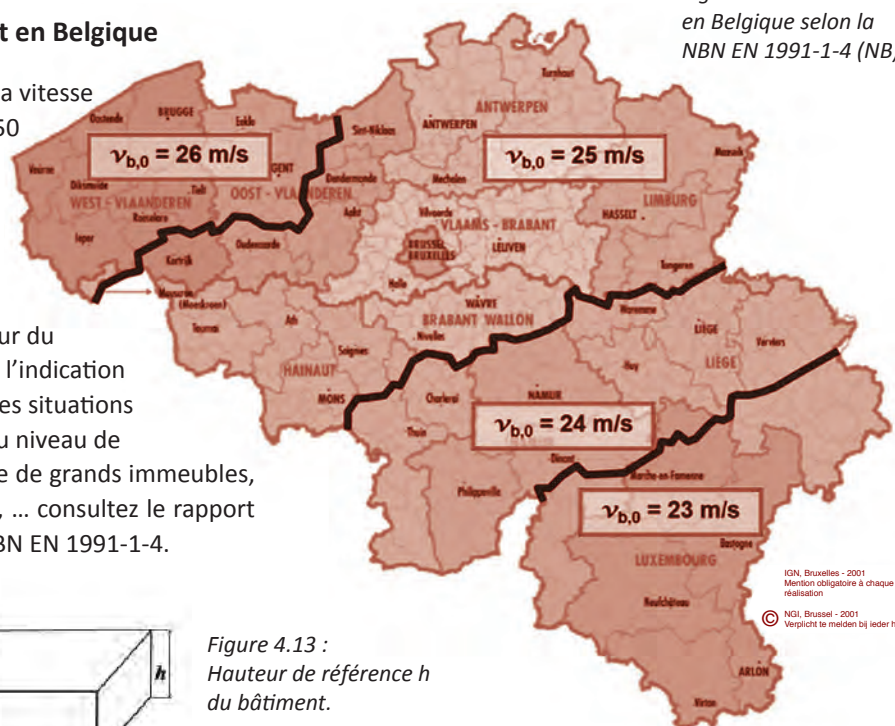


Figure 4.13 : Hauteur de référence  $h$  du bâtiment.

Figure 4.12 : Zones de vent en Belgique selon la NBN EN 1991-1-4 (NB).



IGN, Bruxelles - 2001  
Mention obligatoire à chaque réalisation  
© NGL, Bruxelles - 2001  
Verplicht te melden bij ieder hergebruik

#### 4.4.4 Classe d'exposition des fenêtres

Les classes d'exposition sont déterminées sur la base des données précédentes et regroupent les différentes combinaisons de vitesse de référence  $v_{b,0}$ , la hauteur de

référence  $z_e$  et les catégories de rugosité pour lesquelles l'exposition au vent est la même, exprimée par la lettre capitale W, suivie d'un chiffre.

Classes d'exposition		Classe W1				Classe W2				Classe W3			
		Vitesse de référence $V_{b0}$ (m/s)				Vitesse de référence $V_{b0}$ (m/s)				Vitesse de référence $V_{b0}$ (m/s)			
		26	25	24	23	26	25	24	23	26	25	24	23
Catégories de rugosité		Hauteur de référence $(z_e)(m)$				Hauteur de référence $(z_e)(m)$				Hauteur de référence $(z_e)(m)$			
Zone côtière	<b>0</b>												
Plaine	<b>I</b>										3m	4m	6m
Zone rurale	<b>II</b>				3m		3m	4m	6m	5m	6m	8m	12m
Zone suburbaine - forêt	<b>III</b>		6m	8m	9m	9m	11m	14m	18m	15m	19m	25m	33m
Zone urbaine	<b>IV</b>	15m	18m	21m	26m	23m	28m	36m	44m	39m	48m	60m	79m

Classes d'exposition		Classe W4				Classe W5				Classe W6			
		Vitesse de référence $V_{b0}$ (m/s)				Vitesse de référence $V_{b0}$ (m/s)				Vitesse de référence $V_{b0}$ (m/s)			
		26	25	24	23	26	25	24	23	26	25	24	23
Catégories de rugosité		Hauteur de référence $(z_e)(m)$				Hauteur de référence $(z_e)(m)$				Hauteur de référence $(z_e)(m)$			
Zone côtière	<b>0</b>	8m				42m				133m			
Plaine	<b>I</b>	12m	17m	26m	40m	52m	81m	100m	100m	133m	133m	133m	133m
Zone rurale	<b>II</b>	22m	31m	44m	65m	80m	100m	100m	100m	133m	133m	133m	133m
Zone suburbaine - forêt	<b>III</b>	55m	75m	100m	100m	100m	100m	100m	100m	133m	133m	133m	133m
Zone urbaine	<b>IV</b>	100m	100m	100m	100m	100m	100m	100m	100m	133m	133m	133m	133m

Classes d'exposition		Classe W7				Classe W8			
		Vitesse de référence $V_{b0}$ (m/s)				Vitesse de référence $V_{b0}$ (m/s)			
		26	25	24	23	26	25	24	23
Catégories de rugosité		Hauteur de référence $(z_e)(m)$				Hauteur de référence $(z_e)(m)$			
Zone côtière	<b>0</b>	167m				200m			
Plaine	<b>I</b>	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m
Zone rurale	<b>II</b>	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m
Zone suburbaine - forêt	<b>III</b>	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m
Zone urbaine	<b>IV</b>	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m

Tableau 4.14 : Classes d'exposition W (vent) pour les fenêtres.

Par exemple, dans ce tableau, on obtient pour la menuiserie dans un projet :

- 1) situé dans la catégorie de rugosité I (Plaine) ;
- 2) situé dans une zone avec une vitesse de base du vent de 25 m/s ;
- 3) d'une hauteur de bâtiment (hauteur de référence  $z_e$ ) < 17m ;

une exposition à la classe de résistance W4. Il s'agit de la même classe qu'un projet de la catégorie de rugosité II (zone rurale), à une hauteur de référence  $z_e$  de 44 m pour une vitesse de référence de 24 m/s.

#### 4.4.5 Choix des classes d'air, eau, vent des fenêtres

La classe W (1-8) correspond aux exigences de performance suivantes pour l'étanchéité à l'air et à l'eau et la résistance au vent :

Fenêtres - Choix des classes d'air, eau et vent												
Classes d'exposition	Classe W1				Classe W2				Classe W3			
Perméabilité à l'air NBN EN 12207	3				3				3			
Étanchéité à l'eau NBN EN 12208	5A		200 Pa		6A		250 Pa		7A		300 Pa	
Résistance à la pression du vent NBN EN 12210 - Classe C $\leq 1/300^e$ - P1, P2, P3 [Pa]	C1	P1	P2	P3	C2	P1	P2	P3	C2	P1	P2	P3
		400	200	600			800	400		1200		800
Classes d'exposition	Classe W4				Classe W5				Classe W6			
Perméabilité à l'air NBN EN 12207	3				4				4			
Étanchéité à l'eau NBN EN 12208	8A		450 Pa		9A		600 Pa		E750		750 Pa	
Résistance à la pression du vent NBN EN 12210 - Classe C $\leq 1/300^e$ - P1, P2, P3 [Pa]	C2	P1	P2	P3	C3	P1	P2	P3	C4	P1	P2	P3
		800	400	1200			1200	600		1800		1600
Classes d'exposition	Classe W7				Classe W8							
Perméabilité à l'air NBN EN 12207	4				4							
Étanchéité à l'eau NBN EN 12208	E900		900 Pa		E1050		1050 Pa					
Résistance à la pression du vent NBN EN 12210 - Classe C $\leq 1/300^e$ - P1, P2, P3 [Pa]	C4	P1	P2	P3	C5	P1	P2	P3				
		1600	800	2400			2000	1000	3000			

Tableau 4.15 : Choix des classes d'air, eau, vent des fenêtres.

Dans l'exemple de projet précédent, la menuiserie répondra au moins à la classe de perméabilité à l'air 3, à la classe d'étanchéité à l'eau 8A (450 Pa) et à la classe de résistance au vent C2.

Quelques explications sur les pressions P1, P2, P3

##### 1) Critères de déformation admissibles sous pression P1

###### Mesure de la déformation sous pression P1

En ce qui concerne la résistance à l'action du vent, la classe C prescrit une déformation admissible de  $1/300$  sous pression P1.

###### Calcul de la déformation sous pression P1

Le critère de déformation  $1/225$  est néanmoins admis à condition d'être justifié par une note de calcul sous pression P1. La classe de résistance à l'action du vent qui correspond à une pression P1 pour laquelle la déformation calculée n'est pas supérieure à  $1/225$  est valable dans la mesure où les essais répétés de pression et dépression P2 et les essais de sécurité P3 ont été effectués sous une pression correspondante à la classe. La longueur de calcul sur laquelle le critère  $1/225$  est d'application pour la pression de calcul P1 est la même que celle pour laquelle la déformation a été mesurée.

**Remarques importantes**

1. Pour les classes d'exposition W1 à W4, dans les locaux équipés d'un système de climatisation, une classe de perméabilité à l'air 4 sera toujours prévue. Cette prescription découle de la recommandation de prévoir un maximum de fenêtres fixes dans les bâtiments équipés d'un système de climatisation.
2. A l'exception de la classe d'exposition W8 où la classe E 1050 reste d'application, les fenêtres et portes-fenêtres qui ne sont pas protégées contre l'eau de ruissellement <sup>(1)</sup> nécessitent l'application de la classe de pression supérieure à celle prescrite dans le tableau 4.15.
3. Pour les fenêtres et portes-fenêtres protégées <sup>(2)</sup> ou situées dans un environnement urbain dense <sup>(3)</sup>, la classe d'étanchéité à l'eau B correspondante selon la norme NBN EN 12208 peut être prescrite.
4. Lorsque la hauteur de référence du bâtiment dépasse 100m, des essais d'étanchéité sous pression d'air dynamique et pulsations d'eau selon la NBN EN 13050 sont recommandées.

**Note explicative :**

(1) Fenêtres non protégées contre le ruissellement : la fenêtre est située dans le plan de la façade (pas derrière une battée) sans protection contre le ruissellement ou

avec un rejet d'eau < 20 mm au-dessus de la fenêtre.

(2) Fenêtre protégée : la menuiserie est protégée par un débordement tel que  $L \geq H/4$  (voir figure).

**Note:**  
La menuiserie située au droit d'angles saillants sera également protégée en fonction de l'architecture.

(3) Milieu urbain aux rues étroites (< 2,50 m).

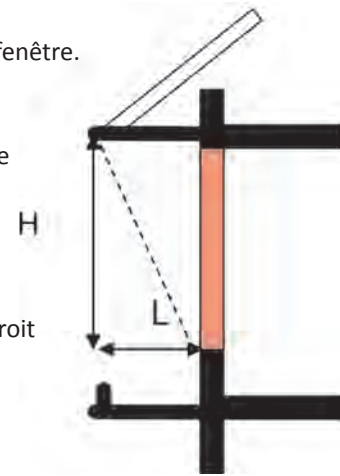


Figure 4.16 : Fenêtre protégée.

**4.4.6 Classe d'exposition pour les façades rideaux**

Les classes d'exposition pour les façades rideaux sont également déterminées à l'aide des données ci-dessus (voir par. 4.4.1 à 4.4.3) et regroupent les différentes combinaisons de la vitesse de référence  $V_{b,0r}$ , la hauteur de référence  $z_e$  et la catégorie de rugosité pour lesquelles l'exposition au vent est la même.

**Façades rideaux - Classes d'exposition au vent**

Classes d'exposition		Classe CW3				Classe CW4				Classe CW5			
		Vitesse de référence $V_{bo}$ (m/s)				Vitesse de référence $V_{bo}$ (m/s)				Vitesse de référence $V_{bo}$ (m/s)			
		26	25	24	23	26	25	24	23	26	25	24	23
Catégories de rugosité		Hauteur de réf. max. ( $z_e$ )(m)				Hauteur de réf. max. ( $z_e$ )(m)				Hauteur de réf. max. ( $z_e$ )(m)			
Zone côtière	<b>0</b>					8m				42m			
Plaine	<b>I</b>		3m	4m	6m	12m	17m	26m	40m	52m	81m	100m	100m
Zone rurale	<b>II</b>	5m	6m	8m	12m	22m	31m	44m	65m	80m	100m	100m	100m
Zone suburbaine - forêt	<b>III</b>	15m	19m	25m	33m	55m	75m	100m	100m	100m	100m	100m	100m
Zone urbaine	<b>IV</b>	39m	48m	60m	70m	100m	100m	100m	100m	100m	100m	100m	100m

Classes d'exposition		Classe CW6				Classe CW7				Classe CW8			
		Vitesse de référence $V_{bo}$ (m/s)				Vitesse de référence $V_{bo}$ (m/s)				Vitesse de référence $V_{bo}$ (m/s)			
		26	25	24	23	26	25	24	23	26	25	24	23
Catégories de rugosité		Hauteur de réf. max. ( $z_e$ )(m)				Hauteur de réf. max. ( $z_e$ )(m)				Hauteur de réf. max. ( $z_e$ )(m)			
Zone côtière	<b>0</b>	133m				167m				200m			
Plaine	<b>I</b>	133m	133m	133m	133m	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m
Zone rurale	<b>II</b>	133m	133m	133m	133m	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m
Zone suburbaine - forêt	<b>III</b>	133m	133m	133m	133m	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m
Zone urbaine	<b>IV</b>	133m	133m	133m	133m	167m	167m	167m	167m	200m	200m	200m	200m

Tableau 4.17 : Classes d'exposition au vent pour façades rideaux.

Dans le tableau précédent, on obtient, par exemple, pour la menuiserie d'un projet qui se situe :

- 1) dans la catégorie de rugosité I (Plaine) ;
- 2) dans une zone où la vitesse de base du vent est de 25 m/s ;
- 3) pour une hauteur du bâtiment (hauteur de référence  $z_e$ ) < 17 m ;

une exposition à la classe de résistance CW4. Il s'agit de la même classe qu'un projet qui se situe dans la classe de rugosité II (zone rurale), à une hauteur de référence  $z_e$  de 44 m et une vitesse de référence de 24 m/s.

#### 4.4.7 Choix des classes d'air, eau, vent des façades rideaux constituées de parties fixes uniquement

Pour les façades rideaux conçues avec des parties ouvrantes, le tableau des fenêtres (par. 4.4.5) est d'application.

Classes d'exposition	Classe CW3		Classe CW4		Classe CW5	
Perméabilité à l'air NBN EN 12152	A3		A3		A4	
Étanchéité à l'eau NBN EN 12154	R5	300 Pa	R6	450 Pa	R7	600 Pa
Résistance à la pression du vent NBN EN 13116	$W_K = 0,8C_e(z)q$ ref. 50 ans. $C_p$ $W_U = 1,25C_e(z)q$ ref. 50 ans. $C_p$		$W_K = 0,8C_e(z)q$ ref. 50 ans. $C_p$ $W_U = 1,25C_e(z)q$ ref. 50 ans. $C_p$		$W_K = 0,8C_e(z)q$ ref. 50 ans. $C_p$ $W_U = 1,25C_e(z)q$ ref. 50 ans. $C_p$	
Classes d'exposition	Classe CW6		Classe CW7		Classe CW8	
Perméabilité à l'air NBN EN 12152	A4		A4		A4	
Étanchéité à l'eau NBN EN 12154	RE 750	750 Pa	RE 900	900 Pa	RE 1050	1050 Pa
Résistance à la pression du vent NBN EN 13116	$W_K = 0,8C_e(z)q$ ref. 50 ans. $C_p$ $W_U = 1,25C_e(z)q$ ref. 50 ans. $C_p$		$W_K = 0,8C_e(z)q$ ref. 50 ans. $C_p$ $W_U = 1,25C_e(z)q$ ref. 50 ans. $C_p$		$W_K = 0,8C_e(z)q$ ref. 50 ans. $C_p$ $W_U = 1,25C_e(z)q$ ref. 50 ans. $C_p$	

Tableau 4.18: Choix des classes d'air, eau et vent pour les façades rideaux.

#### Notes importantes :

1. A l'exception de la classe d'exposition CW8 où la classe E 1050 reste d'application, les éléments de façade qui ne sont pas protégés contre l'eau de ruissellement (\*) nécessitent l'application de la classe de pression supérieure à celle prescrite dans le tableau 4.18.  
(\* ) Façade non protégée contre le ruissellement : la façade est plane sans protection contre le ruissellement ou avec un rejet d'eau < 20 mm.
2. Pour les classes d'exposition CW3 et CW4, dans les locaux équipés d'une climatisation, la classe de perméabilité à l'air A4 est requise. Cette prescription découle de la recommandation de prévoir un maximum de fenêtres fixes dans les bâtiments climatisés.
3. Lorsque la hauteur de référence du bâtiment dépasse 100m, des essais d'étanchéité sous pression d'air dynamique et pulsations d'eau selon la NBN EN 13050 sont recommandés.

#### 4.5 Perméabilité à l'air

La perméabilité à l'air des éléments de menuiserie peut avoir une influence sur le confort dans une pièce et l'économie d'énergie d'un bâtiment. Du point de vue confort, il est important que, dans des conditions extrêmes ou lorsque la différence de pression est grande (tempête), les éléments de façade ne laissent pas passer trop d'air.

La classification de la perméabilité à l'air des structures de façade se fait sur la base des normes européennes :

- Portes et fenêtres : selon la NBN EN 12207 (voir par. 5.4.1)
- Façades rideaux : selon la NBN EN 12152 (voir par. 5.4.2)

Le point de départ est que la relation entre la différence de pression atmosphérique et le débit volumique de l'air est basée sur la loi physique d'application :  $V = c \cdot \Delta p^n$

Où:

- $V$  le débit d'air [ $m^3/h/m^2$ ], ou le flux volumique [ $m^3/h/m$ ]
- $c$  une constante (liée aux dimensions et aux propriétés de la structure)
- $\Delta p$  la différence de pression atmosphérique [Pa]
- $n$  L'exposant du débit d'air. Il s'agit du rapport entre la différence des logarithmes de 2 différences de pression et la différence des logarithmes des débits volumiques d'air appartenant à ces différences de pression. En théorie, l'exposant du débit d'air peut varier entre 0,5 et 1, mais en pratique on mesure couramment des valeurs autour de 0,6 à 0,7.

Dans les deux normes européennes, la valeur arbitraire de l'exposant du débit d'air  $2/3$  (= 0,67) est appliquée.

Le débit volumique devient donc :  $V = c \cdot \Delta p^{2/3}$

#### 4.5.1 Portes et fenêtres

La perméabilité à l'air des portes et fenêtres est déterminée au moyen d'un essai dans une armoire d'essai selon la norme NBN EN 1026 et doit être liée à la pression d'essai.

La NBN EN 12207 décrit la classification des résultats de ces essais, dans lesquels les fuites sont calculées par unité de surface des fenêtres ou par unité de longueur des joints à une pression générée de 100 Pa.

L'objet de l'essai appartient à une classe définie si aucun résultat d'essai ne dépasse les limites supérieures de cette classe représentées graphiquement dans un diagramme bilogarithmique, voir figure 4.19.

En représentant graphiquement la perméabilité à l'air par  $m^1$  de joint de raccord et par  $m^2$  de surface, l'élément de façade testé peut être rangé dans la classe 1, 2, 3 ou 4 de la NBN EN 12207.

La majorité des fenêtres atteint la **classe 4 (c.-à-d. la meilleure classe dans le cadre du Marquage CE pour portes et fenêtres)**. Cette classe est très large et englobe les éléments de menuiserie dans un large éventail de performances. Par ex. les meilleurs éléments de menuiserie de la classe 4 ont un taux de fuite 5 à 8 fois plus faible que leurs homologues les moins performants.

Dans la norme NBN B-25-002 (2019) qui transcrit l'application des directives européennes pour la Belgique et qui contient des compléments et des précisions, une classe 4S a été ajoutée aux classes de la norme EN 12207. Elle n'entre pas en considération pour le Marquage CE et doit par conséquent être considérée comme une classe 4 dans ce contexte. La classe 4S peut être recommandée pour les bâtiments économes en énergie où l'on souhaite réaliser une bonne étanchéité à l'air ( $n_{50}$  inférieur à 2 [volumes par heure] selon la réglementation PEB).

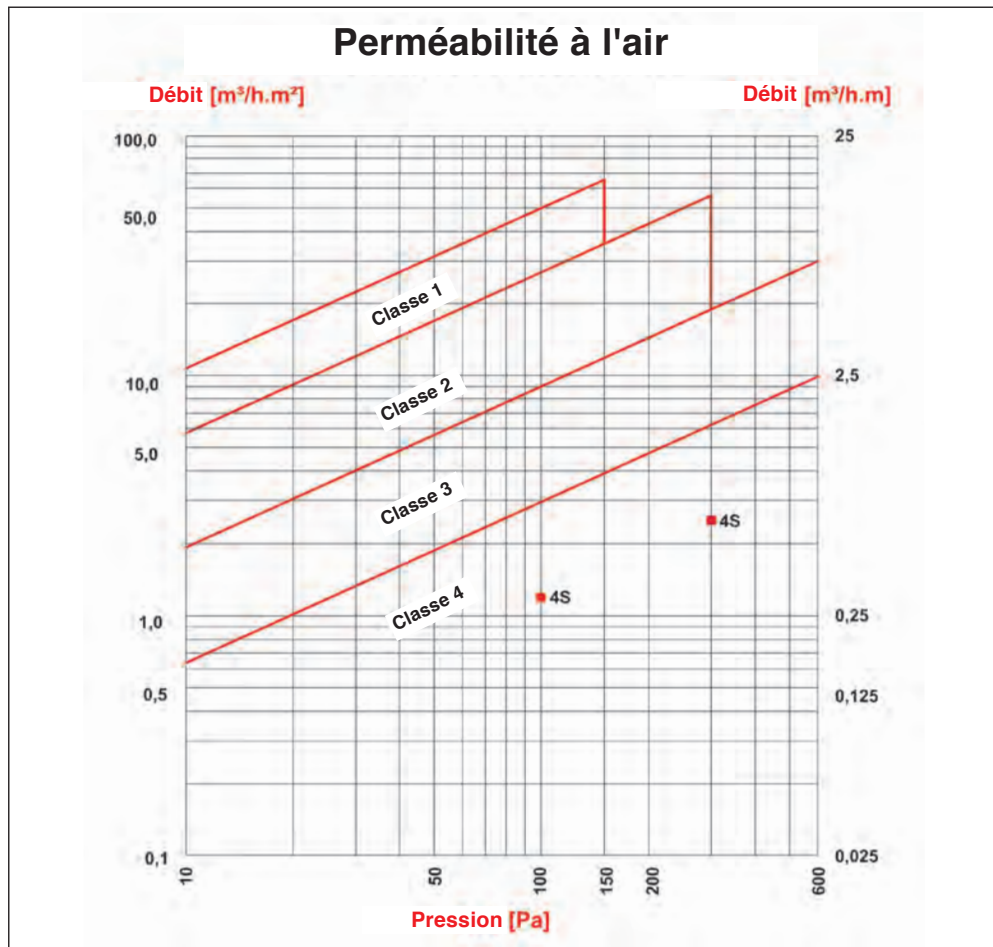


Tableau 4.19 : Classes de perméabilité à l'air en surpression et dépression pour fenêtres.

Classe	Référence de la perméabilité à l'air à 100 Pa et m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>	Référence de la perméabilité à l'air à 100 Pa et m <sup>3</sup> /h.m	Pression d'essai maximale en Pa
0	Non testé	Non testé	Non testé
1	50	12,50	150
2	27	6,75	300
3	9	2,25	600
4	3	0,75	600

Tableau 4.20 : Référence de la perméabilité à l'air à 100 Pa et de la pression d'essai maximale, par rapport à la surface totale de la fenêtre et à la longueur des joints de fermeture.

À la demande du maître d'ouvrage, les mesures de perméabilité à l'air des ensembles de fenêtres peuvent être effectuées séparément sur les parties fixes et les parties ouvrantes. Ces mesures gagnent en importance, car elles figurent dans la réglementation actuelle sur la performance énergétique pour l'estimation et la réalisation des exigences d'étanchéité à l'air du bâtiment et du taux de ventilation à atteindre.

L'élément testé est classé en fonction de la surface et de la longueur du joint de raccord.

- Lorsque les deux sont de la même classe : l'élément de façade sera classé dans cette classe.
- Lorsqu'il y a une différence d'une classe : l'élément de façade sera classé dans la meilleure classe.
- Lorsqu'il y a une différence de deux classes : l'élément de façade sera classé dans la classe intermédiaire.
- Lorsqu'il y a une différence de plus de deux classes : l'élément de façade ne pourra pas être classé.

L'objet de l'essai appartient à une certaine classe lorsqu'aucun résultat ne dépasse la valeur limite supérieure de cette classe. Les portes et fenêtres de dimensions courantes et équipées de profils d'étanchéité en caoutchouc (e.a. un joint central au droit du joint de raccord) sont généralement situées dans la classe 3 ou 4. Pour les portes et fenêtres coulissantes équipées de joints à brosse, les performances sont quelquefois moins bonnes, mais ici aussi la classe 4 est possible.

**Remarque:** ces dispositions ne sont pas d'application pour les parties fixes ou les vitrages fixes. On peut sup-

poser que les joints dans les parties fixes ne laissent pas passer plus de 0,5 m<sup>3</sup>/h par mètre courant de joint sous une pression maximale de 600 Pa. Par joint, on entend le raccord entre le verre et le châssis ou la parclose, ainsi que le raccord entre le châssis et la parclose. Pour les vitrages extérieurs, la longueur du joint est égale à 1x le périmètre du vitrage ; pour les vitrages intérieurs à 2x le périmètre.

#### 4.5.2 Façades rideaux

La perméabilité à l'air des façades rideaux est déterminée au moyen d'un essai dans une armoire d'essai selon la NBN EN 12153 et doit être liée à la pression d'essai. La perméabilité à l'air exprimée en m<sup>3</sup>/h est mesurée pour des différences de pression de 50, 100, 150, 200, 250, 300, 450 et 600 Pascal.

Les résultats de l'essai doivent être classés conformément à la norme NBN EN 12152. La classification est basée sur la perméabilité à l'air liée à la surface (m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>) et à la longueur du joint (m<sup>3</sup>/h.m). Le tableau indique la perméabilité à l'air par classe, qui peut se produire à la pression d'essai maximale correspondant à cette classe. Indépendamment de la structure du verre, la longueur du joint est définie comme suit : 1x le périmètre du verre.

Pour les façades rideaux il en va de même que pour les fenêtres et les portes, sauf que les joints de raccord et les joints à brosse ne sont pas présents dans les façades rideaux. Pour les joints (caoutchouc et raccords entre profilés) des façades rideaux, on peut donc également se baser sur une valeur de 0,1 m<sup>3</sup>/h au mètre courant.

Classe	Perméabilité à l'air en m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .h	Perméabilité à l'air en m <sup>3</sup> /m <sup>1</sup> .h	Pression d'essai maximale en Pa
A1	1,50	0,50	150
A2	1,50	0,50	300
A3	1,50	0,50	450
A4	1,50	0,50	600
AE	1,50	0,50	> 600

Tableau 4.21 : Classification de la perméabilité à l'air des façades rideaux selon la NBN EN 12152.

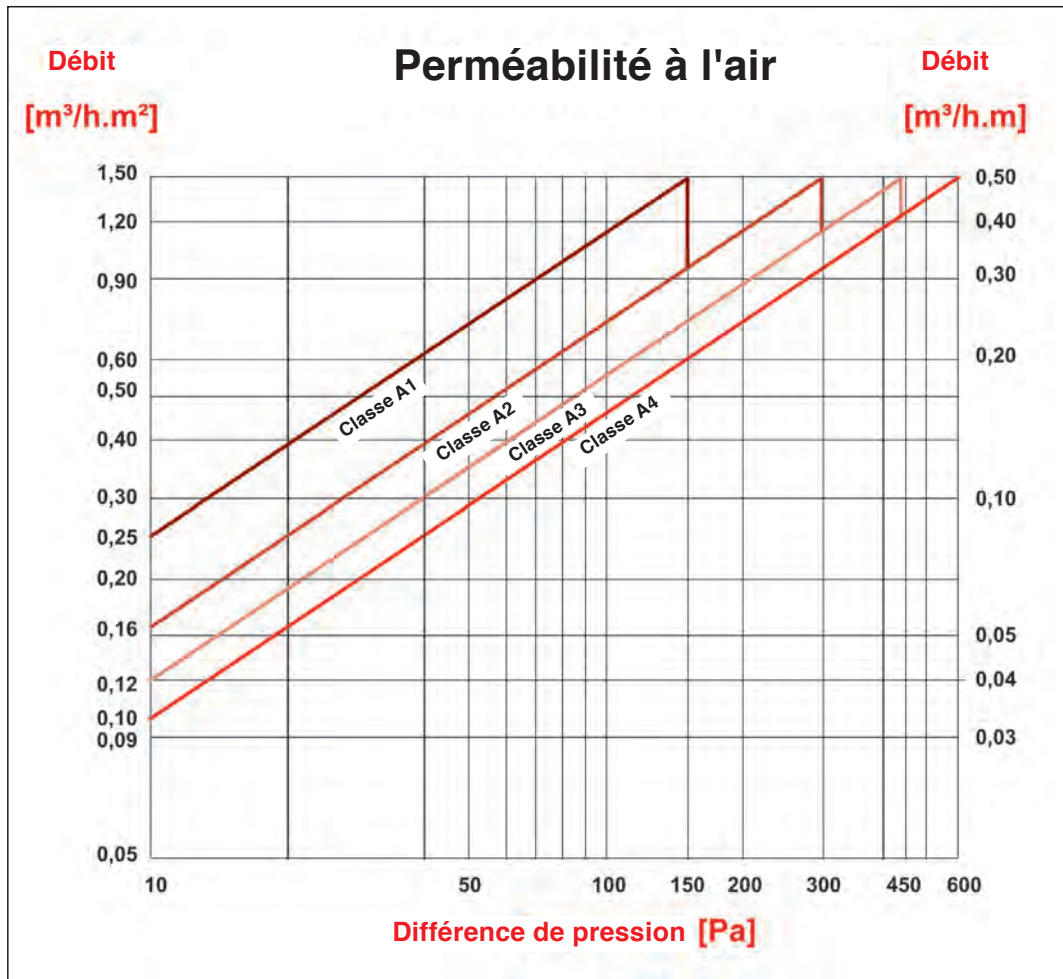


Figure 4.22 : Classification de la perméabilité à l'air des façades rideaux selon la NBN EN 12152.

#### 4.5.3 Améliorer l'étanchéité à l'air

Les fenêtres à simple vantail et les fenêtres oscillo-battantes présentent généralement de meilleures performances que les autres types de menuiserie, c'est-à-dire la classe 4. Les fenêtres coulissantes présentent souvent des performances légèrement inférieures à celles des fenêtres oscillo-battantes, c'est-à-dire la classe 3 ou 2.

La construction étanche à l'air exige une grande précision dans les détails et les raccordements. La qualité de l'assemblage, l'exécution et la précision du projet méritent une attention particulière, à savoir :

- la continuité des joints d'étanchéité ;
- la compression des joints d'étanchéité ;
- le réglage des ferrures et pentures ;
- les dimensions des battées ;
- la qualité des assemblages (collés, soudés, ...) ;
- la qualité des joints au mastic ;
- la rigidité des profilés ;
- le respect des dimensions (diagonale, jeu correct entre le vantail et le dormant, dimensions des profilés, parclozes, ...) ;

- la stabilité dimensionnelle des profilés en aluminium, acier, PVC ou bois ;
- le nombre de points de fermeture ;
- le dimensionnement correct des points de suspension, ...

La réalisation de joints d'étanchéité supplémentaires (battée multiple) peut contribuer à l'amélioration de l'étanchéité à l'air. Toutefois, si l'effort de manœuvre des vantaux est limité à 100N, l'augmentation du nombre des battées risque de réduire la compression des joints. En outre, il importe toujours de savoir quel joint assure l'étanchéité à l'air et celui-ci doit être suffisamment comprimé. Lorsque d'autres joints sont posés, souvent pour des raisons acoustiques, qui présentent des épaisissements locaux, l'étanchéité à l'air de l'ensemble de la menuiserie risque d'en pâtir.

#### 4.5.4 Mesurer l'étanchéité à l'air

Lorsque les travaux sont terminés, il convient de mesurer l'étanchéité à l'air réellement réalisée. Comme il est très difficile d'apporter des améliorations à ce stade, il est recommandé de procéder préalablement à un ou plusieurs essais à titre informatif. Ceux-ci ne doivent pas nécessairement être exécutés conformément aux prescriptions de la norme, mais doivent permettre de détecter des fuites éventuelles en vue d'y remédier.

L'étanchéité à l'air est mesurée selon la méthode décrite dans la norme NBN EN 13829. A l'aide d'un ventilateur placé entre l'ambiance intérieure et extérieure, l'ambiance intérieure peut être successivement mise en surpression et en dépression. Le débit d'air que le ventilateur doit produire pour maintenir un niveau de pression de 50 Pa à l'intérieur correspond au débit d'air qui se perd par les fuites dans l'enveloppe du bâtiment.

Le taux de fuite total mesuré au travers de l'enveloppe du bâtiment, la valeur  $V_{50}$ , est égal au débit volumique total perdu à une pression de 50 Pa.

L'étanchéité à l'air d'un bâtiment est déterminée comme suit :

- La valeur  $n_{50}$  (le taux de ventilation) indique le nombre de fois que le volume d'air se renouvelle en 1 heure par rapport à l'ensemble du volume intérieur protégé d'un bâtiment à une différence de pression de 50 Pa. [ $h^{-1}$ ].
- La valeur  $v_{50}$  indique le volume d'air qui se perd en moyenne par heure à travers une surface de mur de 1 m<sup>2</sup> à une différence de pression de 50 Pa. [ $m^3/h.m^2$ ].

## 4.6 Etanchéité à l'eau

La menuiserie sera construite de sorte que l'eau se situant dans la feuillure puisse être évacuée de manière contrôlée sans éclabousser les parties qui doivent rester sèches.

### 4.6.1 Portes et fenêtres

L'étanchéité à l'eau des portes et fenêtres est déterminée au moyen d'un mur d'essai selon la norme NBN EN 1027. Au cours de cet essai, une différence de pression sous charge d'eau est appliquée sur l'élément de façade, qui augmente de 0, 50, 100, 150, ...Pa. Pour la classification, la valeur de la pression d'épreuve qui précède la pression d'épreuve à laquelle la fuite se produit est prise en compte. Les résultats des essais sont classifiés selon la NBN EN 12208.

### 4.6.2 Façades rideaux

L'étanchéité à l'eau des façades rideaux est déterminée au moyen d'une armoire d'essai selon la NBN EN 12155. Au cours de cet essai, une différence de pression sous charge d'eau est appliquée sur l'élément de façade, qui augmente de 0, 50, 100, 150, ...Pa. Pour la classification, la valeur de la pression d'épreuve qui précède la pression d'épreuve à laquelle la fuite se produit est prise en compte. Les résultats des essais sont classifiés selon la NBN EN 12154.

Pression d'épreuve Pmax en Pa (*)	Classification		Spécifications
	Méthode d'essai A	Méthode d'essai B	
-	0	0	Pas de prescription
0	1A	1B	Arosage pendant 15 minutes
50	2A	2B	Idem classe 1 + 5 min.
100	3A	3B	Idem classe 2 + 5 min.
150	4A	4B	Idem classe 3 + 5 min.
200	5A	5B	Idem classe 4 + 5 min.
250	6A	6B	Idem classe 5 + 5 min.
300	7A	7B	Idem classe 6 + 5 min.
450	8A	-	Idem classe 7 + 5 min.
600	9A	-	Idem classe 8 + 5 min.
> 600	E xxx	-	Au-delà de 600 Pa par palier de 150 Pa chaque pression sera maintenue pendant 5 min.

(\*) : Après 15 minutes de pression zéro et 5 minutes pour les paliers successifs.

Tableau 4.23 : Classification de l'étanchéité à l'eau des portes et fenêtres selon la NBN EN 12208.

Pression d'essai maximale $P_{max}$ en Pa	Classification Méthode d'essai A
150	R4
300	R5
450	R6
600	R7
> 600	RExxx

Tableau 4.24: Classification de l'étanchéité à l'eau des façades rideaux selon la NBN EN 12154.

Les méthodes d'essai mentionnées peuvent aussi être utilisées pour déterminer l'étanchéité à l'eau d'autres éléments de façade que les portes, fenêtres et façades rideaux.

### 4.6.3 Améliorer l'étanchéité à l'eau

L'égalisation de la pression est très importante pour l'étanchéité à l'eau. Cela signifie que l'on essaie d'obtenir une pression égale dans les chambres qui précèdent le plan d'étanchéité à l'air afin que l'eau ne circule pas dans la construction. L'étanchéité à l'air contribue donc à la pression dans le profilé. L'égalisation de pression détermine la quantité d'eau qui peut pénétrer dans le profilé. La géométrie et le drainage du profilé déterminent la quantité d'eau qui peut pénétrer sans problèmes. Lorsque la quantité d'eau qui pénètre est supérieure à la quantité qui sort, une colonne d'eau, et donc une pression hydrostatique, se forme. C'est pourquoi, pour l'étanchéité à l'eau, les ouvertures de drainage sont aussi importantes que les ouvertures d'aération. A cet effet, dans la menuiserie en aluminium, on peut interrompre le joint supérieur extérieur de 50 mm.



Figure 4.25: Schéma de principe de l'égalisation de pression dans un profilé avec : (1) la protection contre la pluie (2) la surface de drainage (3) le plan d'étanchéité à l'air.

Les problèmes les plus courants qui sont à l'origine des infiltrations d'eau sont :

- des ouvertures de ventilation ou de drainage insuffisantes ;
- une interruption dans l'étanchéité à l'air au droit des angles ou des charnières ;
- un mauvais réglage de la quincaillerie à l'origine d'une compression irrégulière du joint ;
- le dimensionnement du vantail qui ne correspond pas à celui du cadre ;
- le vantail pas d'équerre ou pas centré dans le cadre fixe ;
- le chevauchement du joint avec la battée trop faible pour compenser les tolérances de pose ;
- les assemblages d'angle et en T non étanches ;
- le joint qui ne peut pas suivre suffisamment rapidement la déformation du cadre ;
- la parclose trop courte, ce qui engendre trop de courant d'air qui entraîne l'eau dans la construction ;
- un nombre insuffisant de points de fermeture, généralement côté charnière.

## 4.7 Acoustique et insonorisation

Dans une façade, la fenêtre vitrée est généralement l'élément qui présente la plus faible isolation acoustique. Il convient par conséquent d'accorder une attention particulière autant au vitrage qu'au châssis. L'isolation acoustique est un domaine complexe où de nombreux facteurs interviennent. Nous nous limiterons ici à donner quelques recommandations générales et pratiques pour résoudre les principaux problèmes liés à l'utilisation du verre dans les fenêtres. Des résultats sûrs dans ce domaine nécessitent une étude par un bureau spécialisé. Il est fortement recommandé de réaliser l'étude acoustique dès la phase de conception du bâtiment, car c'est à ce moment que les solutions les plus efficaces et les plus économiques peuvent être réalisées.

Un pan de façade se compose de plusieurs éléments de façade qui peuvent être réalisés par des entreprises différentes. Ce n'est que grâce à une exécution précise, des détails de finition corrects et une bonne performance acoustique de tous les éléments de façade que les exigences peuvent être satisfaites.

### 4.7.1 Normes

**NBN S 01-400-1**

**Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation**

**NBN S 01-400-2**

**Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires**

Toutes les exigences sont connues pour le bâtiment fini et sont mesurées sur place. Dans la phase de développement d'un projet, il est indispensable d'appliquer les principes et d'utiliser les moyens d'exécution appropriés pour atteindre les performances requises.

L'approche de l'isolation acoustique des façades est la même dans les deux normes. Ces normes font la distinction entre deux niveaux de qualité acoustique, à savoir le confort acoustique normal (CAN) et le confort acoustique supérieur (CAS). Des critères sont établis pour l'isolation aux bruits aériens, les bruits d'impact, l'isolation des façades, le bruit des installations et l'absorption.

Dans ces nouvelles normes, le volet isolation acoustique des façades est basé sur :

- une définition acoustique de l'environnement dans lequel le bâtiment se situe (facteur  $L_A$ ) ;
- les exigences relatives au plan de façade d'un espace du bâtiment à protéger, à partir des sollicitations dues à l'environnement et au type d'espace derrière la façade (facteur  $D_{Atr}$ ) ;
- les exigences pour chaque élément de construction (ici la fenêtre et la grille de ventilation le cas échéant) dont la façade est constituée (facteurs  $R_{Atr}$  et  $D_{neAtr}$ ).

Les anciennes normes acoustiques - **NBN S 01-400** et **NBN S 01-401** - contiennent des exigences pour d'autres types de bâtiments (hôpitaux, hôtels, bureaux, ...) exprimées en valeurs uniques typiques pour la Belgique (les catégories). Elles peuvent être appliquées dans la mesure où la transformation des critères pour les autres bâtiments non-résidentiels est encore en cours de préparation.

Pour les bureaux, on applique parfois, en accord avec le maître d'ouvrage et l'architecte, la norme des bâtiments scolaires, plus conforme à la norme actuelle.

Une mise à jour de la norme pour les immeubles résidentiels est actuellement en cours de préparation (prNBN S 01-400-1). Cette version préliminaire entraînera quelques modifications. Une nouvelle norme est également en cours de préparation pour les autres types de bâtiments (hôpitaux, hôtels, bureaux, ...). Toutes deux sont encore en phase de projet et n'étaient pas encore d'application au moment de la publication.

Les normes suivantes sont d'application pour les mesures :  
**EN ISO 10140-2: isolation directe des façades en laboratoire**

**EN ISO 16283-3: isolation directe des façades in situ**

**EN ISO 10848-2: isolation latérale des façades**

## 4.7.2 Grandeurs acoustiques

### Valeur unique

L'isolation aux bruits aériens d'un élément peut facilement être exprimée au moyen d'une valeur unique à l'aide de la NBN EN ISO 717-1.

La performance d'isolation acoustique aux bruits aériens peut être exprimée soit par un spectre d'isolation (performance en fonction de la fréquence) soit par une valeur unique suivie de deux termes de correction du spectre. La valeur unique est représentée par la grandeur même suivie de la lettre "w" en indice ("w" pour "weighted" ou moyenne pondérée). Les termes de correction sont représentés respectivement par C (pour les corrections qui prennent en compte les moyennes et hautes fréquences) et  $C_{tr}$  (pour les corrections qui prennent en compte les basses fréquences). Par exemple  $R_w (C; C_{tr})$

- $R_w$  : représente la valeur unique (valeur pondérée) de la grandeur R (dB) ;
- C est le terme de correction pour le bruit rose (spectre 1) ;
- $C_{tr}$  est le terme de correction pour le bruit de circulation (spectre 2 - "tr" pour "trafic").

Les deux termes de correction sont définis pour tenir compte du type de bruit contre lequel il faut isoler.

Les valeurs à considérer pour caractériser l'isolation sont donc, selon le cas, ( $R_w + C$ ) ou ( $R_w + C_{tr}$ ). Le tableau 4.26 donne des indications sur le choix du terme d'adaptation en fonction de l'origine du bruit (haute, moyenne ou basse fréquence).

Il faut savoir que les valeurs de l'indice d'affaiblissement acoustique R ainsi obtenues correspondent à des mesures en laboratoire. Les valeurs uniques permettent donc de classer les vitrages et donc de les comparer. En d'autres termes, si un vitrage spécifique a une valeur unique plus élevée qu'un autre type de vitrage, il sera plus performant. In situ, d'autres grandeurs sont appliquées pour caractériser, par exemple, les performances de la façade (voir les normes). Comme mentionné plus haut, la valeur unique pour l'isolation de la façade in situ est par conséquent la suivante :  $D_{Atr} = D_{2m,nT,w} + C_{tr}$ . Cette formule mesure la différence de pression acoustique standardisée ( $D_{2m,nT}$ ) entre le niveau de pression acoustique à 2 m de la façade et celui à l'intérieur de la pièce. Après le mesurage, la valeur unique est calculée ( $D_{2m,nT,w}$ ) et ensuite corrigée pour les basses fréquences ( $D_{2m,nT,w} + C_{tr} = D_{Atr}$ ).

Source de bruit	$R_w + C$	$R_w + C_{tr}$
Jeux d'enfants	x	
Activités domestiques (parler, musique, radio, tv,...)	x	
Discothèque		x
Circulation routière rapide (> 80 km/h)	x	
Circulation routière lente		x
Trafic ferroviaire moyen à rapide	x	
Trafic ferroviaire lent		x
Trafic aérien (avions à réaction) à courte distance	x	
Trafic aérien (avions à réaction) à grande distance		x
Avions à hélice		x
Entreprises produisant du bruit à moyenne et haute fréquence	x	
Entreprises produisant du bruit à moyenne et basse fréquence		x

Tableau 4.26 : Choix du terme de correction pour la détermination de la valeur unique à utiliser en fonction de la nature du bruit.

Il est important de ne pas confondre les grandeurs et de ne comparer que des mêmes grandeurs. Sachez aussi qu'un test en laboratoire ne dit rien sur un test in situ. Il s'agit de deux conditions différentes. Les essais effectués en laboratoire démontrent la performance **d'un élément**. In situ, le test donne la performance de l'ensemble d'une construction, compte tenu **de l'intérieur et de l'extérieur** où plusieurs facteurs interviennent.

	Symbole	Signification	Désignation alternative
Bruit extérieur	$L_{Aref}$ et $L_A$ [dB]	$L_{Aref}$ est déterminé à partir de mesures effectuées à un point de référence extérieur situé à 2m au-dessus du sol et à 2m perpendiculairement au centre de la façade la plus exposée acoustiquement du bâtiment dans lequel se situe le local à protéger. $L_A$ est la valeur pondérée A calculée pour chaque pan de façade du local à protéger à partir de la grandeur $L_{Aref}$ selon la méthode décrite dans l'annexe B de la norme. Les exigences relatives à l'isolation d'un pan de façade sont dérivées de $L_A$ .	/
Pan de façade	$D_{Atr}$ [dB]	La différence de niveau acoustique pondérée standardisée pour un pan de façade présentant le spectre type du bruit de trafic routier <b>mesuré in situ</b> . Elle est de préférence mesurée avec une source de bruit selon une méthode de mesure normalisée. Les exigences en matière d'isolation des façades dans la norme belge sont exprimées dans cette grandeur.	$D_{2m,nT,w}(C;C_{tr})$ avec $D_{Atr}=D_{2m,nT,w}+C_{tr}$
Éléments de construction	$R_{Atr}$ [dB]	L'indice d'affaiblissement acoustique corrigé pour le bruit de trafic. Grandeur mesurée en laboratoire qui exprime dans quelle mesure un élément de façade courant (vitres, fenêtres, murs, panneaux, ...) retient le bruit de la circulation. Il exprime la performance acoustique d'un élément. Ne s'applique pas aux grilles de ventilation.	$R_w(C;C_{tr})$ avec $R_{Atr}=R_w+C_{tr}$
	$D_{n,e,Atr}$ [dB]	Différence de niveau acoustique normalisé pondéré par élément pour l'ensemble d'une façade, corrigée par le type de spectre pour le bruit de circulation. Mesurée en laboratoire pour les petits éléments. Attention : ne peut pas être comparée 1 sur 1 avec $R_{Atr}$ !	$D_{n,e,w}(C;C_{tr})$ avec $D_{n,e,Atr}=D_{n,e,w}+C_{tr}$

Tableau 4.27 : Les principales grandeurs acoustiques pour l'isolation des façades.

### 4.7.3 Exigences relatives aux éléments de façade des bâtiments résidentiels

Un pan de façade est généralement constitué de plusieurs éléments de façade qui peuvent être réalisés par différents corps de métier. Cette rubrique précise les exigences relatives à ces différents intervenants. Les exigences générales mentionnées ci-dessus ne pourront être satisfaites qu'à condition que l'élément de façade soit exécuté avec précision, avec les détails de raccordement corrects

et une performance acoustique suffisante.

Ces exigences peuvent être déduites selon la norme NBN EN 12354-3. A défaut d'une exigence pour la performance acoustique de chaque élément du pan de façade dans le dossier de construction, les exigences ou valeurs par défaut suivantes sont d'application :

**Exigence pour les performances acoustiques des éléments de façade (y compris les détails de raccordement à un élément de façade adjacent) qui font partie d'un pan de façade d'un séjour, d'une cuisine, d'une salle d'étude et d'une chambre à coucher.**

Tous les éléments de façade à l'exception des grilles de ventilation	$R_{Atr} \geq D_{Atr} + 3 + 10 \log [3(S_{net} + 5n)/V]$ [dB]
Grilles de ventilation le cas échéant	$D_{ne_{Atr}} \geq R_{Atr} + 3$ [dB]

Où :

- $n$  [/] = Le nombre de grilles de ventilation dont la performance acoustique est identique  $D_{ne_{Atr}} \geq R_{Atr} + 3$  dB. Sans grille de ventilation  $n = 0$ .
- $V$  [ $m^3$ ] = Le volume de l'espace à protéger.
- $S_{netto}$  [ $m^2$ ] = La surface totale des éléments du pan de façade qui, par leur choix de construction, ont un  $R_{Atr} < 48$  dB.

Tableau 4.28 : Exigences pour les éléments de façade concernant les responsabilités partielles.

#### Précisions:

Si la différence de niveau de pression acoustique standardisée  $D_{Atr}$  répond aux exigences, les exigences relatives à la performance acoustique des éléments de façade tombent. Sinon, les performances partielles de ces exigences doivent être évaluées par rapport à la performance des éléments de façade.

#### 4.7.4 Déterminer l'isolation acoustique

L'isolation acoustique réelle d'un élément de façade ne peut être déterminée avec précision que par des mesures. Cependant, au stade de la conception, le degré d'isolation acoustique attendue peut uniquement être déterminé par calcul.

Dans le cadre du Marquage CE pour portes et fenêtres, l'annexe B de la norme produit NBN EN 14351-1 pour portes et fenêtres extérieures constitue une possibilité.

Les points de départ pour pouvoir appliquer l'annexe B précitée et les tableaux correspondants (voir pages suivantes) sont :

Les tableaux sont uniquement d'application dans le cas de l'application de vitrages isolants. Les caractéristiques d'isolation acoustique exprimées par l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré  $R_w(C; C_{tr})$  du double vitrage isolant doivent être connues. Ici,  $R_w$  est l'indice d'affaiblissement acoustique pondéré global contre les bruits aériens du double vitrage isolant, tandis que  $C$  et  $C_{tr}$  sont des facteurs de correction pour les bruits à moyenne et haute fréquence (par exemple le trafic autoroutier et ferroviaire), respectivement pour les bruits à fréquences relativement basses (par ex. le trafic urbain). Par exemple, le vitrage isolant 6-12-8 a une isolation acoustique  $R_w(C; C_{tr})$  de 35(-2;-5) dB soit 33 dB, à savoir 35-2, contre les bruits de moyenne et haute fréquence et de 30 dB, à savoir 35-5, pour les bruits de basse fréquence. Conformément à la NBN EN ISO 10140-2, l'indice d'affaiblissement acoustique peut être mesuré en laboratoire. L'échantillon standard sur lequel les mesures sont effectuées a une dimension de 1,23 m x 1,48 m = 1,82 m<sup>2</sup>. D'autres dimensions spécifiques pour un projet peuvent également être soumises aux essais.

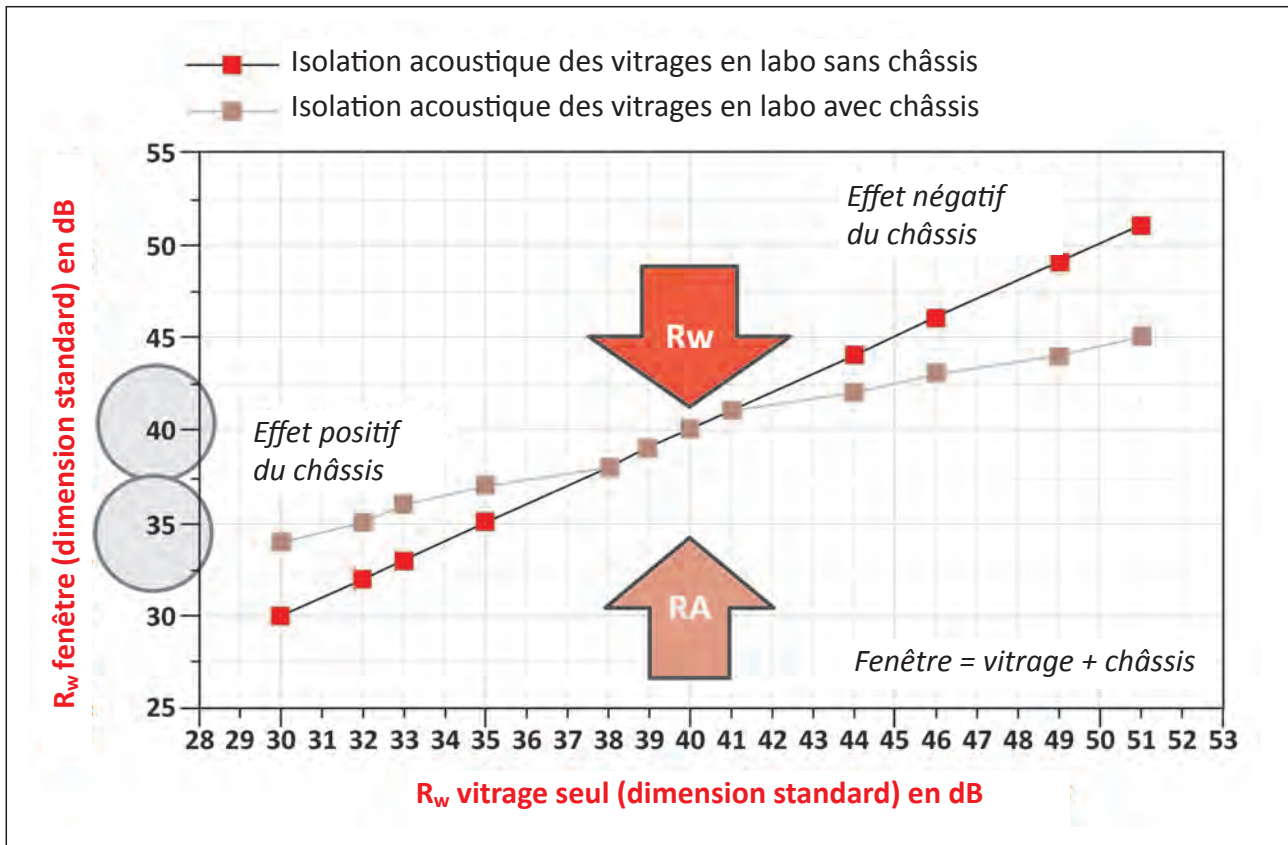


Figure 4.29 : Graphique de base pour déterminer la valeur de l'isolation d'une fenêtre au moyen d'un modèle simplifié.

$R_w^{(a)}$ du vitrage isolant [dB]	Fenêtres simples <sup>(b)</sup>		Fenêtres coulissantes simples	
	$R_w$ de la fenêtre [dB]	Nombre de joints requis <sup>(d)</sup>	$R_w$ de la fenêtre [dB]	Nombre de joints requis <sup>(d)</sup>
27	30	1	25	1
28	31	1	26	1
29	32	1	27	1
30	33	1	28	1
32	34	1	29	1
34	35	1	29	1
36	36	2	30	1
38	37	2	Sur demande	Sur demande
40	38	2	Sur demande	Sur demande

Tableau 4.30 :  $R_w$  d'une fenêtre, déterminé à partir de  $R_w$  du vitrage isolant.

**Légende des tableaux 4.30 et 4.31 (page suivante) :**

- (a) Essais selon la NBN EN ISO 10140-1 à 5 ou données selon la norme EN 12758 ou EN 12354-3.
- (b) Fenêtres fixes et/ou ouvrantes qui répondent au moins à la classe de perméabilité à l'air 3 (Classe 3 de la NBN EN 12207 pour le Marquage CE).
- (c) Fenêtres coulissantes qui répondent au moins à la classe de perméabilité à l'air 2 (Classe 2 de la NBN EN 12207 pour le Marquage CE).
- (d) Nombre de joints pour fenêtres ouvrantes.

Ces tableaux sont très généraux et ne tiennent pas compte des spécifications (améliorées) des producteurs de châssis !

$R_w + C_{tr}$ <sup>(a)</sup> du vitrage isolant [dB]	Fenêtres simples <sup>(b)</sup>		Fenêtres coulissantes simples <sup>(c)</sup>	
	$R_w + C_{tr}$ de la fenêtre [dB]	Nombre joints requis <sup>(d)</sup>	$R_w + C_{tr}$ de la fenêtre [dB]	Nombre de joints requis <sup>(d)</sup>
24	26	1	24	1
25	27	1	25	1
26	28	1	26	1
27	29	1	26	1
28	30	1	27	1
30	31	1	27	1
32	32	2	28	1
34	33	2	Sur demande	Sur demande
36	34	2	Sur demande	Sur demande

Tableau 4.31 :  $R_w + C_{tr}$  d'une fenêtre, déterminé à partir de  $R_w + C_{tr}$  du vitrage isolant.

Détermination de l'isolation acoustique  $R_w(C;C_{tr})$  d'une fenêtre sur la base des caractéristiques d'isolation acoustiques du double vitrage isolant de la fenêtre :

1.  $R_w$  de la fenêtre peut être déterminé à partir de la valeur connue du  $R_w$  du double vitrage isolant ; voir tableau  $R_w$  d'une fenêtre.
2.  $R_w + C_{tr}$  de la fenêtre peut être déterminé à partir de la valeur connue  $R_w + C_{tr}$  du double vitrage isolant ; voir tableau  $R_w + C_{tr}$  d'une fenêtre.
3. La valeur C de la fenêtre est dans tous les cas -1 dB.
4.  $C_{tr}$  est facile à calculer en soustrayant la valeur  $R_w$  de la fenêtre de la valeur  $R_w + C_{tr}$  de la fenêtre.

La valeur de  $R_w + C_{tr}$  du double vitrage isolant telle qu'elle figure dans le tableau  $R_w + C_{tr}$  d'une fenêtre est normalement basée sur une dimension de vitrage de 1,23 x 1,48 = 1,82 m<sup>2</sup> conformément à la NBN EN ISO 10140 partie 1 à 5.

Pour l'application de vitrage isolant dans des fenêtres d'autres dimensions, on utilisera le tableau 4.32. Ces données révèlent que l'isolation acoustique d'une fenêtre diminue selon que les dimensions de la fenêtre augmentent.

Plage des dimensions de fenêtres		Valeur de l'isolation acoustique de la fenêtre
Pourcentage de la surface testée	Surface totale pour l'utilisation des tableaux 4.30 et 4.31	
- 100 % à + 50 %	≤ 2,7 m <sup>2</sup>	$R_w$ et $R_w + C_{tr}$ des tableaux 4.29 et 4.30
+ 50 % à + 100 %	2,7 m <sup>2</sup> à 3,6 m <sup>2</sup>	$R_w$ et $R_w + C_{tr}$ du tableau correction -1 dB.
+ 100 % à + 150 %	3,6 m <sup>2</sup> à 4,6 m <sup>2</sup>	$R_w$ et $R_w + C_{tr}$ du tableau correction -2 dB
> 150 %	> 4,6 m <sup>2</sup>	$R_w$ et $R_w + C_{tr}$ du tableau correction -3 dB

Tableau 4.32 : Règles d'extrapolation pour les différentes dimensions de fenêtres.

**Exemple de calcul :**

Calcul de l'isolation acoustique  $R_w(C;C_{tr})$  d'une fenêtre oscillo-battante à simple joint. Les dimensions de la fenêtre sont 1250 x 1600 mm (= 2,0 m<sup>2</sup>). Elle est équipée d'un vitrage isolant d'une valeur  $R_w(C;C_{tr}) = 30 (-1; -4)$ .

Avec un  $R_w$  de 30 dB pour le double vitrage isolant, selon le tableau  $R_w$ , l'isolation acoustique de la fenêtre oscillo-battante est de 33 dB.

Avec un  $C_{tr}$  de -4 dB pour le double vitrage isolant, la valeur  $R_w + C_{tr}$  du double vitrage isolant est de 26 dB. La valeur  $R_w + C_{tr}$  correspondante pour la fenêtre oscillo-battante selon le  $R_w + C_{tr}$  d'une fenêtre est de 28 dB.

Cela signifie que le  $C_{tr}$  de la fenêtre oscillo-battante est de -5 dB, à savoir 28 dB - 33 dB. Avec une valeur standard de  $C = -1$  pour la fenêtre oscillo-battante, l'isolation acoustique  $R_w(C;C_{tr})$  de la fenêtre oscillo-battante est de 33 (-1 ; -5).

**Remarque:** la correction pour la surface n'est pas nécessaire. La surface est de 2,0 m<sup>2</sup> et donc < 2,7 m<sup>2</sup>; voir aussi tableau 4.32 - Règles d'extrapolation pour les différentes dimensions de fenêtres.

**4.7.5 Points importants**

Pour les différents types de façades du point 1.7.2, les principaux points d'attention suivants sont d'application en ce qui concerne la transmission du bruit in situ :

**1. Façade rideau :**

- isolation acoustique extérieur – intérieur (bruit direct et, en moindre mesure, bruit indirect) ;
- transmission du bruit par les montants (indirect) ;
- transmission du bruit par les traverses (indirect) ;
- raccord entre façade et plafond/plancher (bruit indirect) ;
- raccord entre façade et un mur (bruit direct).

**2. Bandeau de fenêtre horizontal :**

- isolation acoustique extérieur – intérieur (bruit direct et bruit indirect en moindre mesure) ;
- transmission de bruit par les montants (indirect) ;
- transmission de bruit par les traverses (indirect) ;
- raccord entre la façade et un mur (bruit aérien).

**3. Bandeau de fenêtre vertical :**

- isolation acoustique extérieur – intérieur ;
- transmission de bruit par les montants (bruit de contact et aérien) ;
- raccord entre façade et plafond (bruit direct).

**4. Élément de fenêtre:**

- isolation acoustique extérieur – intérieur (bruit direct et en moindre mesure bruit indirect).

L'exécution correcte et le soin apporté aux détails de raccord (étanchéité en général, suffisamment de points de fermeture avec une tension de serrage suffisante pour les fenêtres ouvrantes, ...) sont indispensables, ainsi qu'un joint d'étanchéité continu tout autour des parties ouvrantes.

Les façades rideaux traditionnelles permettent d'atteindre des performances acoustiques jusqu'à  $R_w = 45$  dB en fonction du choix du vitrage et des profilés. Dans certaines applications, il peut y avoir des exigences au niveau de la transmission indirecte du bruit. Des exigences plus sévères sont possibles à condition de prévoir une composition spéciale, par exemple avec des montants dédoublés, des profilés revêtus, ...

Pour la menuiserie qui comporte des parties saillantes comme les larmiers ou rejets d'eau, une attention particulière sera accordée au bruit d'impact de la pluie et de la grêle. Pour que l'application d'une membrane antibruit soit efficace, il faut que les parties horizontales soient recouvertes sur environ 2/3 de leur surface. Des bruits de vent gênants peuvent être causés par l'utilisation, par exemple, de grilles, angles vifs et profilés creux dans les éléments de façade. Ces bruits ne sont pas prévisibles par le constructeur. Lorsque ces nuisances apparaissent par la suite, il faudra évaluer comment le maître d'ouvrage pourra y remédier. Avec des analyses CFD, il est possible de simuler à l'avance si les effets du vent, en particulier pour les immeubles de grande hauteur, peuvent causer un problème (turbulences, tourbillons, etc.) en termes de « sifflements ». Des nuisances sonores peuvent également se produire en raison du « cliquetis » des panneaux ou des protections solaires fixes sous l'influence du vent.

Les valeurs indicatives suivantes peuvent être appliquées pour les vitrages : (voir page suivante).

DOUBLE VITRAGE			SIMPLE VITRAGE			
COMPOSITION (mm)	R <sub>w</sub> +C (dB)	R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub> (dB)	ÉPAISSEUR TOTALE DU VITRAGE	ÉPAISSEUR (mm)	R <sub>w</sub> +C (dB)	R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub> (dB)
4-12-4	29	26	8	8	34	32
6-12-6	31	30	12	12	37	35
6-16-6	33	29	12	12	37	35

Tableau 4.33 : Exemples de performances acoustiques des simples et doubles vitrages. Le tableau 4.33 présente des doubles vitrages symétriques. Il est **conseillé de ne pas opter pour des vitrages symétriques** en raison des moins bonnes performances acoustiques suite à la résonance dans les doubles vitrages. Comme on peut le voir, la performance du simple vitrage est meilleure que celle d'un double vitrage symétrique d'une masse surfacique équivalente. C'est ainsi qu'un vitrage simple de 4mm obtient de meilleures performances qu'un vitrage 4-12-4 !

DOUBLE VITRAGE			SIMPLE VITRAGE			
COMPOSITION (mm)	R <sub>w</sub> +C (dB)	R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub> (dB)	ÉPAISSEUR TOTALE DU VITRAGE	ÉPAISSEUR (mm)	R <sub>w</sub> +C (dB)	R <sub>w</sub> +C <sub>tr</sub> (dB)
6-15-4	33	31	10	8	34	32
8-12-5	35	32	13	12	37	35
8-20-5	35	32	13	12	37	34
10-12-6	36	34	16	15	35	34
10-15-6	37	34	16	15	36	34
10-12-8	36	34	18	19	39	37

Tableau 4.34 : Exemples des performances acoustiques de simples vitrages et de doubles vitrages asymétriques.

Le verre feuilleté peut également être utilisé dans les vitrages acoustiques :

- **Vitrage feuilleté avec un intercalaire en PVB (PolyVinylButyral)** : sa première fonction est la sécurité et le retardement à l'effraction, mais il contribue également à l'amélioration acoustique ; celle-ci est optimale lorsque le vitrage est composé de deux feuilles de verre assemblées à l'aide de (deux ou plusieurs) feuilles de PVB. L'épaisseur standard d'une feuille de PVB est de 0,38 mm.
- **Le vitrage à amélioration acoustique avec le PVBA** : ce type de PVBA acoustique est plus récent et plus souple que le PVB courant et a été développé pour offrir une meilleure isolation acoustique ; les performances acoustiques de ce type de vitrage se rapprochent de celles du verre feuilleté à la résine coulée et conserve les mêmes caractéristiques de sécurité et de protection contre l'intrusion que le PVB. Il est important de

mentionner que le côté feuilleté du double vitrage doit être posé du côté intérieur du bâtiment. Plusieurs types de PVBA ont des performances différentes (différence de prix). Il est donc important que la fiche technique mentionne quel type de PVBA a été utilisé afin de pouvoir prendre les bonnes décisions. Attention : il est difficile de contrôler le type de PVB utilisé dans le vitrage après sa fabrication. La seule façon d'obtenir une indication est d'effectuer un test acoustique sur le verre.

- Le triple vitrage est de plus en plus utilisé pour des raisons thermiques. Malheureusement, le triple vitrage est moins performant sur le plan acoustique que le double vitrage équivalent (même masse surfacique). Cela est dû aux phénomènes de résonance dus à la présence de deux espaces d'air. Pour compenser cela, un triple vitrage plus lourd sera choisi.

## 4.8 Entrées et portes de locaux techniques

Pour les entrées et les portes des locaux techniques, on utilise couramment des portes en verre trempé, portes coulissantes/cloisons pliantes, tourniquets et cloisons coulissantes. En raison de la nature de ces constructions, des dispositions spéciales sont souvent nécessaires pour exécuter les joints de fermeture de manière à répondre aux exigences normales de perméabilité à l'air et d'étanchéité à l'eau. Lorsque de telles constructions sont utilisées, il convient de respecter ce qui suit :

- En position fermée, les interstices ne peuvent pas dépasser 10 mm .
- Le maître d'ouvrage devra prendre des mesures constructives supplémentaires, entre autres en ce qui concerne l'exigence de "protection contre l'humidité" venant de l'extérieur.

Ces dispositions constructives peuvent être l'installation de :

- un auvent de dimensions suffisantes afin que l'eau de pluie battante sous un angle de 45° ne puisse pas atteindre la partie mobile et que la poussée de l'eau soit empêchée ;
- un sas anti-courants d'air ;
- un caniveau dans le sol afin que l'eau de pluie qui pénètre puisse être évacuée ;
- des brosses d'étanchéité.

La poussée de l'eau peut être évitée en prenant des mesures techniques au niveau de l'installation, par exemple en créant une surpression permanente dans l'espace intérieur. Le maître d'ouvrage peut imposer des exigences divergentes et/ou supplémentaires en ce qui concerne la perméabilité à l'air et l'étanchéité à l'eau pour les portes destinées à des applications spéciales, comme les portes de locaux techniques, portes de secours dans les tunnels, portes d'archives, etc.

## 4.9 Façades inclinées et toitures en verre

La menuiserie inclinée de ces spécifications a un angle d'inclinaison  $\alpha$  qui varie de  $15^\circ < \alpha \leq 30^\circ$  ou  $-15^\circ < \alpha \leq -30^\circ$  par rapport à la verticale. Lorsque cet angle  $\alpha$  est supérieur à  $30^\circ$  ou inférieur à  $-30^\circ$ , une étude spéciale s'impose. Si l'angle d'inclinaison  $\alpha$  varie de  $-15^\circ < \alpha \leq 15^\circ$ , la menuiserie est considérée comme verticale.

La projection horizontale du surplomb ne peut cependant dépasser 50 cm. Si tel est le cas, l'ouvrage est à considérer comme incliné.

Pour un angle d'inclinaison  $\alpha$  qui varie entre  $-30^\circ < \alpha \leq -15^\circ$ , les exigences sont les mêmes que pour les façades verticales et les exigences supplémentaires suivantes sont d'application :

- Les feuillures des panneaux de remplissage inclinés doivent avoir au moins 25mm de profondeur. Pour plus d'informations, voir aussi la NIT 221 - La pose des vitrages en feuillure.
- Lorsque les parcloles reprennent entièrement ou partiellement le poids propre du panneau de remplissage (les parcloles se situent du côté en saillie au-dessus de la zone d'activité), elles seront toujours fixées avec des vis. Il n'est pas permis de les clipser uniquement.

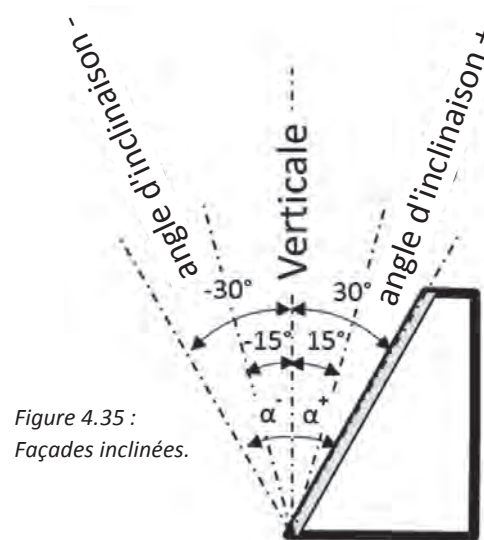


Figure 4.35 :  
Façades inclinées.

Pour un angle d'inclinaison  $\alpha$  qui varie entre  $-30^\circ < \alpha \leq -15^\circ$ , les exigences sont les mêmes que pour les façades verticales, sauf que l'étanchéité à l'eau nécessite la mise à l'épreuve de la menuiserie dans les conditions du projet.

Des exigences spéciales sont d'application aux façades VEC inclinées, selon les dispositions de la NBN EN B25-002-1 : 2019.

Lors de la conception, de la fabrication, de l'installation et de l'utilisation des vitrages de toiture et des façades vitrées inclinées, il faut tenir compte de certains facteurs qui interviennent différemment dans les façades verticales.

Ces facteurs concernent entre autres :

- la sécurité de la construction ;
- la sécurité incendie ;
- la gestion de l'eau ;
- la pénétration de lumière et de soleil ;
- l'isolation thermique ;
- le vitrage ;
- l'accessibilité (montage/entretien technique/ nettoyage) ;
- l'évacuation de la condensation ;
- la condensation éventuelle.

L'angle d'inclinaison est important pour calculer la valeur U des fenêtres ou façades rideaux. Non seulement les coefficients d'échange superficiel changent avec l'angle d'inclinaison, mais aussi la valeur Ug du verre dépend fortement de l'angle d'inclinaison.

La valeur Ug standard spécifiée par les fabricants est uniquement valable pour les vitrages en position verticale. Lorsque le vitrage est installé sous un angle différent, cette valeur augmentera pratiquement.

Par exemple, en position verticale, un vitrage peut avoir une valeur Ug de 1,1 W/m<sup>2</sup>K, mais en position horizontale cette valeur sera de 1,8 W/m<sup>2</sup>K !

## 4.10 Ventilation

### 4.10.1 Introduction

L'air intérieur est souvent jusqu'à 10 fois plus pollué que l'air extérieur. On passe en moyenne près de 85% de notre temps à l'intérieur.

Concrètement, une famille moyenne produit 10 litres (ou un seau plein) d'humidité par jour uniquement en procédant aux activités quotidiennes : se laver, cuisiner, nettoyer et même transpirer et respirer. Les matériaux de construction, les meubles et les appareils électroniques usagés libèrent des composés organiques volatils, tandis que détergents et sprays dispersent toutes sortes de substances nocives. De plus, la cheminée, les bougies et même la cuisson de la viande propagent des poussières fines dans la maison. L'air intérieur est donc pollué par tous ces éléments. Dans nos maisons actuelles, de plus en plus isolées et étanches, cet air vicié doit pouvoir s'évacuer afin de ne pas avoir de conséquences néfastes sur les habitants, mais aussi de ne pas voir le bâtiment se détériorer prématurément à cause des moisissures, de la condensation et d'autres problèmes dus à l'humidité.

La ventilation est donc indispensable pour assurer un climat intérieur agréable et confortable et une ambiance saine dans la maison. Il est certain que dans les nouveaux bâtiments de mieux en mieux isolés et étanches à l'air, un système de ventilation correctement installé et bien entretenu est indispensable. La ventilation (ouverture occasionnelle d'une fenêtre) à elle seule ne suffit malheureusement plus à assurer une qualité optimale de l'air intérieur. Il est préférable de ventiler en continu, de manière aussi contrôlée que possible, afin de maîtriser en même temps les coûts énergétiques. Selon qu'il s'agit de rénover ou de construire un nouveau bâtiment, selon les besoins énergétiques, selon la facilité d'utilisation et d'entretien et selon la façon dont l'air frais est préférablement apporté, il existe pour chaque projet un système de ventilation

adapté qui répond aux besoins personnels des habitants ou utilisateurs.

La règle de base de la ventilation (selon le système simplifié défini par la norme NBN D50-001) est toujours la même, quel que soit le type de maison ou d'appartement : l'air frais entre à l'intérieur par les pièces sèches (salon, chambre à coucher, salle de jeux, ...) et est canalisé à travers la maison de manière contrôlée (par les ouvertures de transfert entre les pièces sèches et humides). L'air humide ou vicié est évacué par les pièces d'eau (salle de bains, toilettes, buanderie, cuisine). Il est aussi possible, même dans les chambres à coucher, d'évacuer directement l'air intérieur vicié. Ainsi, l'excès de CO<sub>2</sub> qui s'accumule la nuit est évacué et remplacé par de l'air frais, éliminant en même temps les odeurs de moisi le matin.

Le principe de l'apport, du passage et de l'évacuation de l'air garantit en tout temps une quantité d'air extérieur frais pour remplacer l'air intérieur vicié et évacué et pour maintenir la qualité de l'air intérieur. Cela se réalise de différentes manières, par une combinaison d'apport naturel et/ou mécanique et/ou d'extraction d'air vicié.

On distingue 4 systèmes de ventilation différents :

- **Le système A** représente la ventilation naturelle et est le plus simple de tous les systèmes de ventilation. Aujourd'hui, ce système n'est pratiquement plus appliqué car il correspond à une ventilation non contrôlée qui ne répond pas à la réglementation. Pensez aux fissures et interstices dans une vieille maison qui laissent pénétrer naturellement l'air frais dans la maison et qui, dans le même temps, laissent sortir l'air intérieur vicié de manière naturelle et non contrôlée, par exemple par la cheminée. Il va sans dire qu'à cause des importantes pertes d'énergie, cette méthode n'est plus d'actualité.
- **Le système B** introduit mécaniquement l'air frais et le disperse par un ventilateur dans la maison. Il est évacué de manière naturelle par les grilles réglables et les conduits verticaux.
- **Le système C** assure l'amenée naturelle de l'air frais extérieur par des ouvertures de ventilation réglables dans le haut des fenêtres. L'air vicié intérieur est aspiré mécaniquement dans les pièces d'eau au moyen d'une installation de ventilation centralisée. Les variantes de ce système adaptent le débit de ventilation en fonction de l'occupation des locaux et ne ventilent donc pas plus que nécessaire (par ex. dans la salle de bains, la régulation se fait en fonction de la présence ou des odeurs) à l'aide de détecteurs de CO<sub>2</sub>, d'humidité et de COV qui effectuent un monitoring permanent de la qualité de l'air dans la maison.

- **Le système D ou** à ventilation double flux assure en même temps la ventilation et la récupération de chaleur. Ce système combine l'amenée mécanique d'air frais et l'évacuation mécanique de l'air vicié par un réseau de conduits d'air.

#### 4.10.2 Exigences

Les exigences minimales et les recommandations pour les systèmes de ventilation pour bâtiments d'habitation figurent dans la NBN D50-001 – Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation – et dans le 'Document de ventilation' du Gouvernement flamand. Ils concernent les caractéristiques des composants de ventilation : ouvertures d'alimentation réglables (OAR), ouvertures de transfert (OT) et ouvertures d'évacuation de l'air réglables (OER) :

- le débit de ventilation ;
- l'amortissement acoustique en position ouverte ;
- la possibilité de réglage ;
- l'étanchéité à l'air en position fermée ;
- la possibilité d'entretien de l'intérieur.

Comme le constructeur n'a pas connaissance de l'impact du bruit sur la façade (déterminant pour l'affaiblissement acoustique des ouvertures de ventilation dans les fenêtres) et des dimensions de la zone d'occupation (déterminantes pour la capacité de ventilation), le maître d'ouvrage

devra spécifier l'amortissement acoustique et la capacité de ventilation au moment de la demande.

Les débits et caractéristiques acoustiques requises jouent un rôle décisif dans le choix du type de ventilation dans les fenêtres dans le cas d'un apport naturel de l'air frais par l'extérieur. Dans le domaine de l'acoustique, les fabricants de ventilations de fenêtres peuvent déjà d'office répondre à des exigences très élevées. Des solutions appropriées sont également disponibles pour les applications ayant des exigences de débit spécifiques (par ex. les immeubles de grande hauteur). On constate que, dans l'ensemble, les ventilations de fenêtres sont de plus en plus développées en fonction d'un confort acoustique, thermique et énergétique plus élevé. En même temps, leur design est de plus en plus épuré pour répondre aux exigences architecturales.

#### Capacité de ventilation

Les exigences minimales concernant les débits à prévoir sont déterminées selon le tableau 4.36 (apport d'air) et le tableau 4.37 (évacuation de l'air).

#### Vitesse de l'air

Pour une différence de pression d'air de 10 Pa, la vitesse de l'air apporté de l'extérieur sera inférieure à 0,20 m/s à une distance de 1m de la façade.

Local	Débit nominal		Le débit peut être limité à	Apport libre (A,C) maximal
	Règle générale	Débit min.		
Séjour	3,6 m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>	75 m <sup>3</sup> /h	150 m <sup>3</sup> /h	2 x nominal
Chambre à coucher, bureau, salle de jeux		25 m <sup>3</sup> /h	72 m <sup>3</sup> /h	

Tableau 4.36 : Capacité de ventilation en matière d'amenée d'air

Local	Débit nominal		Le débit peut être limité à
	Règle générale	Débit min.	
Cuisine, salle de bain, buanderie	3,6 m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup>	50 m <sup>3</sup> /h	75 m <sup>3</sup> /h
Cuisine ouverte	-	75 m <sup>3</sup> /h	-
WC	-	25 m <sup>3</sup> /h	-

Tableau 4.37 : Capacité de ventilation en matière d'évacuation de l'air

## 4.11 Protection solaire

### 4.11.1 Introduction

Les protections solaires peuvent contribuer de manière substantielle à la réalisation des objectifs d'économie d'énergie dans les bâtiments déterminés par l'Union européenne (EPBD). Un système de protection solaire dynamique correctement installé et automatisé réduit la charge de refroidissement et de chauffage jusqu'à 40 %, selon la surface de la fenêtre et le concept de façade. Étant donné que le refroidissement et le chauffage consomment de l'énergie primaire, les économies peuvent également apporter une contribution importante au niveau du CO<sub>2</sub>. Plus la surface des fenêtres est grande, plus la lumière du soleil pénètre à l'intérieur. C'est très agréable en hiver et à l'entre-saisons, mais il convient de l'éviter pendant les journées de chaleur au printemps et en été.

Plusieurs études ont démontré que les stores réglables augmentent la productivité dans les bureaux comme dans les écoles. En effet, la surchauffe à l'intérieur des bâtiments est un risque croissant, vu l'augmentation progressive des jours de chaleur. Plus la température augmente dans la salle de classe ou le bureau, plus elle est désastreuse pour les élèves et les employés, leur capacité de concentration, leurs résultats et leurs performances. D'une manière générale, il a également été démontré que le bien-être dans les bâtiments résidentiels et de soins croît en présence de protections solaires.

L'évolution QNE (Quasi Neutre en Energie) accorde une attention accrue à l'enveloppe du bâtiment et à l'amélioration de l'étanchéité à l'air. Cela augmente le risque de surchauffe et remplace la demande de chauffage par la demande de refroidissement. La protection solaire devient essentielle. Depuis 2018, la construction de nouveaux logements est soumise, en plus du niveau E déjà requis, aux exigences du niveau S qui exprime l'efficacité énergétique de l'enveloppe du bâtiment. Il indique comment l'enveloppe résiste au froid en hiver et si la protection solaire est suffisante pour contrer la chaleur en été. Le niveau S s'applique par unité d'habitation, par exemple un appartement.

Les valeurs énergétiques validées des produits de protection solaire sont répertoriées sur [www.epbd.be](http://www.epbd.be). Grâce à un lien entre cette base de données et le logiciel PEB, les rapporteurs PEB peuvent saisir les valeurs énergétiques réelles de la protection solaire sélectionnée. L'utilisation de cette méthode permet au logiciel PEB de montrer qu'une protection solaire efficace réduit considérablement le risque de surchauffe, ce qui ne peut être obtenu par une valeur Fc par défaut (facteur de réduction solaire) conservatrice. Au niveau européen, il existe également une base

de données unique des valeurs de produits de protection solaire validées, voir [www.es-so-database.com](http://www.es-so-database.com). Cette base de données calcule également les valeurs de sortie (comme  $g_{tot}$ ) et contient aussi des informations qui peuvent directement être utilisées dans les simulations pour les bâtiments.

**Les protections solaires extérieures** sont les plus performantes en termes de confort thermique car elles retiennent plus de 90% de la chaleur solaire incidente à l'extérieur, avant d'atteindre la fenêtre. Les stores extérieurs dynamiques présentent en outre l'avantage de maintenir la vue vers l'extérieur même lorsqu'ils sont baissés. Les deux systèmes mobiles permettent de bénéficier gratuitement de la chaleur solaire en hiver, ce qui constitue une économie considérable des frais de chauffage.

**Les protections solaires intérieures** privilégient le confort visuel, en fonction de l'incidence de la lumière du jour et de la prévention de l'éblouissement. L'automatisation des stores solaires devient un standard et assure – en tant qu'enveloppe dynamique des bâtiments intelligents (Smart Readiness Indicator) – l'optimisation des exigences énergétiques et de confort. L'orientation de la façade, le vitrage, la fonction du bâtiment et ses espaces intérieurs interviennent dans les solutions de protection solaire. Il est préférable que la protection solaire soit intégrée dans le concept en accord avec le spécialiste en protection solaire afin d'assurer un bilan énergétique optimal et un confort maximum dans le bâtiment.

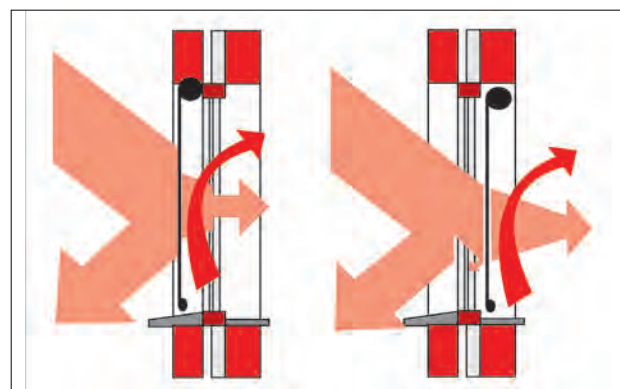


Figure 4.38 : Représentation schématique de l'effet d'une protection solaire extérieure (à gauche) et intérieure (à droite).

Le confort thermique est déterminé par le rayonnement solaire total, le facteur de transmission thermique secondaire et le rayonnement solaire direct.

Le confort visuel est déterminé par les performances d'occultation, l'intimité nocturne, le contact visuel avec l'environnement extérieur, la prévention de l'éblouissement, l'utilisation de la lumière du jour et le rendu des couleurs. Les fabricants de tissus pour stores indiquent la performance de leurs produits en termes de confort thermique et visuel.

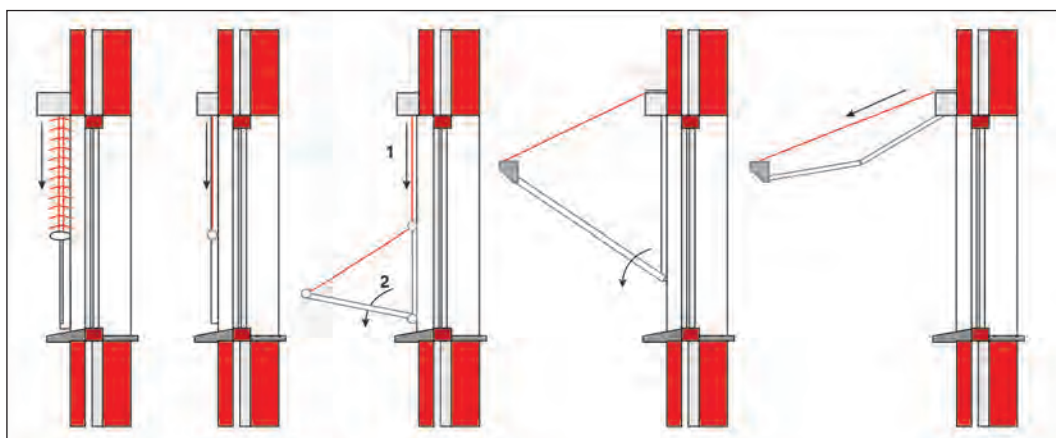


Figure 4.39 : Types de protections solaires extérieures. De gauche à droite : lamelles ou jalousies, le store ou le système d'enroulement vertical, la marquisolette, le store à projection, le store à bras articulé.

#### 4.11.2 Types de protection solaire

##### Protection solaire extérieure

On distingue les types suivants :

##### Dans le plan de la fenêtre :

- store vénitien extérieur (à lames) : résistant au vent ou ordinaire ;
- store (système à enroulement vertical) : résistant au vent ou ordinaire ;
- volets.

##### En dehors du plan de la fenêtre :

- store à projection : résistant au vent ou ordinaire ;
- marquisolette ;
- store à bras articulé ;
- store corbeille.

##### Autres types :

- volets roulants ;
- protection solaire intercalaire ;
- pergolas ;
- stores pour vérandas.

##### Protections solaires structurelles

Les propriétés antisolaires (valeurs  $g$ ) de ces types doivent être calculées pour chaque projet.

On distingue les types suivants :

- écrans coulissants ;
- écrans pliants ;
- auvents (grilles) ;
- systèmes à lames verticales devant la fenêtre ;
- systèmes à lames horizontales fixes ou orientables

##### Protection solaire intérieure – Toile solaire

La fonction essentielle d'une toile solaire se déduit du terme même : la protection contre la chaleur, la lumière du soleil et le rayonnement UV. Les valeurs énergétiques sont utilisées dans la réglementation PEB pour prévenir la surchauffe.

#### 4.11.3 Normes

Les différentes normes produits énumèrent, en fonction de l'application, des prescriptions qui portent sur des sujets comme la résistance au vent ou les conditions météorologiques du mécanisme, la charge de neige, l'accumulation d'eau, la force de manœuvre, le fonctionnement en cas de gel, l'utilisation sûre et l'usage impropre, la résistance à l'effraction et à l'explosion, l'hygiène, la santé et l'environnement, etc. Elles abordent également les propriétés spécifiques des produits telles que le facteur solaire ( $g_{tot}$ ), la résistance thermique additionnelle (Delta R) et la résistance acoustique, la transmission de lumière.

On trouvera une liste de toutes les normes d'application pour les protections solaires et volets dans le 'Guide pour le marquage CE. Stores et volets roulants' du CSTC.

Les normes NBN EN 13659 et 13561 sont des normes harmonisées, ce qui signifie qu'elles fournissent des informations et des critères pour le marquage CE des produits qu'elles couvrent. Dès qu'un produit est motorisé, la directive machines stipule que le marquage CE reste d'application sur ce produit (donc également sur les stores intérieurs motorisés selon la NBN EN 13120).

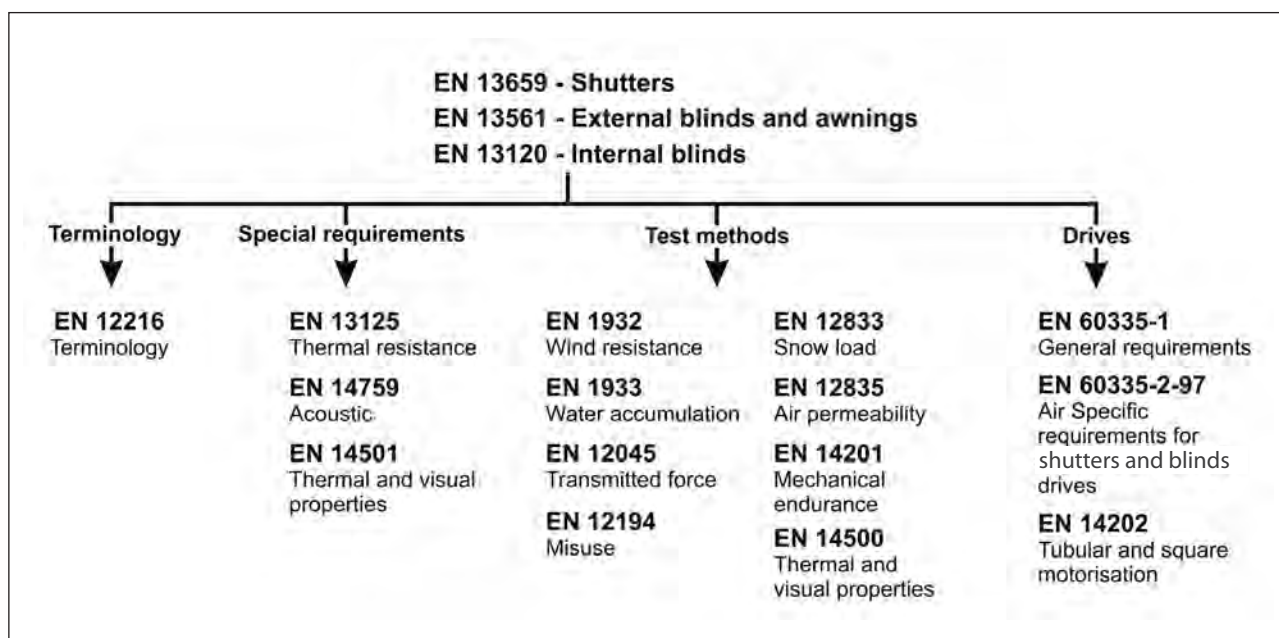


Figure 4.40 : Normes en matière de protection solaire.

Le Marquage CE pour les applications extérieures mentionne désormais la résistance à la charge du vent. Dès qu'elles seront également publiées dans le Journal européen officiel, un certain nombre de modifications seront apportées. Les classes de résistance au vent (exprimées en pression du vent/Pascal) seront étendues à 6, mais la classe 6 ne sera possible que pour des applications spécifiques. En outre, il y aura également des entrées supplémentaires sur le Marquage CE comme le facteur solaire ( $g_{tot}$ ) pour toutes les applications extérieures et la résistance thermique (Delta R) uniquement pour les volets et les stores extérieurs. En outre, les fabricants devront également préciser dans leurs manuels d'utilisation à quelle vitesse maximale du vent l'auvent doit être enroulé. Avec la classe 6, la norme NBN EN 13561 se limite à une pression du vent nominale de 400 N/m<sup>2</sup>, ce qui correspond à une vitesse du vent maximale de 80 km/h (8 à 9 Beaufort).

Les normes NBN EN 14500 et NBN EN 14501 sont des normes importantes qui s'ajoutent aux normes produits pour la protection solaire. Avec ses recommandations sur la protection contre l'éblouissement, l'exposition au soleil et la détermination de la vue vers l'extérieur, la nouvelle norme NBN EN 17037 'Lumière naturelle dans les bâtiments' pourra encore optimiser l'application des protections solaires en combinaison avec la lumière du jour.

#### 4.11.4 Points importants pour le constructeur

Les fabricants de protections solaires sont en mesure de fournir des produits pour des grandes surfaces de verre et pour des applications spécifiques telles que les vitrages montés en angle et les fenêtres coulissantes. Il est important que le constructeur (maître d'ouvrage, architecte) se concertent avec le spécialiste de la protection solaire afin de toujours prévoir la bonne solution de protection solaire. Pour chaque produit, le fabricant fournira une fiche technique contenant des informations détaillées sur les différents composants, des instructions pour l'installation, le fonctionnement et la maintenance. Il fournira également des instructions d'installation à l'installateur (monteur). Dans le cas de projets, le fabricant se chargera souvent lui-même de l'installation ou dispensera une formation (parfois même obligatoire). Lors de l'assemblage des protections solaires, les nœuds constructifs et les principes de l'efficacité énergétique dans la construction sont pris en compte. De plus, des stores peuvent être intégrés discrètement dans la façade. Par exemple, les caches et guides latéraux des stores en toile résistants au vent sont conçus de sorte à pouvoir être complètement dissimulés derrière les battées et donc être à peine perceptibles dans la façade. Il existe également des conceptions minimalistes pour les façades rideaux qui sont à peine visibles dans l'ensemble et qui peuvent être appliquées par après aux façades rideaux existantes.

# 5 SECURITE

## 5.1 Sécurité incendie

### 5.1.1 Introduction

En cas d'incendie, on distingue les aspects fonctionnels suivants :

- réduire la probabilité qu'un incendie se déclare et se propage ;
- garantir une stabilité suffisante du bâtiment ;
- limiter le développement et la propagation de fumée ;
- mettre en place des voies d'évacuation, prévenir et limiter les accidents en cas d'incendie ;
- combattre l'incendie et assurer la sécurité des services d'urgence.

En ce qui concerne la sécurité incendie, la CSTC a publié plusieurs documents, dont "Sécurité incendie des façades de bâtiments multiétagés" et CSTC Contact 2019-1 sur la prévention des incendies.

### 5.1.2 Exigences pour les bâtiments

Les exigences en matière de sécurité incendie sont reprises dans l'arrêté royal (AR) du 7 juillet 1994 "Normes de base en matière de prévention contre l'incendie" et dans les adaptations ultérieures de l'AR.. Par conséquent, contrairement à d'autres normes, elles sont fixées par la loi et obligatoires.

La version qui est entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> décembre 2012 est plus proche des pratiques actuelles en matière de construction (façades rideaux, doubles façades ventilées, etc.) et fixe un certain nombre de nouvelles règles.

Depuis 2017, l'arrêté royal 2016 est d'application, qui contient des assouplissements et adaptations.

Cet AR détermine les exigences minimales auxquelles la conception, la construction et l'aménagement des nouveaux bâtiments doivent répondre légalement dans tous les cas, quelle que soit la destination du bâtiment. Les nouveaux bâtiments comprennent les bâtiments nouvellement construits et les extensions de bâtiments existants

(seule l'extension est alors prise en compte). La date de demande du permis d'urbanisme détermine à quelle législation un bâtiment doit se conformer. Cette législation ne peut donc pas être appliquée rétroactivement aux bâtiments existants. Toutefois, l'entrepreneur ou l'auteur de projet peut appliquer des réglementations plus récentes si celles-ci sont plus favorables ou plus faciles à mettre en œuvre.

L'AR n'est pas d'application pour :

- les maisons unifamiliales ;
- les petits bâtiments bas comportant maximum 2 niveaux et une superficie totale  $\leq 100 \text{ m}^2$  ;
- les bâtiments industriels qui comportent un seul niveau et une superficie totale  $\leq 100 \text{ m}^2$  ;
- les installations et activités industrielles qui ne sont pas situées dans un bâtiment.

Depuis 2003, les rénovations ne sont plus concernées par l'AR. Toutefois, dans le cas d'une rénovation complète, les pompiers peuvent faire des recommandations et/ou imposer des exigences.

Les immeubles d'appartements d'une hauteur légèrement supérieure à 25 m et composés exclusivement de duplex aux deux étages supérieurs sont désormais soumis à la réglementation moins stricte des immeubles de hauteur moyenne au lieu de la réglementation plus stricte des immeubles de grande hauteur.

On distingue 3 types de bâtiments, en fonction de leur hauteur (voir figure 5.1). La hauteur d'un bâtiment est déterminée par la distance entre le niveau du sol fini de l'étage supérieur et le niveau d'évacuation le plus bas autour du bâtiment qui peut être utilisé par les pompiers. Si la toiture héberge uniquement des locaux techniques, ceux-ci ne sont pas pris en compte pour le calcul de la hauteur.

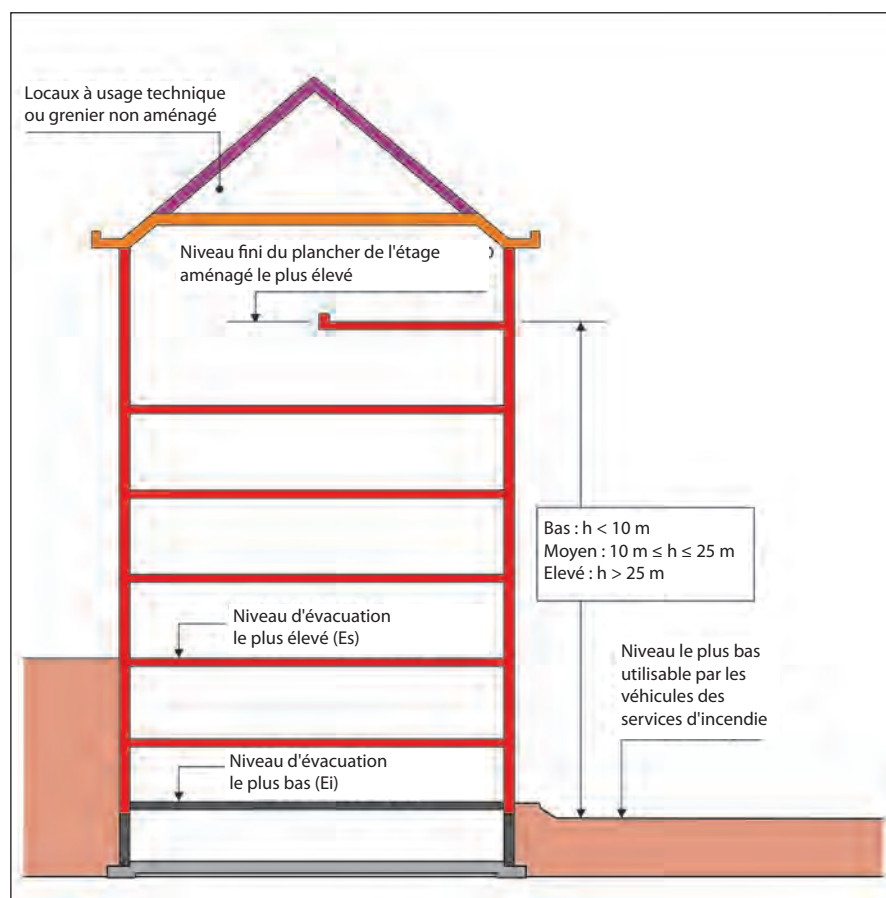


Figure 5.1 : Classification des bâtiments en fonction de la hauteur.

### 5.1.3 Bâtiments spécifiques

L'AR des normes de base est généralement d'application mais, dans certains cas, des exigences plus sévères peuvent être imposées.

Par exemple, en ce qui concerne les exigences pour les façades, d'autres réglementations peuvent imposer l'exécution d'un élément de façade étanche au feu (pare-flammes) E60 pour les bâtiments bas (comme les maisons de repos).

### 5.1.4 Courbe de feu

La norme ISO 834 présente une courbe de feu normalisée qui indique le temps (en minutes) pendant lequel un matériau doit résister à une certaine température au cours d'un essai. Pour un incendie externe, la courbe sera aplatie puisque, dans ce cas, la température cesse d'augmenter.

Dans l'évolution d'un incendie réel, on distingue plusieurs phases :

1. Formation de l'incendie : dans ce cas, la réaction au feu des matériaux est importante.
2. Propagation du feu : ici la résistance au feu des éléments de construction (cloisons) est importante.
3. Feu pleinement développé.

### 5.1.5 Prévention incendie

Il existe des mesures actives et passives pour assurer la prévention des incendies.

**La prévention d'incendie active** comprend les dispositifs de détection et les détecteurs, les installations d'évacuation de fumée et de chaleur (EFC), les moyens d'extinction, etc. Les installations EFC sont détaillées au par. 5.1.16.

**La prévention d'incendie passive** repose sur deux piliers importants pour ralentir le développement d'un incendie :

1. **La réaction au feu des matériaux** : l'utilisation de matériaux difficilement inflammables ou peu combustibles permet d'empêcher le développement et la propagation rapide d'un incendie. Cela se traduit par le choix des matériaux pour les revêtements de sols, plafonds et façades, les matériaux d'isolation, etc. Voir par. 5.1.6.
2. **La résistance au feu des éléments de construction** : lorsque l'incendie est en phase de propagation ou d'embrasement généralisé éclair (flash-over), il faut éviter que le feu se propage dans d'autres espaces. En outre, la stabilité du bâtiment ne doit pas être compromise pendant un certain temps. Voir par. 5.1.8.

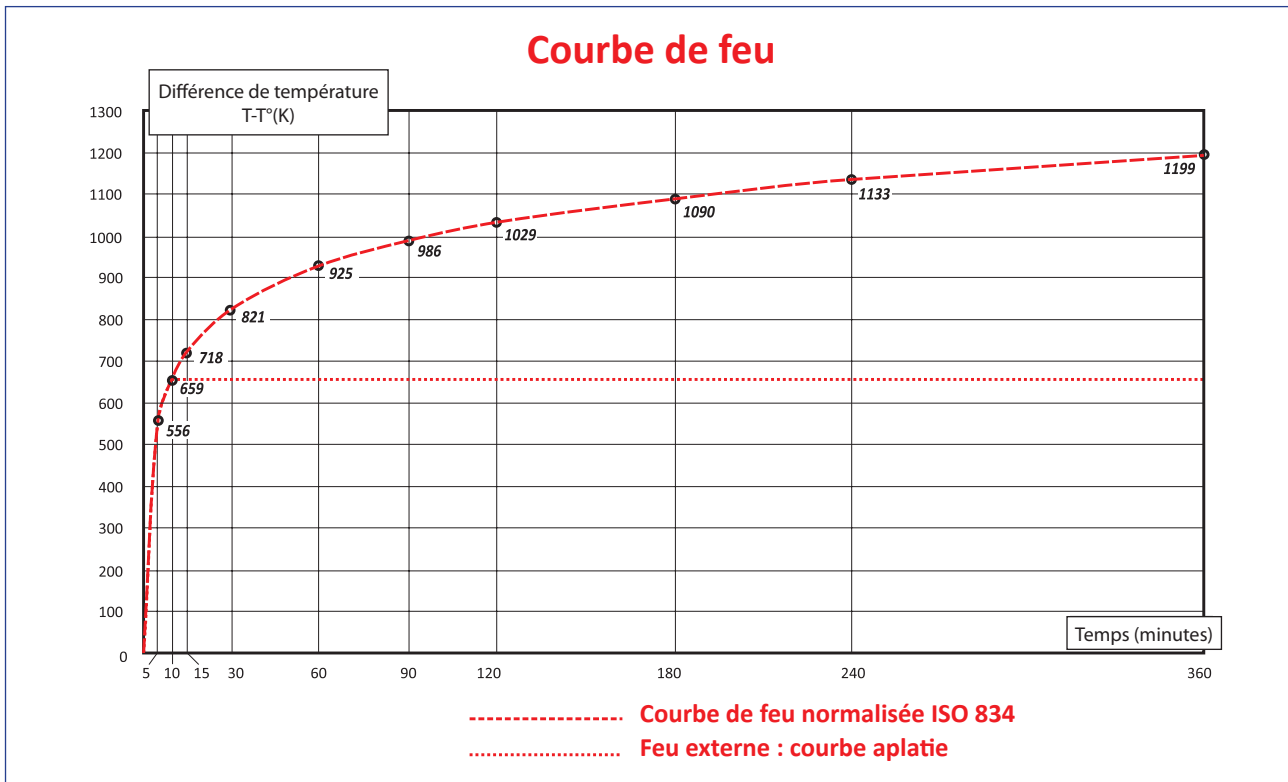


Figure 5.2 : Courbe de feu selon ISO 834.

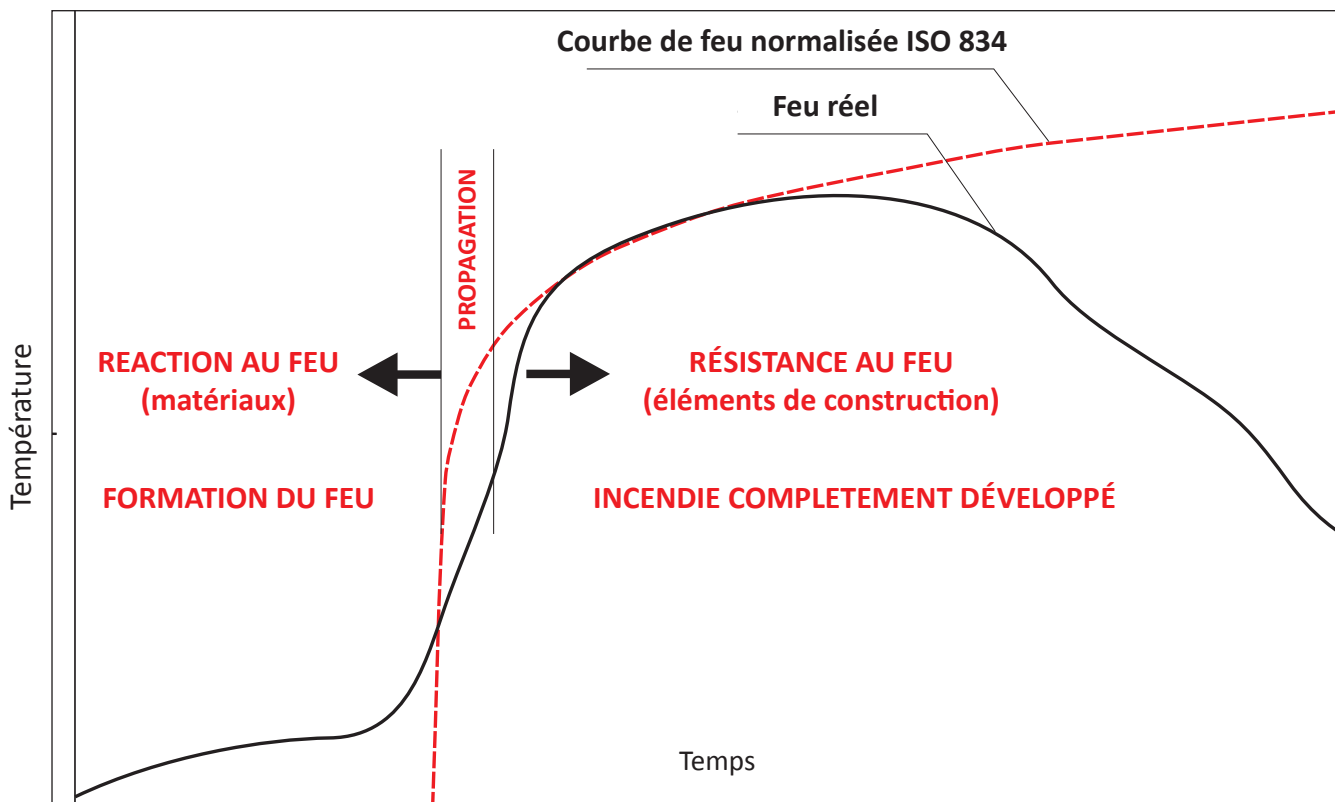


Figure 5.3 : Les différentes phases d'un incendie.

### 5.1.6 Réaction au feu des matériaux

La sécurité incendie d'un bâtiment dépend dans une large mesure des matériaux utilisés : comment ces matériaux contribuent-ils à l'apparition et à la propagation d'un incendie dans un bâtiment ? Cela est lié à la combustibilité du matériau, à la propagation de l'incendie, à l'émission de chaleur et à la vitesse à laquelle tout cela se produit. Les matériaux des murs et plafonds qui libèrent des gouttelettes (enflammées) pendant l'incendie, peuvent accélérer considérablement le processus de combustion ; la production de fumée a une grande influence sur les chances de survie des personnes présentes. Afin de permettre la comparaison entre les différents États membres, un système uniforme est appliqué au sein de l'UE.

Toutes les propriétés d'un matériau de construction liées à la formation et au développement d'un incendie sont exprimées en 7 classes de réaction au feu (A1, A2, B, C, D, E, F) en fonction de la combustibilité du matériau selon la NBN EN 13501-1 :

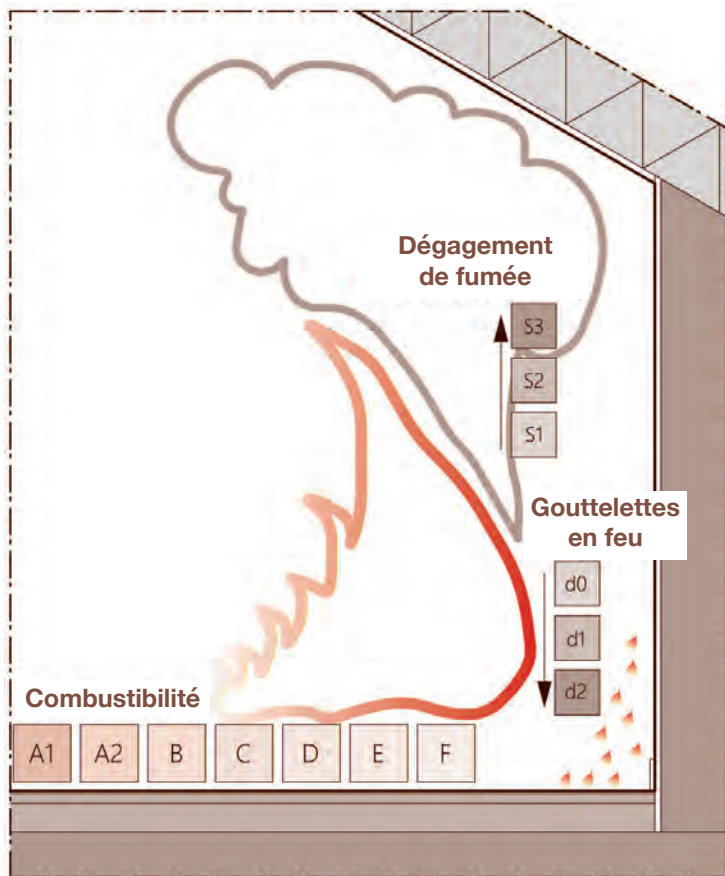


Figure 5.4 : Représentation schématique des classes de réaction au feu (source CSTC)

- A1-A2 : contribution nulle ou limitée lors d'un incendie complètement développé ;
- B : pas d'embrassement généralisé (flash-over) au début d'un incendie ;
- C : embrassement généralisé 10 minutes après le début d'un incendie ;
- D : embrassement généralisé dans les 10 premières minutes de l'incendie ;
- E : embrassement généralisé dans les 2 premières minutes de l'incendie ;
- F : produits qui ont échoué au test le moins sévère.

L'aluminium est rangé dans la classe A1 et est donc incombustible. Les exigences sont reprises dans l'AR "Normes de base", annexe 5/1.

Il existe des classifications complémentaires liées :

- au **développement de fumée s (smoke)**, avec les catégories s1, s2 et s3. Avec s1 pour de la fumée transparente et s3 pour de la fumée très opaque ;
- aux **gouttelettes enflammées d (droplets)** : avec la catégorie d0 (pas de gouttelettes en feu pendant 10 minutes, d1 (pas de gouttelettes en feu pendant plus de 10 s) et d2 (formation illimitée de gouttelettes en feu).

Pour les produits dont la réaction au feu n'a pas été évaluée, on utilise la mention NPD (No Performance Declared).

La réaction au feu est évaluée en testant les produits de construction dans leurs conditions finales d'utilisation. Cela signifie que la classe de réaction au feu déclarée ne peut être validée sur le chantier que si toutes les conditions du rapport de classification du produit (par exemple le type et la nature du support, l'épaisseur et la densité du produit évalué ou la méthode de fixation) sont également remplies dans la pratique.

### 5.1.7 Réaction au feu des systèmes de façade

La réaction au feu des revêtements de façade doit répondre aux exigences suivantes :

- Bâtiments industriels : aucune exigence ;
- Bâtiments bas ( $h < 10m$ ) : D-s3-d1 ;
- Bâtiments moyens et élevés : B-s3, d1.

Au maximum 5% de la surface visible n'est pas soumise aux exigences.

Étant donné que ces exigences s'appliquent aux produits de construction dans les condi-

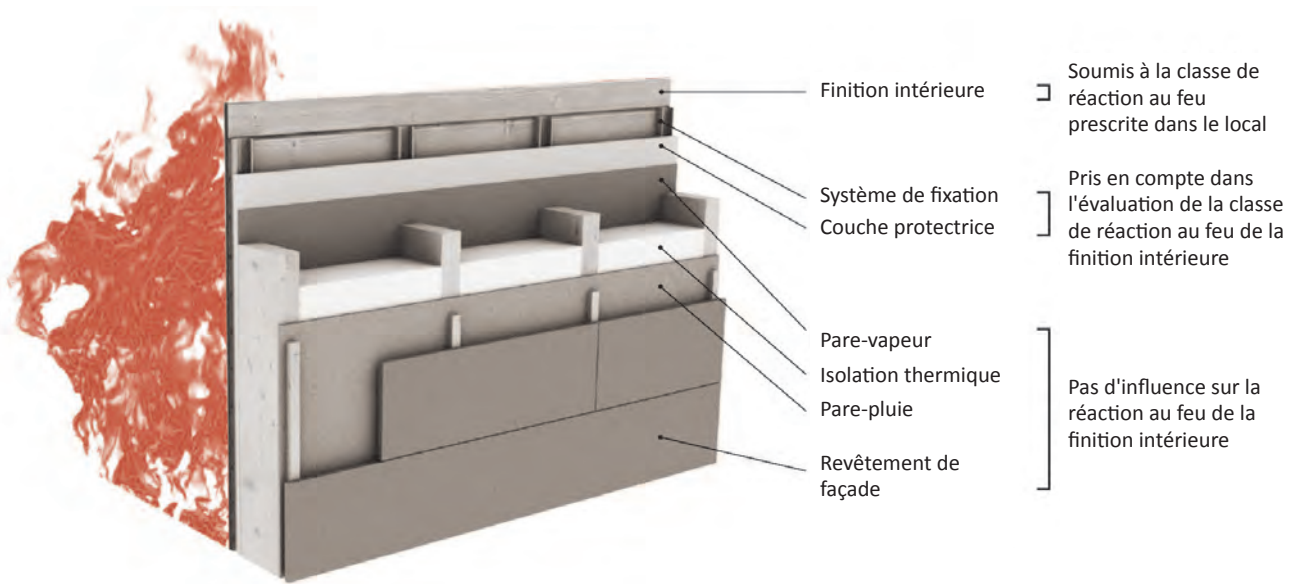


Illustration 5.5 : Influence de la couche de protection. (source : CSTC)

Réaction au feu requise	Bâtiment moyen (BM)	Bâtiment élevé (BE)
Protection permettant de négliger les couches sous-jacentes.	K <sub>2</sub> 10 (par ex. une plaque de plâtre ignifuge de 12,5 mm) <sup>(1)</sup> <b>OU</b> EI 15 <sup>(2)</sup>	K <sub>2</sub> 30 (par ex. une plaque de plâtre ignifuge de 18 mm) <sup>(1)</sup> <b>OU</b> EI 30 <sup>(2)</sup>

(1) A vérifier dans la fiche technique du fabricant.

(2) Selon le projet de modification de l'Arrêté Royal (document du 17 janvier 2019).

Tableau 5.6 : Exigences relatives aux matériaux de protection. (source : CSTC)

tions finales d'utilisation, il faut tenir compte de l'influence possible des couches de matériaux sous-jacentes et du mode d'exécution et de fixation. Toutefois, les couches sous-jacentes ne doivent pas être prises en compte si elles sont protégées par un élément de construction ayant une capacité de protection contre l'incendie suffisante (voir figure 5.6). Cette capacité est exprimée par K<sub>2</sub> et doit répondre aux exigences du tableau 5.6.

Les matériaux qui protègent les couches sous-jacentes ne sont pas toujours incombustibles. Il est donc toujours nécessaire de vérifier s'ils offrent une protection suffisante et tenir compte de leur influence sur la classe de réaction au feu du produit dans les conditions finales d'utilisation auxquelles l'exigence s'applique. Pour les exigences futures, nous référons au par. 5.1.13.

### 5.1.8 Résistance au feu et compartimentage

La résistance au feu décrit l'aptitude d'un élément de construction à satisfaire aux différentes exigences en matière de transfert ou de propagation de l'incendie d'une pièce à l'autre pendant un certain temps. Cette classification est exprimée par une combinaison de lettres (par exemple R, EI, ...) suivie d'un chiffre qui représente le temps (en minutes) pendant lequel le critère est rempli.

Les références sont les suivantes :

- **R** : indique la **stabilité au feu** et la capacité portante d'une construction. En cas d'incendie, la construction (structure portante) doit rester en mesure de supporter la charge mécanique. (Cela ne s'applique pas aux façades rideaux et menuiseries car elles ne sont pas considérées comme des structures portantes, mais bien à l'ancrage de la façade).
- **E** : indique l'**étanchéité aux flammes** de l'élément de construction. Il ne peut se produire aucune ouverture par laquelle des gaz chauds ou des flammes peuvent passer du côté non directement chauffé de la construction.
- **I** : indique l'**isolation thermique** de l'élément de construction. Du côté non exposé au feu, l'augmentation moyenne de la température ne peut pas dépasser 140°C et localement 180°C (rapport à la température d'inflammation des rideaux, du bois, etc.).
- **W** : indique la **radiation de chaleur**. Le rayonnement du côté non exposé au feu d'une cloison ne peut pas dépasser 15 W/m<sup>2</sup>, mesuré à 1 m du centre géométrique de la construction.

## Classification européenne (R)EI 30, 60, 120...

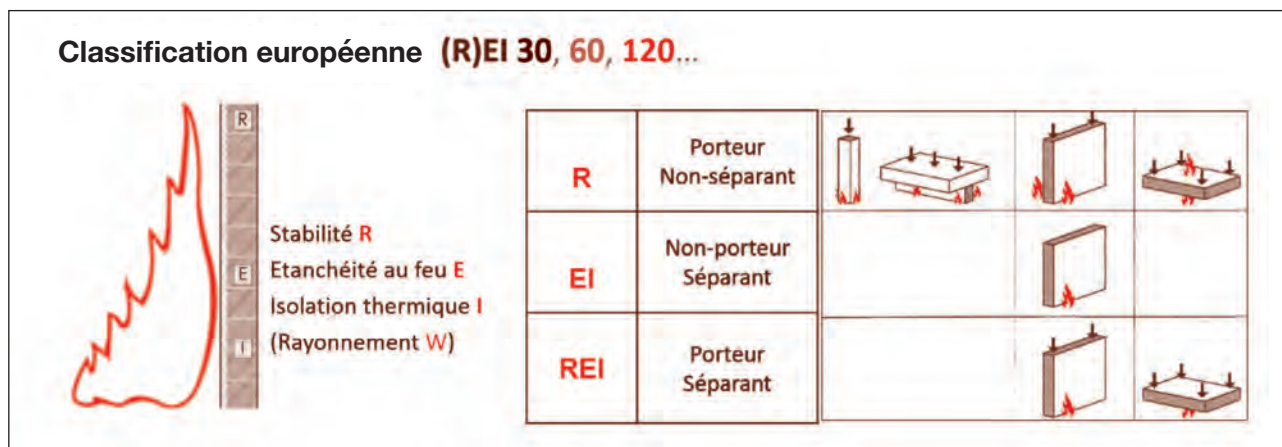


Figure 5.7 : Représentation schématique des classes de résistance au feu pour différents éléments de construction. (source : CSTC)

Exemples:

- **REI 90** : garantit la stabilité d'une structure portante, la résistance aux flammes et l'isolation thermique pendant au moins 90 minutes.
- **RE 30** : garantit la stabilité d'une structure portante et la résistance aux flammes pendant au moins 30 minutes.
- **R 60** : garantit la stabilité structurale pendant au moins 60 minutes.
- **EI 30** : garantit la résistance aux flammes et l'isolation thermique pendant au moins 30 minutes.
- **EW 60** : garantit la résistance aux flammes et la résistance au rayonnement de chaleur pendant au moins 60 minutes.

### 5.1.9 Choix du verre

Les instructions de pose, conformes au rapport d'essai, doivent être respectées à tout moment. Différents types de verre résistant au feu sont possibles. Le choix du verre se fait sur la base de :

- la résistance au feu requise selon les règles de sécurité incendie en vigueur ;
- le type d'application (mur intérieur, sol, toit, porte, etc.) ;
- l'agrément disponible par type de châssis et dimensions du vitrage.

#### *Verre avec intercalaire en gel intumescent*

Ces vitrages sont composés de différentes feuilles de verre float ou trempé avec des intercalaires transparents ou du gel. En cas d'incendie, ces couches intermédiaires se transforment en mousse expansée opaque qui est imperméable aux flammes et à la fumée, limite le rayonnement thermique et est thermiquement isolante.

Ces vitrages ne doivent pas être exposés longtemps à des températures supérieures à 45°C et inférieures à -20°C ou à des sources de chaleur locales. Pour les façades extérieures, ce type de vitrage doit être constitué de verre isolant avec un verre résistant au feu du côté intérieur.

S'ils sont exposés au rayonnement solaire du type EG (External Grade), certains types auront un filtre UV. Il existe toutefois des produits qui sont d'office résistants aux UV.

#### *Verre trempé spécial*

Ces vitrages anti-feu sont obtenus par traitement spécial et trempe du verre, avec ou sans couche de métal.

### 5.1.10 Propagation de l'incendie par les façades

Un point d'attention important pour le constructeur est le risque de propagation de l'incendie entre 2 compartiments par la façade. Ce risque doit être abordé à deux niveaux : non seulement la propagation interne de l'incendie entre la façade et les extrémités des compartiments doit être empêchée, mais aussi la propagation externe de l'incendie par l'extérieur de la façade.

La propagation de l'incendie par les façades se produit principalement de 3 manières, présentées dans les paragraphes suivants :

- 1. Propagation de l'incendie par la surface** du revêtement de façade : pour l'éviter, on prendra des mesures au niveau de la réaction au feu des matériaux (voir par. 5.1.7).
- 2. Propagation de l'incendie d'un compartiment à l'autre** : pour l'éviter, il convient de garantir la résistance au feu du resserrage entre la dalle de sol et l'élément de façade à la hauteur de la dalle de sol. On distingue la propagation du feu interne et externe. Pour éviter ce type de propagation, il est indispensable de garantir la résistance au feu du resserrage (dalle de sol - façade) et de l'élément de façade au droit de la dalle de sol.
- 3. Propagation de l'incendie au sein de la façade** : à cause de la combustibilité des matériaux de façade ou par le vide ventilé. Pour éviter cela, il convient de prendre des mesures au niveau de la réaction au feu des matériaux de façade tandis qu'on devra interrompre les couches d'isolation et le vide d'air.

### 5.1.11 Propagation de l'incendie entre 2 étages

#### Propagation interne de l'incendie

Il convient de respecter les points suivants :

- EI 60. Le joint de resserrage linéaire (liaison entre la paroi ou le plancher de compartimentage et la façade) aura une résistance au feu minimale de EI 60. Pour les bâtiments bas dont le joint linéaire n'excède pas 20 mm, une exception peut être faite en obturant le joint avec un produit déformable étanche à l'air (par ex. un mastic souple). Pour les bâtiments moyens et élevés, la norme EI 60 s'applique dans tous les cas.
- Les montants d'une façade seront fixés au niveau de chaque étage.
- Les ancrages de fixation correspondront à une résistance au feu R 60 ou disposeront d'une protection R 60 contre un incendie provenant des compartiments inférieurs.

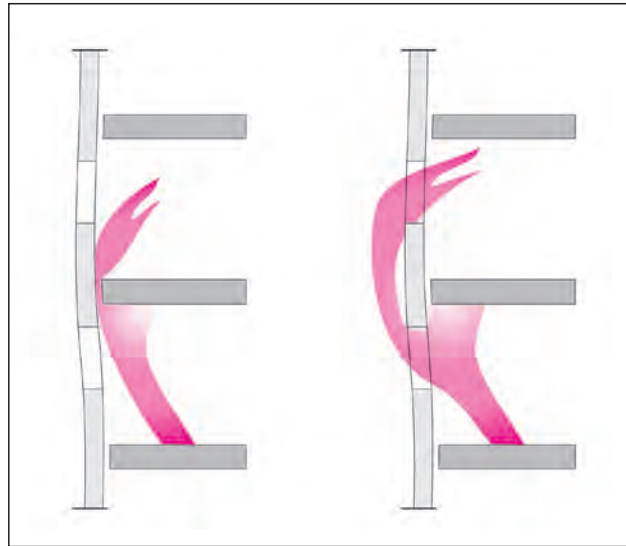


Figure 5.8 : Propagation interne de l'incendie (gauche) et externe (droite). (source : CSTC)

Dans la pratique, on rencontre le plus souvent des ancrages sur la dalle de sol (voir figure ci-dessous).

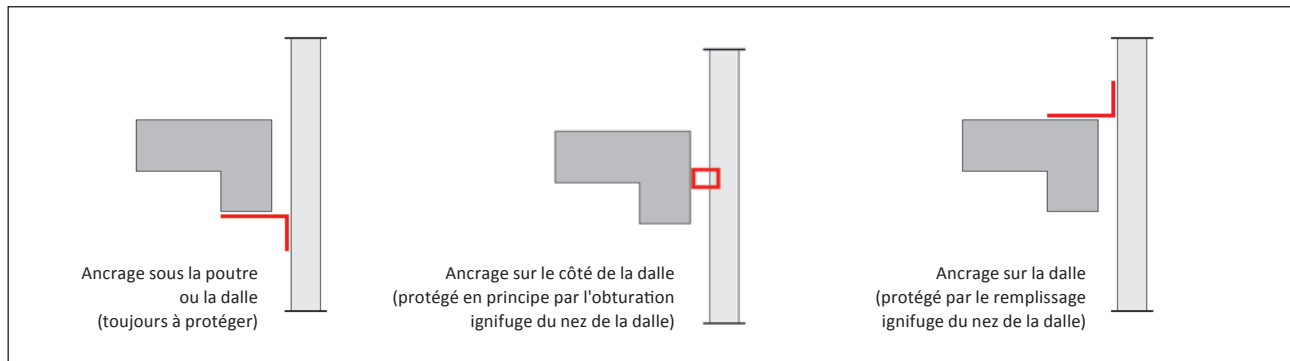


Figure 5.9 : Schéma de principe pour le positionnement des ancrages de fixation de l'ossature. (source : CSTC)

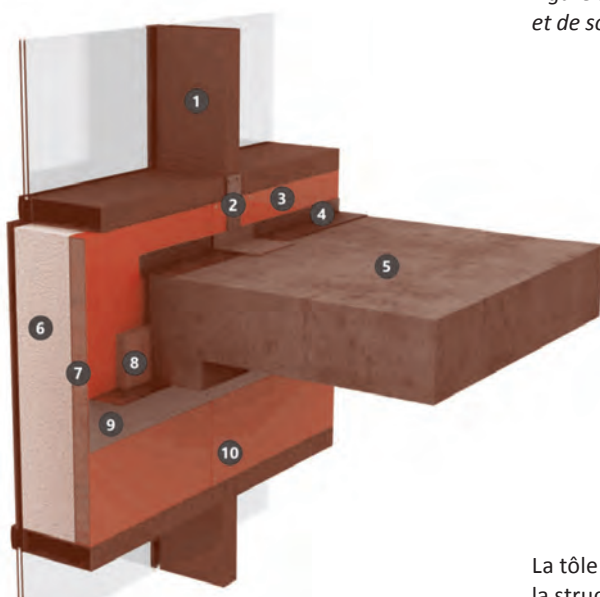


Figure 5.10 : Exemple type de l'élément de façade pare-flamme E 60 et de son raccord EI 60 au plancher de compartimentage. (source : CSTC)

1. Profilé de façade
2. Ancrage de la façade (R 60)
3. Tôle verticale pare-flamme (E 60, tôle d'acier de 1 à 2 mm d'épaisseur, recouvrement min. 30mm)
4. Tôle supérieure (interrompue à la hauteur des ancrages, convient pour la reprise des finitions, chape,...)
5. Plancher de compartimentage
6. Isolation de façade
7. Isolation en laine de roche (classe de réaction au feu au moins A2-s3,d0 ; épaisseur 60 mm et densité 45 kg/m<sup>3</sup> ; fixée sur les tôles avec des ancrages métalliques)
8. Resserrage en laine de roche
9. Tôle inférieure (recouvrement min. 100 mm, max. 1 mm d'épaisseur)
10. Tôle de recouvrement

La tôle pare-flamme est fixée à l'ancrage (R 60), directement ou indirectement par la structure de façade.



Figure 5.11 : Remplissage de l'espace compris entre la tôle 'pare-flamme' et le plancher de compartimentage au moyen de laine de roche afin d'obtenir une obturation d'une classe de résistance au feu EI 60.



Figure 5.12 : Fixation d'une tôle supérieure discontinue et sans recouvrement au niveau des ancrages. La continuité horizontale de la tôle 'pare-flamme' est assurée par un renfort en acier dans le montant en aluminium de la façade.

### Jonction résistant au feu entre la tôle pare-flamme et le plancher de compartimentage

A défaut d'essais, l'obturation résistant au feu EI 60 entre le plancher de compartimentage et l'élément de façade pare-flamme peut être réalisée avec de la laine de roche en panneau et/ou en vrac (8) (voir figure 5.11) :

- sur une hauteur minimale de 150 mm (avec une densité de  $45 \text{ kg/m}^3$  et une compression de 20 % (=  $55 \text{ kg/m}^3$  in situ) ;
- sur toute l'épaisseur entre le plancher de compartimentage et la tôle pare-flamme ;
- sans interruption et bien comprimée pour assurer l'étanchéité de tous les joints (aucune ouverture ne peut subsister).

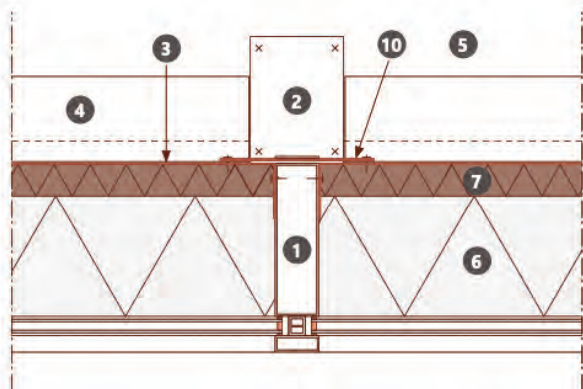
Une tôle d'acier (9) maintient l'isolation en place dans la partie inférieure du plancher, même lorsque la façade se déforme sous l'effet du feu. Cette tôle d'acier de maximum 1 mm sera fixée avec un recouvrement d'au moins 100 mm : à la tôle verticale pare-flamme (3) à l'aide de fixations en acier (vis autotaraudeuses) ou au plancher à l'aide de fixations en acier d'un diamètre  $\geq 5 \text{ mm}$  ancrées dans le béton sur une profondeur d'au moins 40 mm et distancées de maximum 200 mm. Un mastic ignifuge autorise les déformations entre la façade et le plancher.

Une deuxième tôle d'acier (4) doit assurer l'étanchéité de la partie supérieure entre la tôle pare-flamme et le plancher de compartimentage.

La continuité horizontale des tôles pare-flamme doit être assurée au droit des montants de la façade rideau. Lorsque ces montants sont en aluminium, il faut :

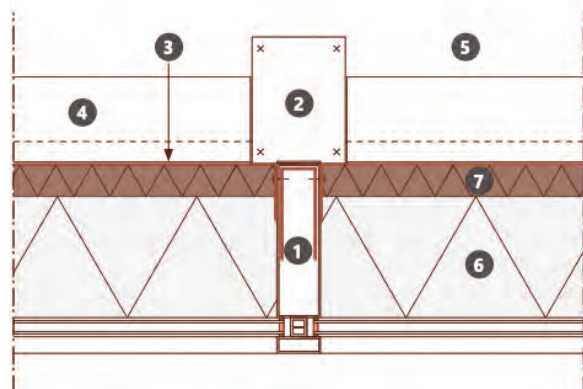
- soit appliquer un revêtement en tôle d'acier sur la tôle pare-flamme, voir (10) dans la figure 5.13 ;
- soit assurer le recouvrement des tôles ;
- soit prévoir un renfort en acier dans le profilé en aluminium de la façade rideau sur toute la hauteur de la tôle pare-flamme, voir (1) dans la figure 5.14. La continuité de la tôle pare-flamme au feu est alors assurée par des pièces d'assemblage en acier (raccord entre le renfort en acier et la tôle pare-flamme).

La hauteur développée de la tôle pare-flamme sera d'au moins 1 m. Les profilés de la façade rideau qui ne répondent pas à la classe de résistance E 60 ne peuvent pas être pris en compte dans ce calcul, même lorsque la tôle pare-flamme ou les tôles de liaison (4) et (9) recouvrent verticalement le bord du profilé.



- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1. Profil de façade             | 7. Isolation en laine de roche                   |
| 2. Ancrage de la façade         | 8. Resserrage en laine de roche (non représenté) |
| 3. Tôle verticale 'pare-flamme' | 9. Tôle inférieure (non représentée)             |
| 4. Tôle supérieure              | 10. Tôle de recouvrement                         |
| 5. Plancher de compartimentage  |  |
| 6. Isolation de façade          |  |

Figure 5.13 : Continuité horizontale des tôles pare-flammes assurée par une tôle en applique (source : CSTC)



- |   |  |
|---|--|
| 1. Profilé de la façade avec renfort en acier | 6. Isolation de façade                           |
| 2. Ancrage de la façade                       | 7. Isolation en laine de roche                   |
| 3. Tôle verticale 'pare-flamme'               | 8. Resserrage en laine de roche (non représenté) |
| 4. Tôle supérieure                            | 9. Tôle inférieure (non représentée)             |
| 5. Plancher de compartimentage                |  |

Figure 5.14 : Continuité horizontale assurée par un renfort en acier dans le profilé en aluminium. (source : CSTC)

Pour prendre en compte la hauteur du profilé horizontal dans le calcul de la hauteur développée de la tôle pare-flamme, ce profilé doit être :

- soit en acier ;
- soit en aluminium et protégé dans la partie inférieure par un isolant en laine de roche (classe de réaction au feu au moins A2-s3, d0, une épaisseur de 60 mm et une densité de 45 kg/m<sup>3</sup>) et fixé au profilé à l'aide d'ancrages en acier. Dans ce cas, seul le profil attaché à la partie supérieure de la tôle pare-flamme sera pris en compte pour le calcul de la hauteur développée.

### Propagation externe de l'incendie

Il n'y a pas de réglementation pour les bâtiments bas. Toutefois, pour les applications spéciales comme les maisons de repos, des dispositions supplémentaires peuvent être imposées.

Afin de limiter le risque de propagation externe de l'incendie dans les bâtiments moyens et élevés, l'élément de façade au droit de chaque compartiment (par ex. plancher d'étage) doit atteindre une certaine résistance au feu. Il répondra dès lors à 1 des 3 conditions suivantes :

1. La façade présente au niveau du plancher de compartimentage une étanchéité aux flammes E 60 et une longueur développée de 1 m ( $a + b + c + d$ ). Seuls les éléments ayant une étanchéité aux flammes E 60 sont pris en compte, ce qui exclut donc en principe les seuils en aluminium, les fenêtres en aluminium ou PVC, ainsi que les systèmes d'enduit sur EPS, .... En outre, toutes les traversées et affaiblissements de ces éléments étanches aux flammes E 60 doivent être rendus ignifuges.

On verra plus loin dans ce paragraphe comment déterminer la longueur développée de 1 m.

2. La façade présente une étanchéité aux flammes d'au moins E 30 sur toute la hauteur du bâtiment ou E 60 tous les deux étages (figure 5.16 - illustration A et B).
3. Les compartiments situés le long de la façade sont équipés d'une installation automatique de type 'sprinklage' selon la NBN EN 12845. Dans ce cas, il n'est pas indispensable de prendre d'autres mesures contre la propagation du feu. (figure 5.16, illustration C).

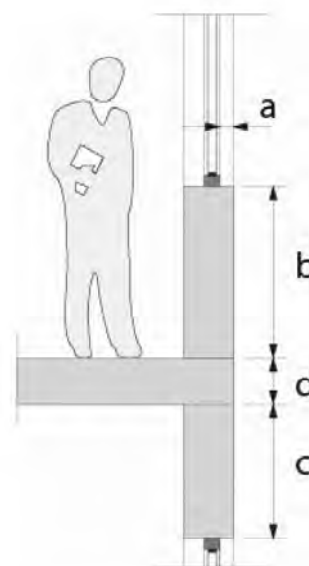


Figure 5.15 : Schéma de principe d'un élément de façade étanche au feu E 60 (longueur minimale  $a + b + c + d \geq 1m$ ). (source : CSTC).

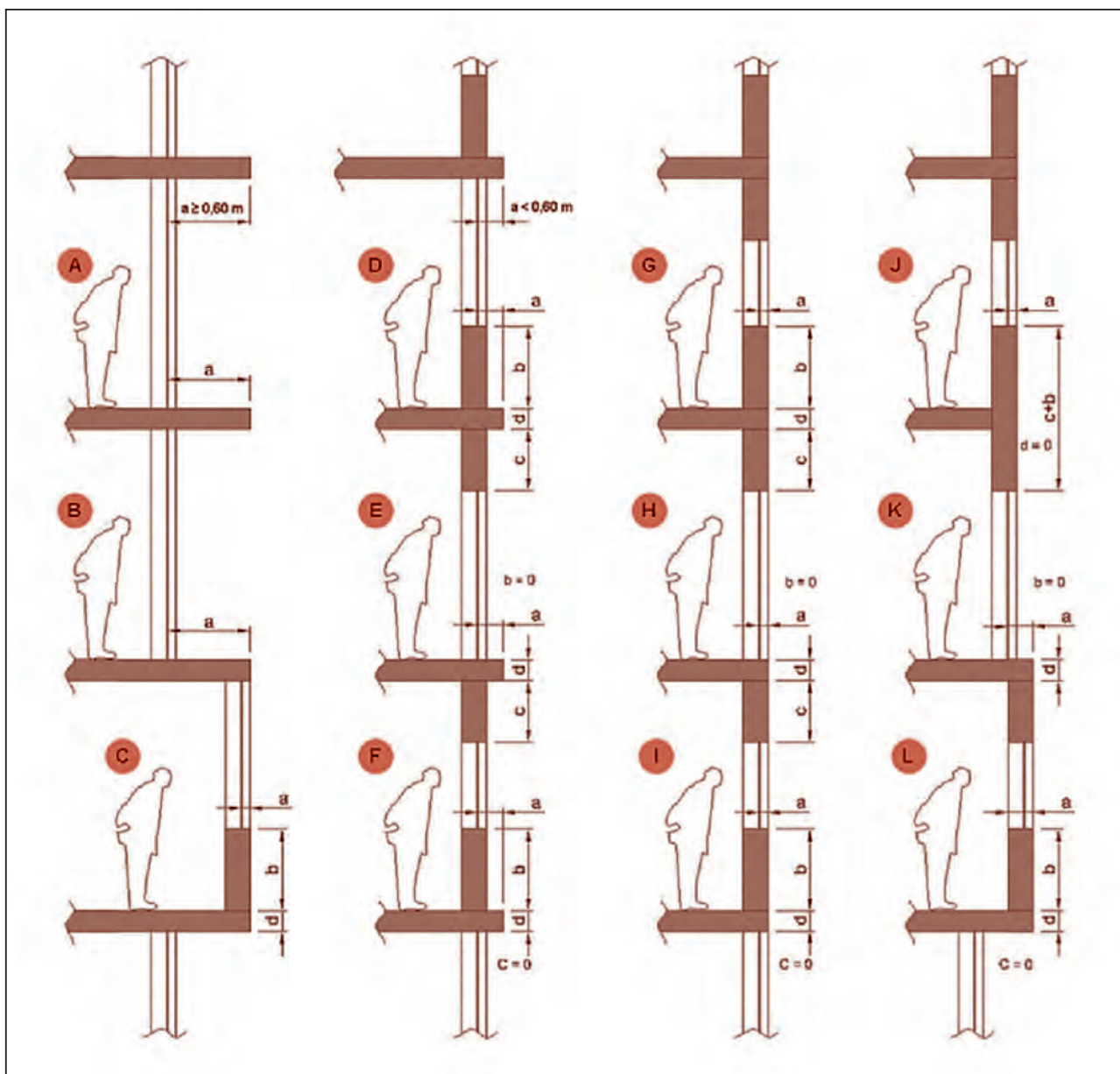


Figure 5.16 - Façades : exigence 1 pour la propagation externe de l'incendie.

L'alternative pour un élément de façade étanche au feu vertical E 60 d'une longueur développée de 1 m (solution 1) pourrait être une saillie horizontale étanche au feu E60 d'une longueur de 60 cm.

**Détermination de la longueur développée**

Pour les bâtiments moyens et élevés, une des options est de choisir un élément étanche au feu E 60 d'une longueur développée de 1 m. Cette longueur doit être calculée selon l'AR "Normes de base" (voir l'illustration 5.16).

En pratique, les erreurs sont fréquentes dans le calcul de la longueur développée de l'élément pare-flamme. Pour les éviter, les trois règles suivantes doivent être respectées :

- La longueur développée (a + b + c + d) de l'élément pare-flamme doit être d'au moins 1 m, voir figure 5.18.
- Seuls les éléments ayant une classe de résistance au feu

E 60 peuvent être pris en compte, ce qui exclut entre autres les seuils en aluminium, les châssis en aluminium ou PVC et les systèmes d'enduit sur EPS.

- La distance a peut être prise en compte, mais une seule fois, à savoir dans la partie supérieure de l'élément pare-flamme et non dans la partie inférieure. Cette distance est mesurée à partir de l'extérieur du vitrage.

Il faut également prévoir un élément pare-flamme E 60 au droit des cloisons verticales du compartiment (cloisons intérieures perpendiculaires à la façade). Une paroi de compartiment est une paroi résistante au feu qui forme la séparation entre 2 compartiments.

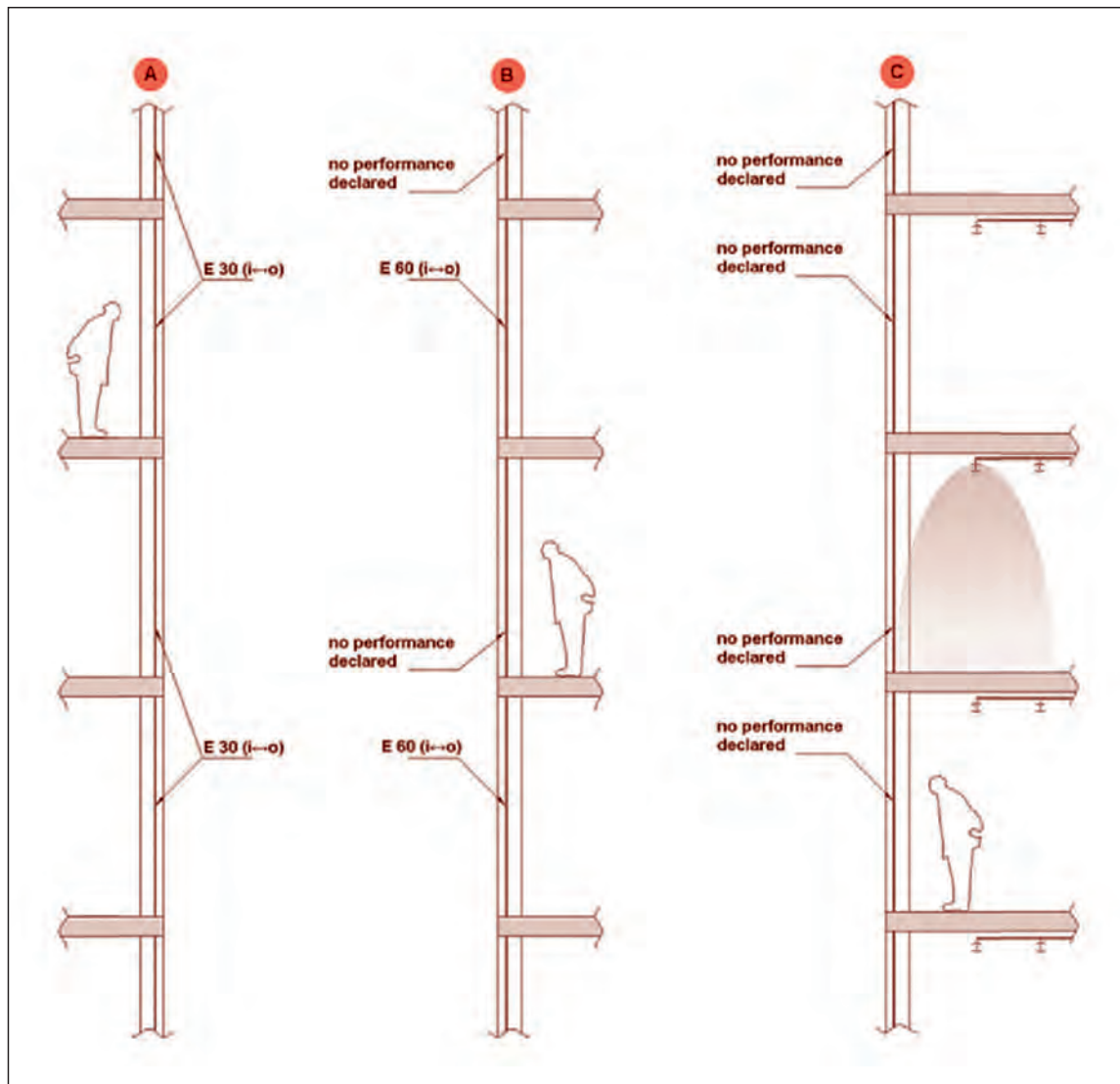


Figure 5.17 : Façades, exigences 2 et 3 pour la propagation externe de l'incendie.

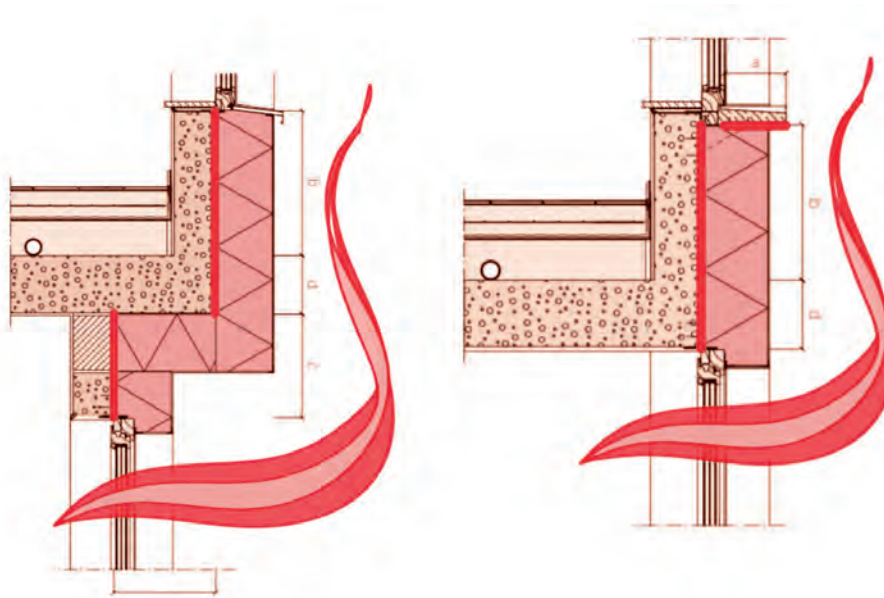


Figure 5.18 : Principe du calcul de la longueur développée (ligne rouge) d'un élément pare-flamme (a + b + c + d) (source : CSTC).

Ne peut être pris en compte

### Façades opposées et façades qui forment un angle dièdre

Lorsque des façades appartenant à différents compartiments se font face ou forment un angle dièdre rentrant, la distance (en m) entre les pans de façades qui n'ont pas au moins E 60 sera d'au moins :

- $1 + 7 \cos \alpha$  pour  $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$
- 1 pour  $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$

où  $\alpha$  représente l'angle rentrant (figure 5.19).

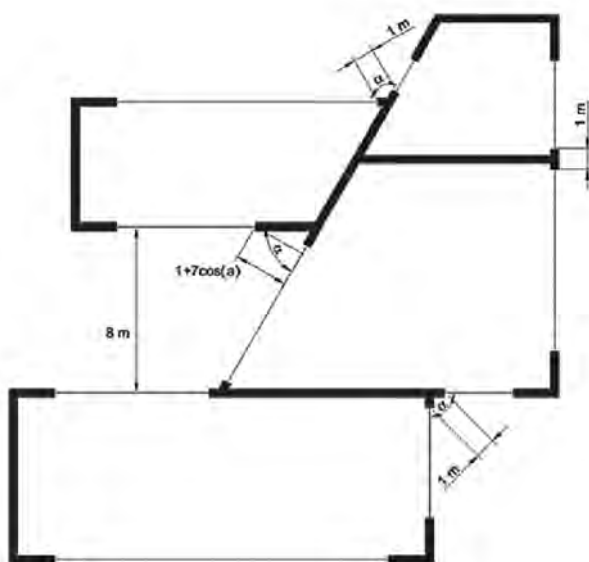


Figure 5.19 : Façades opposées.

### 5.1.12 Doubles façades

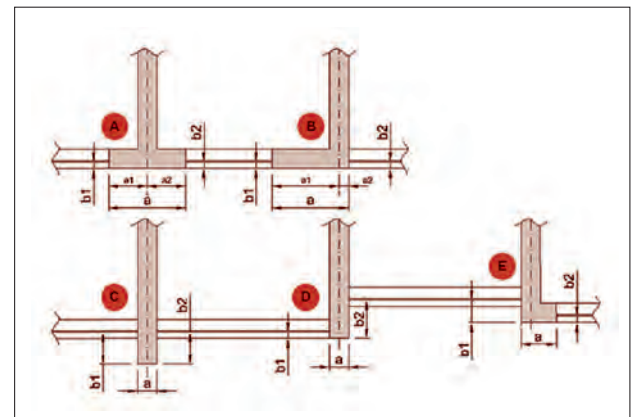


Figure 5.20 - Façades : mode d'application de cet élément de construction par rapport à un mur de compartiment vertical. Élément de façade E 60 au droit des cloisons de compartiment verticales ( $b1 + a + b2 \geq 1 \text{ m}$ ).

Une double façade ventilée est une façade composée de deux parois, généralement vitrées, séparées par une cavité (aussi appelée couche aérée ou espace intermédiaire) qui est ventilée naturellement et/ou mécaniquement et qui n'est pas utilisée pour l'évacuation. Il existe des doubles façades qui sont ventilées à l'extérieur (avec une paroi intérieure étanche à l'air et à l'eau et une paroi extérieure perméable à l'air) et des doubles façades qui sont ventilées à l'intérieur (double façade ventilée dont la paroi extérieure est étanche à l'air et la paroi intérieure est perméable à l'air).

Voir également le paragraphe 1.7.2 - Types de façades.

**Double façade interrompue par un compartimentage**

La cavité de la double façade est interrompue dans le prolongement de chaque cloison de compartiment par un élément d'au moins E 60. Cet élément occupe tout l'espace entre les deux parois et a une longueur minimale de 60 cm à partir de la face intérieure de la façade.

Cet élément peut comporter des ouvertures à condition que la continuité du compartimentage dans la cavité soit assurée par un dispositif de fermeture automatique qui a une résistance au feu E 60. Ce dispositif est testé avec son support dans l'orientation de la paroi de compartimentage. Sa fermeture est commandée :

- Soit par une détection thermique au droit de ce dispositif fonctionnant à une température maximale de 100 °C.
- Soit par une détection de fumée dans la cavité ou dans tous les compartiments le long de la façade répondant aux conditions. Lorsque des ouvertures existent entre la cavité de la double façade et l'intérieur du bâtiment, seule une détection de fumée dans la cavité ou dans les compartiments le long de la façade est autorisée. La détection de fumée doit répondre à certaines conditions que nous n'aborderons pas ici.

**Façade double paroi sans compartimentage**

Les façades double paroi sans compartimentage doivent être conformes à l'une des deux possibilités reprises ci-après.

**Façade double paroi dont la paroi intérieure est résistante au feu**

La paroi extérieure de la façade double paroi est constituée, entre les étages, d'au moins 50 % d'éléments de construction qui ne présentent pas de résistance au feu spécifique.

La paroi intérieure présente :

- soit, sur toute la hauteur, une résistance au feu d'au moins E 30 ;

- soit, un niveau sur deux, au moins une résistance au feu EI 60.

**Façade double paroi avec éléments ouvrables vers l'extérieur**

Les prescriptions pour les façades simples s'appliquent à la paroi intérieure lorsque la paroi extérieure comporte des vantelles fixes ou mobiles qui s'ouvrent automatiquement en cas d'incendie.

Les vantelles fixes sont orientées à 30 ± 10 degrés vers l'extérieur et vers le haut par rapport à l'horizontale, uniformément réparties sur au moins 50% de la surface.

Les vantelles mobiles répondent, en cas d'incendie, aux mêmes conditions que les vantelles fixes.

La position de sécurité des vantelles mobiles est commandée par une installation généralisée de détection d'incendie dans les compartiments en façade. Le dispositif automatique doit répondre aux conditions spécifiques pour les systèmes de fermeture et ouverture automatiques. (voir AR 21/9/2012)

**5.1.13 Exigences futures**

L'AR "Normes de base en matière de prévention contre l'incendie" a été récemment révisé. Il entre en vigueur à partir du 1er juillet 2022.

Deux modifications interviennent en ce qui concerne les exigences relatives à la réaction au feu des revêtements de façade dans leurs conditions finales d'application :

- Pour les bâtiments bas dont les utilisateurs ne sont pas autonomes, la classe C-s3, d1, prévaut dorénavant.
- Pour les bâtiments élevés, la classe A2-s3, d0, ou incombustible, est exigée.

Type de bâtiments	Bâtiments élevés	Bâtiments moyens	Bâtiments bas	
			Types d'utilisateurs	
			Non-autonomes (type 1)	Autonomes et endormis (type 2) ou autonomes et vigilants (type 3)
Revêtement de façade (1)	A2-s3, d0 (2)	B-s3, d1	C-s3, d1 (2)	D-s3, d1

(1) Les portes, décorations, joints et équipements techniques de la façade (enseignes, luminaires, grilles de ventilation, gouttières d'évacuation, bacs de plantes et traversées de mur des systèmes de chauffage) ne sont pas soumis aux exigences indiquées, pour autant que leur surface visible cumulée soit inférieure à 5 % de la surface visible de la façade en question.  
 (2) Plus strictes que l'exigence actuelle.

Tableau 5.21 : Réaction au feu des revêtements de façade : nouvelles exigences dans leurs conditions finales d'application ('end-use conditions').

Types de composants de façade	Type de bâtiments		
	Bâtiments élevés	Bâtiments moyens	Bâtiments bas
<b>Pas complètement protégés contre l'incendie</b>			
Tous les composants, à l'exception des montants	A2-s3, d0	A2-s3, d0 OU E, s'il s'agit d'une solution type	E
Montants	A1	A1 ou bois	–
<b>Complètement protégés contre l'incendie grâce à un élément répondant aux exigences suivantes</b>			
	<b>K<sub>2</sub> 30 ou EI 30</b>	<b>K<sub>2</sub> 10 ou EI 15</b>	
Tous les composants	E, s'il s'agit d'une solution type	E	–

Tableau 5.22 : Réaction au feu des autres composants de façade.

De nouvelles conditions touchent aussi les composants substantiels de la façade. Tant les nouvelles exigences de réaction au feu des revêtements de façade (tableau 5.21) que celles relatives aux composants de la façade (tableau 5.22) devront être observées.

En matière d'exigences à la réaction au feu des composants substantiels, distinction est faite sur base de la hauteur des bâtiments et de la possibilité que ces composants soient complètement ou non protégés contre le feu (tableau 5.22).

Dans le cas des bâtiments moyens et élevés, les composants de façade doivent être incombustibles. Si des composants combustibles sont néanmoins utilisés dans la façade (classe de réaction au feu E ou mieux), il convient alors soit d'opter pour des solutions types, soit de protéger entièrement les composants substantiels contre le feu, tant de l'intérieur que de l'extérieur. Les composants doivent donc être protégés de tous les côtés. Cette protection doit être constituée, pour les bâtiments élevés, d'un élément ayant une capacité de protection contre l'incendie K<sub>2</sub> 30 ou une résistance au feu EI 30 et, pour les bâtiments moyens, d'un élément offrant une capacité de protection contre l'incendie K<sub>2</sub> 10 ou une résistance au feu EI 15.

Pour les bâtiments moyens, le recours à des composants substantiels combustibles est possible si le choix se porte sur une solution type :

- **Pour les façades avec une lame d'air continue** (par ex. bardage avec lame d'air ventilée, mur creux traditionnel), une interruption de l'isolant combustible et de la lame d'air devrait être prévue tous les deux niveaux via une barrière résistant au feu. Des ouvertures de ventilation seraient permises dans ces interruptions coupe-feu à raison de maximum 100 cm<sup>2</sup> par mètre courant. Cette ouverture peut consister en une fente de 1 cm sur toute la longueur. Les isolants EPS et XPS ne seraient pas autorisés.
- **Pour les façades sans lame d'air continue** (par ex. ETICS), il faudrait prévoir, si l'isolant est du type EPS ou XPS, une barrière résistant au feu continue au droit du plancher du premier et du troisième étage. Puis, une barrière serait disposée un niveau sur deux ou au-dessus et autour des fenêtres. Par exemple, il est possible de réaliser la barrière résistant au feu en remplaçant l'isolant par de la laine de roche (densité de 60 kg/m<sup>3</sup>, sur une hauteur d'au moins 20 cm). S'il s'agit d'un autre isolant (PUR, PIR, laine de bois), aucune barrière résistant au feu ne doit être prévue.

Les éléments non substantiels (par ex. membranes parapluie d'une épaisseur inférieure à 1 mm et d'une masse inférieure ou égale à 1 kg/m<sup>2</sup>) ne seraient pas soumis à des exigences. La réaction au feu de la façade et les composants substantiels ne doivent pas répondre à des exigences si un test à grande échelle a été mené avec succès (selon la BS 8414-1 et BS 8414-2, DIN 4102-20 ou LEPiR 2).

### 5.1.14 Essais de la composition de façade

Les performances de résistance au feu sont déterminées par des essais ou par des calculs conformément aux Eurocodes.

Il existe plusieurs façons de démontrer que la composition de façade répond aux critères requis :

- 1. Essais d'incendie** : à effectuer par un laboratoire agréé conformément à la NBN EN 1364-3 (test d'étanchéité au feu du panneau) et à la NBN EN 1364-4 (test de résistance au feu de la transition entre la façade et le gros oeuvre).
- 2. Approbation du type d'exécution de la transition façade-gros oeuvre** : en soumettant un rapport d'essai qui démontre l'étanchéité au feu du panneau utilisé et une note de calcul qui démontre la stabilité de l'ensemble en cas d'incendie, par ex. voir par. 5.1.11.

### 5.1.15 Portes coupe-feu

**Classification des ensembles de portes extérieures depuis 1.11.2019.** La résistance au feu des portes peut uniquement être démontrée par des essais spécifiques conformément à la norme NBN EN 1634-1 et classifiée selon la norme NBN EN 13501-2. Jusqu'au 1.11.2019, la classification Rf selon l'ancienne norme belge NBN 713-020 était considérée comme équivalente. Cette norme NBN sera dans le futur remplacée par des normes européennes. Voir le paragraphe 5.1.8 pour la nomenclature et les symboles.

Les essais mènent à une classification "E<sub>1</sub>" (lorsque la température mesurée sur la face non exposée s'élève à moins de 180°C pendant les essais, même dans les zones qui se situent à moins de 25 mm des bords), ou autres comme "E<sub>2</sub>", "EW" ou "E". Voir le tableau 5.21.

Cette classification est suivie du nombre de minutes auquel l'ensemble répond. Une porte qui résiste 30 minutes au feu est donc de la "E<sub>1</sub>30".

La législation belge reprend toutefois uniquement la classe la plus sévère : "E<sub>1</sub>". Les trois autres classes ("E<sub>2</sub>", "EW" ou "E") ne répondent donc pas aux exigences de l'ancienne réglementation belge (classification Rf).

**Pour les portes intérieures**, la réglementation Rf dispa-

raîtra. A partir du 1er juillet 2022, la demande est de répondre à la classification EU "E<sub>1</sub>".

#### Extrapolation des résultats d'essais -Benor-ATG

Puisque les ensembles de portes sont exécutés en différentes dimensions, la Belgique admet la marque (volontaire) BENOR-ATG qui vérifie l'extrapolation admise (règles EXAP) pour d'autres dimensions ou combinaisons et précise les performances à l'attention du maître d'ouvrage, de l'architecte, du service d'incendie et des autres parties. Cela permet également de simplifier l'extrapolation des essais ITT des fournisseurs de systèmes et les exigences FPC pour les ensembles de portes.

#### Certification complémentaire des poseurs ISIB

La Belgique applique en outre la certification des poseurs de portes coupe-feu (ISIB) sur une base volontaire considérant l'importance des raccords constructifs dans le comportement d'un ensemble de portes intérieures en cas d'incendie.

#### Marquage CE

Le Marquage CE, basé sur les normes européennes précitées en ce qui concerne les essais et la classification, permet d'informer l'utilisateur des caractéristiques des ensembles de portes résistants au feu.

Si ces déclarations de performances sont reprises dans le projet au moyen du Marquage CE, elles sont pour le client et les instances de contrôle une manière de traiter plus rapidement et simplement les exigences liées au projet. Le Marquage CE et les déclarations de performances doivent être repris dans le dossier du projet mais ne doivent pas impérativement être appliqués sur l'ensemble de portes intérieures.

### 5.1.16 Evacuation de fumées et de chaleur (EFC)

Au cours d'un incendie, ce n'est pas tellement le feu mais la fumée qui occasionne le plus de victimes. C'est pourquoi l'évacuation des fumées et de la chaleur (EFC) est importante en vue d'assurer la sécurité pour l'évacuation des personnes et l'intervention des secours ainsi que pour limiter les dégâts de fumée. L'effet des EFC est le ralentissement de la constitution d'une couche de fumée brûlante sous le plafond, permettant de retarder un embrasement généralisé éclair, voire même de l'éviter. L'embrasement généralisé éclair ou la propagation de

Exigences d'essai	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>
Distance des thermocouples par rapport au bord	25 mm	100 mm
Augmentation maximale de la température sur toute la surface	180° C	180° C
Augmentation maximale de la température sur le cadre extérieur	360° C	360° C

Tableau 5.23 : Critères d'essai pour les portes coupe-feu.



Figure 5.24 : Principe EFC.

l'incendie désigne l'embrasement explosif d'une couche de fumée brûlante.

Grâce aux systèmes EFC, la charge thermique de la structure portante de la toiture est réduite à des températures permettant de maintenir la stabilité d'une structure pas ou peu protégée.

Les exutoires de fumée sont des dispositifs spécifiquement conçus pour évacuer la fumée d'un local. Dans certains cas, il peut également s'agir de dispositifs combinés pour assurer une ventilation naturelle dans des conditions normales et pour extraire la fumée et la chaleur en cas d'incendie. Les exutoires de fumée sont installés dans la partie supérieure du local à désenfumer. Cependant, les exutoires ne fonctionnent efficacement qu'en présence d'ouvertures en partie inférieure pour amener de l'air frais.

Un EFC consiste en un système d'extraction d'air naturel activé par un système d'alarme incendie. Il est évidemment indispensable que tous ces éléments soient intégralement dimensionnés et soient connectés sans faille. Autant les coupoles que les lanterneaux filants peuvent être équipés pour assurer l'évacuation naturelle de la fumée et de la chaleur.

Il existe plusieurs systèmes de EFC et la norme européenne NBN EN 12101 avec le certificat CE correspondant détermine les critères auxquels une ventilation naturelle doit répondre. Le certificat CE est une garantie supplémentaire de la sécurité et de la fiabilité de l'appareil et atteste qu'il remplira sa fonction de EFC dans des circonstances extrêmes. Les appareils sont soumis à des tests sévères avant d'obtenir le certificat CE.

Les normes belges NBN S 21-208-1 et 3 ont été ratifiées par un Arrêté Royal et sont d'application en Belgique. Ces normes réfèrent en outre à la norme européenne NBN EN 12101-2. Le certificat CE est par conséquent obligatoire pour tout appareil EFC en Belgique.

### 5.1.17 Lois et réglementations

Une révision de l'AR "Normes de base" pour la Prévention des incendies a récemment eu lieu, voir par. 5.1.2 – Exigences pour les bâtiments.

**NBN 713-020** : Protection contre l'incendie – Comportement au feu des matériaux et éléments de construction – Résistance au feu des éléments de construction. (Cette norme est remplacée depuis le 1/11/2019 par la NBN EN 16034).

**NBN EN 13501** Classement au feu des produits et éléments de construction :

- NBN EN 13501-1 : Classement à partir des données d'essais de réaction au feu
- NBN EN 13501-2 : Classement à partir des données d'essais de résistance au feu, à l'exclusion des produits utilisés dans les systèmes de ventilation
- NBN EN 13501-3 : Classement utilisant des données d'essais de résistance au feu de produits et éléments utilisés dans les installations d'entretien : conduits et clapets résistants au feu
- NBN EN 13501-4 : Classement à partir des données d'essais de résistance au feu des composants de dispositifs de contrôle de fumée
- NBN EN 13501-5 : Classement utilisant des données d'essais au feu des toitures exposées à un feu extérieur

**Prévention incendie des bâtiments :**

- NBN S 21-204 : Protection contre l'incendie dans les bâtiments – Bâtiments scolaires – Conditions générales et réaction au feu
- prNBN S 21-204-2 : Protection contre l'incendie dans les bâtiments – Bâtiments scolaires - Partie 2 : Protection contre l'incendie des nouveaux bâtiments scolaires

**Eurocodes :**

- NBN EN 1991-1-2 : Eurocode 1 : Actions sur les structures - Partie 1-2 : Actions générales – actions sur les structures exposées au feu
- NBN EN 1999-1-2 : Eurocode 9 : Calcul des structures en aluminium - Partie 1-2 : Calcul du comportement au feu

**Essais au feu :**

- NBN EN 1363-1 : Essais de résistance au feu – Exigences générales
- NBN EN 1364 : Essais de résistance au feu des éléments non porteurs
- NBN EN 15254 : Extension du champ d'application des résultats des essais au feu (éléments non porteurs)
- NBN EN 1365 : Essais de résistance au feu des éléments porteurs
- NBN EN 1634 (partie 1 à 3) : Essais de résistance au feu et d'étanchéité aux fumées des portes, fermetures, fenêtres et éléments de quincaillerie

**5.2 Résistance à l'effraction**

L'aluminium est un matériau de base très approprié pour la réalisation d'éléments de façade suffisamment résistants à l'effraction. Ce chapitre traite de la résistance à l'effraction des éléments de menuiserie et des aspects de la résistance à l'effraction qui sont importants en pratique.

**5.2.1 Verre**

Lorsqu'on dit du verre (feuilleté) qu'il présente une propriété anti-effraction ou retardatrice d'intrusion, il s'agit d'un vitrage de sécurité. La norme NBN EN 356 'Verre dans la construction – Vitrage de sécurité – Mise à l'essai et classification de la résistance à l'attaque manuelle' décrit la mise à l'essai et la classification de la résistance du verre aux attaques manuelles.

La protection contre le cambriolage et le vandalisme pour empêcher l'intrusion (ou dans certains cas l'évasion, comme dans les hôpitaux ou les prisons) est généralement réalisée par du verre feuilleté ou des combinaisons de verre et polycarbonate de la classe de résistance requise.

La NBN EN 356 décrit 2 méthodes d'essai et attribue une classification aux résultats. La première méthode d'essai est le "**Hard body drop test**", aussi nommé le "**Test de la bille d'acier**" et simule la rupture ou le percement du vitrage avec un objet contondant. Dans ce test, la feuille de verre est testée en faisant tomber 3 billes d'acier d'un diamètre de 10 cm et d'un poids de 4,11 kg. Elle est maintenue en position horizontale par insertion de 30 mm ( $\pm$  5 mm) sur les quatre côtés. La feuille de verre réussit le test si la bille ne traverse pas le verre. En fonction de la hauteur de la chute et du nombre de tentatives, on obtient la classification ci-dessous. P1A est la classification inférieure et P5A la classe de résistance supérieure.

Classe de résistance	Hauteur de chute	Nombre d'impacts	Classification	Vérifier le type de verre auprès des fournisseurs
P1A	1500 mm	3 impacts en triangle	EN 356 P1A	Par ex. 33.1, 44.1, 55.1 PVB verre feuilleté (*)
P2A	3000 mm	3 impacts en triangle	EN 356 P2A	Par ex. 33.2, 44.2, 55.2 PVB verre feuilleté (*)
P3A	6000 mm	3 impacts en triangle	EN 356 P3A	Par ex. 33.3, 44.3, 55.3 PVB verre feuilleté (*)
P4A	9000 mm	3 impacts en triangle	EN 356 P4A	Par ex. 33.4, 44.4, 55.4 PVB verre feuilleté (*)
P5A	9000 mm	3x3 impacts en triangle	EN 356 P5A	Par ex. 34.8, 44.8, 55.8 PVB verre feuilleté (*)

Tableau 5.25 : Classification aux billes d'acier.

(\*) Attention : les types de verre cités sont à titre indicatif et peuvent dévier en fonction du producteur. Lorsque le verre est livré avec une classification selon la NBN EN 356, un rapport des essais conformes à la norme doit être en possession du producteur.

Classe de résistance	Nbre. d'impacts	Classification	Type de verre
P6B	30 à 50	EN 356 P6B	Env. 15-18mm ép. PVB verre feuilleté (**)
P7B	51 à 70	EN 356 P7B	Env. 21-24mm ép. PVB verre feuilleté (**)
P8B	Plus de 70	EN 356 P8B	Env. 27-35mm ép. PVB verre feuilleté (**)

Tableau 5.26 : Classification de l'essai à la hache.

(\*\*) Attention : les types de verres cités sont donnés à titre indicatif et peuvent diverger en fonction du producteur. Lorsque le verre est livré avec une classification selon la NBN EN 356, un rapport des essais conformes à la norme doit être en possession du producteur.

Le deuxième essai décrit est l'«**Axe test**», ou «**Essai à la hache**» qui simule une tentative d'effraction. Il s'agit de frapper le vitrage avec un objet comme une hache. Pour cet essai, la feuille de verre est maintenue en position verticale par insertion de 30 mm ( $\pm 5$  mm) sur les quatre côtés. La feuille de verre est d'abord attaquée au marteau qui simule le côté plat de la hache et qui brise le verre sur la surface où la hache va frapper. Ensuite, le côté tranchant de la hache défonce le verre. La feuille de verre testée est conforme à l'essai tant qu'il n'y a pas d'ouverture carrée de plus de 400 mm de côté. En fonction du nombre de coups appliqués à la hache, on établit la classification ci-dessous. P6B est la classe de résistance inférieure et P8B la classe supérieure. La norme NBN EN 356 est appliquée par tous les fabricants de verre feuilleté pour tester leurs vitrages de sécurité.

D'autre part, la norme est indiquée comme méthode d'essai et de classification pour la résistance à l'effraction des produits verriers pour la construction couverts par le Marquage CE légalement obligatoire. Tous les producteurs sont obligés d'indiquer sur le marquage CE de leurs produits la classe de résistance conforme à la NBN EN 356. Si un fabricant n'indique pas la classe de résistance, le vitrage ne sera pas considéré comme un vitrage retardateur d'effraction et le client ne pourra pas l'appliquer comme tel.

### 5.2.2 Portes et fenêtres

La série des normes NBN EN 1627 à NBN EN 1630 sont des documents de référence pour l'évaluation des performances de la menuiserie retardatrice d'effraction.

La norme NBN EN 1627 contient un système de classification pour les portes piétonnes, fenêtres, façades rideaux, grilles et serrures, en fonction de leurs performances de résistance à l'effraction. On distingue 6 classes de résistance à l'effraction, en fonction du type d'outillage utilisé et de la durée de résistance (durée de contact) aux tentatives d'effraction manuelles (exprimées en minutes).

Les normes NBN EN 1628 à 1630 décrivent les méthodes d'essais appliquées pour déterminer la résistance des éléments de façade aux charges statiques et dynamiques et aux tentatives d'effraction manuelles.

**L'essai statique** consiste à appliquer, à l'aide d'un vérin hydraulique, une charge en différents points de l'élément de construction (points de fermeture et de suspension, angles du panneau de remplissage, ...). Les charges d'essai, la durée et les déformations maximales autorisées dépendent de la classe de résistance visée.

**L'essai dynamique** est appliqué pour les classes de résistance 1 à 3 si l'élément a résisté à l'essai statique. L'essai consiste à laisser tomber de façon pendulaire un double pneu de 50 kg (décrit dans la norme NBN EN 12600) en différents endroits prédéfinis de l'élément (centre et angles du panneau de remplissage, ...). La hauteur de chute est fonction de la classe de résistance visée.

**L'essai manuel** est effectué en deux phases pour les classes de résistance 2 à 6 si l'élément a supporté les essais statique et dynamique. Lors de l'essai manuel, on tente de forcer une ouverture dans le laps de temps imposé par la classe de résistance visée. Une distinction est faite entre la durée de la résistance, à savoir le temps de contact effectif avec l'élément de menuiserie, et la durée totale de l'essai pendant lequel la personne qui effectue l'essai peut réfléchir à la stratégie à suivre, éventuellement à l'aide des dessins techniques de la construction. Ces temps sont dénommés le temps de contact et le temps d'attaque.

Voir tableau 5.25.

Classe de résistance EN 1627	Type d'attaque	Essais				
	Outils	Essai statique EN 1628	Essai dynamique EN 1629	Essai manuel EN 1630		
				Tool set	Durée de résistance [min]	Durée totale de l'essai [min]
RC1	Petit outillage simple, force physique.	x	x	A1	Pas d'essai manuel	
RC2 - RC2N	Idem + outillage simples (tournevis, pince, cales en bois ou plastique, scie, marteau ou clé à tube).	x	x	A2	3	15
RC3	Idem + plus gros tournevis, pied de biche, petit marteau, perceuse à main, chasse-goupille.	x	x	A3	5	20
RC4	Idem + marteau lourd, hache, ciseau à bois, cisaille à métal, coupe-boulons, burins et perceuse électrique.	x	-	A4	10	30
RC5	Idem + outillage électrique (perceuse, scie sauteuse, scie sabre, meuleuse d'angle).	x	-	A5	15	40
RC6	Idem + masse, cale en acier, outils électriques puissants (disqueuse, marteau à percussion).	x	-	A6	20	50

Tableau 5.27 : Classification de la résistance à l'effraction selon les normes européennes NBN EN 1627 à 1630 et NBN B25-002-1. Remarques :

- Pour la classe de résistance, il est aussi souvent référé à l'ancienne dénomination WK au lieu de RC.
- RC2N est une classification de l'ensemble de menuiserie sans vitrage de sécurité mais avec un panneau de remplissage. RC2 est avec vitrage de sécurité.
- Pour la résistance à l'effraction des habitations privées, RC2 est appliqué. RC3 est destiné aux institutions bancaires et autres ; ce qui va de pair avec des profilés plus lourds.

### 5.2.3 Accessibilité

Afin de déterminer la classification nécessaire pour la menuiserie ou la façade, le CSTC a développé une méthode de tri pour évaluer le risque d'effraction à l'aide d'un questionnaire (situation, environnement, proximité d'une autoroute ou d'un chemin de fuite). Après une révision en 2015, les protections actives et passives sont

prises en considération dans l'évaluation.

Cette approche fait usage de scores attribués aux mesures passives et actives (installations d'alarme) et, en fonction du résultat total (classe 1-6), les niveaux de protection requis sont indiqués.

Produit	Norme	Niveau de protection					
		1	2	3	4	5	6
Porte extérieure accessible	EN 1627-2011	RC 1	RC 2	RC 2 - 3	RC 3 - 4	RC 4	RC 5 - 6
Fenêtre accessible		RC 1	RC 2	RC 2 - 3	RC 3 - 4	RC 4	RC 4
Volets roulants pour la protection des portes ou fenêtres		RC 1	RC 2	RC 2	RC 3	RC 4	RC 4 - 5
Lorsque le volet est installé en même temps qu'une porte ou fenêtre retardatrice d'effraction, la classe de résistance du volet peut être d'un niveau inférieur.							

Tableau 5.28 : Détermination des risques d'effraction.

En Belgique, deux modes de représentation de l'accessibilité sont appliqués : la norme NEN 5087 (2013) et le document de référence flamand 'Risques d'effraction' (1 octobre 2014).

La norme néerlandaise NEN 5087

Figure 5.29 : Accessibilité pour l'effraction dans les structures de séparation extérieures selon la NEN 5087.



Une "surface d'effraction" est la partie de la surface de toiture et de façade qui est accessible aux cambrioleurs à partir d'une surface d'accessibilité.

Selon la NEN 5087, une surface présentant une pente maximale de 40° et pouvant supporter un poids de 50 kg est une surface d'accessibilité lorsqu'elle est (voir figure 5.28) :

- A. un terrain attenant ou un plan d'eau attenant ;
- B. accessible à partir du terrain attenant par un escalier fixe ;
- C. un plancher d'un passage commun (par ex. une galerie ou un corridor dans un immeuble d'appartements) d'un immeuble d'habitation (par ex. un immeuble résidentiel) ;
- D. une toiture plate qui :
  - a une dimension minimale de 0,4 m x 0,4 m, est située à maximum 3,5 m au-dessus d'un passage commun d'un immeuble résidentiel ;

- se situe, au moins d'un côté, en retrait sur au moins 1 m par rapport au bord de la dalle de sol sous-jacente dans le lieu de passage commun d'un bâtiment résidentiel ;
- E. une surface de minimum 0,4 m x 0,4 m, située à maximum 3,5 m au-dessus du terrain et/ou du plan d'eau adjacent ;
- F. une surface qui :
  - présente une dimension minimale de 0,4 m x 0,4 m, située à maximum 2,4 m au-dessus de la surface d'accessibilité précédente ;
  - se situe, au moins d'un côté, en retrait sur au moins 1 m par rapport au bord de la surface d'accessibilité précédente.

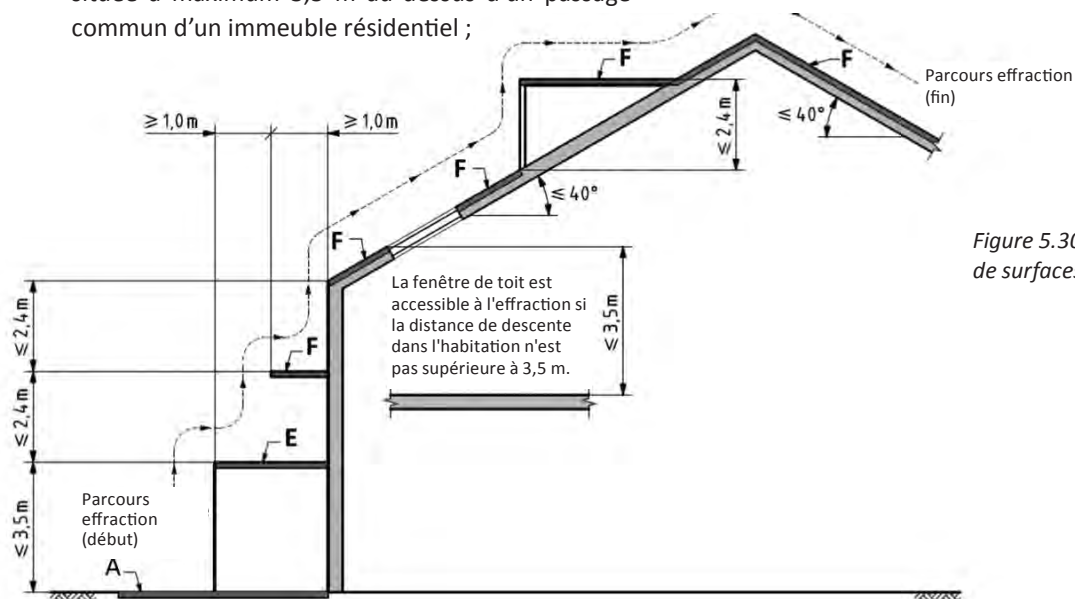


Figure 5.30 : Exemples de surfaces d'accessibilité.

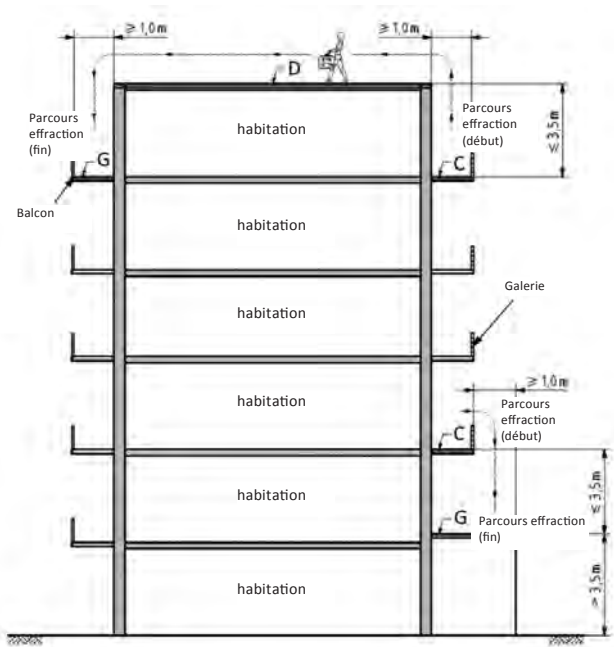


Figure 5.31 : Exemples des surfaces d'accessibilité selon la NEN 5087.

G. une surface qui :

- a une dimension minimale de 1 m x 0,4 m, située à maximum 3,5 m en dessous de la surface d'accessibilité précédente ;
- se situe, au moins d'un côté, en retrait sur minimum 1 m par rapport au bord de la surface d'accessibilité précédente.

La surface d'effraction est déterminée selon la méthode de la projection à l'aide de deux surfaces de référence, où la projection est uniquement d'application pour une toiture et/ou un pan de façade accessible avec une inclinaison >40° :

• **Première surface de référence verticale** : surface imaginaire verticale dont la largeur est égale à la largeur 'b' de la surface d'accessibilité (voir figure) augmentée de 1 m de chaque côté et qui présente une hauteur de 2,4 m. La première surface de référence se trouve au bord de

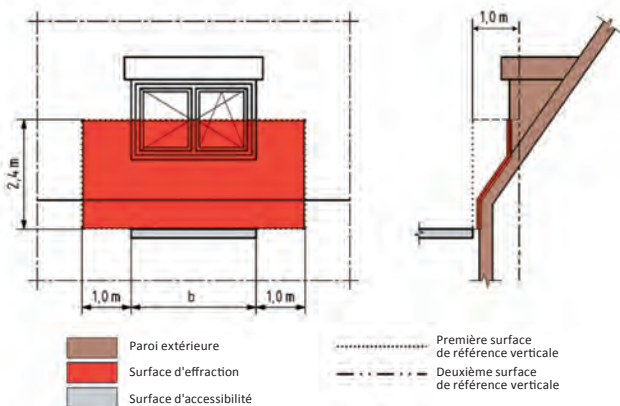


Figure 5.33 : Détermination de la surface d'effraction.



Figure 5.32 : Exemple d'une surface d'accessibilité selon le point B.

la surface d'accessibilité la plus proche de la surface de toiture ou de façade.

• **Deuxième surface de référence verticale** : surface imaginaire verticale, infiniment grande, située à 1 m de la première surface de référence verticale.

La surface d'effraction est la partie de la projection horizontale de la première surface de référence verticale sur la paroi extérieure qui se situe entre la surface d'accessibilité et la deuxième surface de référence verticale (fig. 5.31).

*Le document de référence flamand concernant les risques d'effraction*

En plus de la norme néerlandaise, référence est parfois faite au document 'risques d'effraction' établi par les autorités flamandes (fig. 5.32).

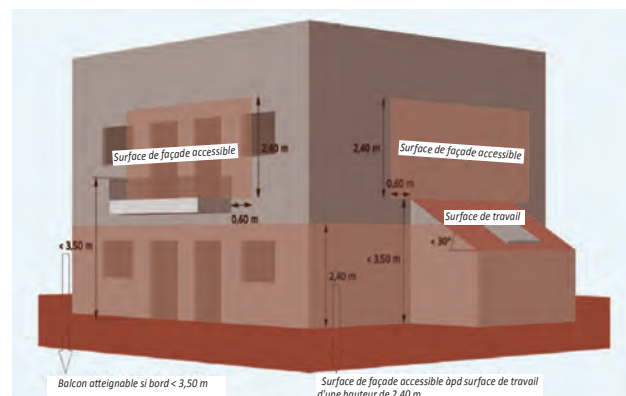


Figure 5.34 : Accessibilité selon le document 'Risques d'effraction' flamand.

### 5.2.4 Augmenter la résistance à l'effraction

Pour atteindre la classe de résistance décrite dans les paragraphes précédents, plusieurs adaptations sont effectuées à l'élément, à la quincaillerie, aux éléments de remplissage et à l'ancrage au gros oeuvre. Nous les résumons ici :

#### Les fenêtres :

- fixation supplémentaire des pièces de fermeture et charnières ;
- nombre suffisant d'ancrages de l'élément de façade ;
- poignée verrouillable et équipée d'une protection antiforage ;
- goujons à tête champignon dans les pièces de fermeture ;
- parcloses tubulaires posées de l'intérieur ;
- collage partiel ou total du vitrage (masticage plein bain/vitrage humide), si besoin uniquement dans les angles.

#### Les portes :

- serrures multipoints : au moins une fermeture à trois points ;
- avec serrure à crochet, pêne dormant ;
- Cylindre de sécurité à faible saillie et protection antiforage ;
- rosaces de sécurité : fixation traversante et éventuellement une protection contre l'arrachement du noyau qui empêche que le cylindre soit arraché ou cassé ;
- exigences pour la quincaillerie selon la NBN EN 1627 (pour les béquilles de portes, serrures de portes et cylindres) ;
- gâche, têtère et béquille à fixer de manière renforcée ;
- taquet antivol pour la classe 2 ;
- parcloses tubulaires ;
- collage partiel ou total du vitrage (masticage plein bain/vitrage humide).

La Note d'Informations Techniques 206 du CSTC détaille la "Protection mécanique de la menuiserie et des vitrages contre l'effraction". Le fabricant veillera à ce que toutes les adaptations du système standard soient effectuées conformément aux règlements et aux mesures connues de la classe déclarée.

En ce qui concerne la quincaillerie, il est possible d'utiliser une quincaillerie agréée SKG (le nombre d'étoiles indique le niveau de résistance, comparable à la classe RC1=1\*, RC2=2\*, RC3=3\*). L'utilisation de cette quincaillerie, associée aux directives précédentes concernant l'exécution et l'ancrage au gros oeuvre, conduit à une résistance 'comparable' à celle obtenue par les tests. Il est utile d'appliquer cette méthode lorsque la menuiserie doit être sécurisée après la pose et qu'il n'est pas possible de tester ou de démonter et remplacer la menuiserie existante.

### 5.2.5 La pratique

Le maître d'ouvrage doit indiquer quels éléments de façade doivent répondre à quelles exigences de résistance à l'effraction. Actuellement, plusieurs fabricants et fournisseurs de systèmes disposent de certificats de résistance à l'effraction. Ces certificats font mention des performances de résistance à l'effraction d'un élément de façade étudié ou testé. En général, les éléments de façade effectivement produits doivent être conformes aux prescriptions de fabrication de l'élément de façade testé. Si les éléments de façade effectivement produits diffèrent des éléments testés, un institut de certification peut néanmoins certifier que l'élément de façade effectivement produit est conforme à la même classe de résistance à l'effraction que le type testé.

Les aspects d'un élément de façade sont abordés ci-dessous ainsi que les conditions préalables nécessaires pour établir la conformité d'un élément de façade testé :

#### 1. Dimensionnement

Pour les portes et fenêtres, les dimensions principales de l'élément de façade, les distances entre les points de fermeture et les charnières, ainsi que les distances des points de fermeture et charnières par rapport aux angles de l'élément de façade peuvent varier par rapport à l'élément de façade testé. La surface peut être 25 % plus grande ou plus petite. La distance entre les points de fermeture de la fenêtre peut être augmentée de 5 % et réduite de 20 % par rapport à l'élément testé.

#### 2. Types de fenêtres

Une fenêtre oscillo-battante a la même classe de résistance à l'effraction qu'une fenêtre oscillo-battante de la même série si le même type de quincaillerie est utilisé pour les dispositifs d'ouverture des dites fenêtres oscillo-battantes.

#### 3. Dimensions des profilés

Les portes et fenêtres fabriquées à partir d'un profilé plus profond ou plus large (d'un système de profilés) que celui testé et approuvé à l'origine ont au moins la même classe de résistance à l'effraction. C'est notamment le cas des systèmes de profilés métalliques. Si, par exemple, la série '50' est approuvée, les séries '60', '70', etc. sont également approuvées.

#### 4. Fenêtres latérales, etc.

Fenêtres et portes avec une fenêtre latérale ont les mêmes propriétés anti-effraction que les fenêtres et portes sans fenêtres latérales, si :

- L'assemblage entre la partie mobile et la fenêtre latérale est 'sécurisé', par exemple par des goujons à tête champignon et des serrures à crochet.

Ou :

- Le montant entre la partie mobile et la partie fixe au droit des points de fermeture est sécurisé contre la flexion. Cela peut être réalisé en posant un remplissage calé ou en installant une traverse intermédiaire au droit des points de fermeture.

#### Remarques:

- Lorsque la fenêtre latérale se situe du côté des charnières d'une porte et qu'un vitrage isolant pour classification en classe 2 est posé, il n'est pas indispensable de prendre d'autres dispositions ;
- La pose des parcloses des parties fixes doit évidemment aussi résister aux essais anti-effraction. On peut le supposer lorsque la pose des parcloses est identique à celle de l'élément de façade mobile correspondant.

#### 5. Verre

Les tableaux 5.23 et 5.24 indiquent quels types de vitrages doivent être appliqués pour les différentes classes de résistance à l'effraction.

#### 6. Parties fixes

Les parties fixes sont résistantes à l'effraction conformément à la même classe que le système de porte et/ou fenêtre correspondant à condition que la structure de parclose soit identique.

Les fenêtres sont de préférence fixées avec des parcloses du côté intérieur. Si les parcloses sont tout de même posées à l'extérieur, utilisez des vis anti-effraction. Celles-ci peuvent seulement être vissées tandis qu'il faut un matériel spécial pour les dévisser.

#### 5.2.6 Législation et réglementation

Les façades et menuiseries en aluminium, y compris les profilés, le verre, la quincaillerie, doivent répondre à :

- NBN EN 1627 Blocs-portes pour piétons, fenêtres, façades rideaux, grilles et fermetures - Résistance à l'effraction - Prescriptions et classification
- NBN EN 1628 Blocs-portes pour piétons, fenêtres, façades rideaux, grilles et fermetures - Résistance à l'effraction - Méthode d'essai pour la détermination de la résistance à la charge statique
- NBN EN 1629 Blocs-portes pour piétons, fenêtres, façades rideaux, grilles et fermetures - Résistance à l'effraction - Méthode d'essai pour la détermination de la résistance à la charge dynamique
- NBN EN 1630 Blocs-portes pour piétons, fenêtres,

façades rideaux, grilles et fermetures - Résistance à l'effraction - Méthode d'essai pour la détermination de la résistance aux tentatives manuelles d'effraction

- NBN EN 356 : Verre dans la construction – Vitrage de sécurité

En outre, les éléments de remplissage, vitres et panneaux, les éléments de gros-œuvre et les ancrages doivent aussi répondre aux normes de résistance citées.

#### 5.2.7 Résumé

Classe de résistance EN 1627	Verre EN 356	Exemple de type de verre (*)
	P 1A	33.1/44.1/55.1
	P 2A	33.2/44.2/55.2
RC 1 (WK 1)	P 3A	44.3/55.3/66.3
RC 2 (WK 2)	P 4A	44.4/55.4/66.4
RC 3 (WK 3)	P 5A	44.6/44.8/55.8
RC 4 (WK 4)	P 6B	PVB épais 15 à 18 mm
RC 5 (WK 5)	P 7B	PVB épais 21 à 24 mm
RC 6 (WK 6)	P 8B	PVB épais 27 à 36 mm

Tableau 5.35 : Tableau récapitulatif de la résistance à l'effraction donnant une indication de la classe de résistance des portes et fenêtres d'une part et de celle du verre d'autre part.

(\*) Attention : les types de verre cités sont uniquement donnés à titre indicatif et peuvent différer selon le producteur. Lorsque du verre est livré avec une classification selon la NBN EN 356, un rapport d'essai conformément à cette norme doit être disponible chez le fabricant.

### 5.3 Protection pare-balles

#### 5.3.1. Introduction

L'impact d'une balle engendre une grande énergie cinétique concentrée en un seul point, ce qui se traduit par une énergie d'accélération de la pression sur une grande surface. Cela nécessite une grosse épaisseur de verre feuilleté. Les compositions à base de polycarbonate sont plus minces et n'occasionnent pas d'éclats vulnérants (NS pour "Non-Splitting").

Le verre pare-balles protège contre les attaques à main armée et est fréquemment utilisé dans les institutions financières, les bureaux de change, les commissariats de police, les institutions militaires, les bijouteries, les bâtiments sensibles au terrorisme, les ambassades, etc. La menuiserie pare-balles existe à différents niveaux de sécurité, dont le choix doit être soigneusement étudié.

Classe de résistance	Type d'arme à feu	Munition			Distance de tir (m)	Vitesse de la munition (m/s)	Nombre d'impacts	Classification
		Calibre	Type	Masse (g)				
BR1	Fusil/carabine	0,22 LR	L/RN	2,6 ± 0,1	10,0 ± 0,5	360 ± 10	3	EN 1063 BR1
BR2	Pistolet	9mm Luger	FJ (1)/RN/SC	8,0 ± 0,1	5,0 ± 0,5	400 ± 10	3	EN 1063 BR2
BR3	Pistolet	0,357 Magnum	FJ (1)/CB/SC	10,2 ± 0,1	5,0 ± 0,5	430 ± 10	3	EN 1063 BR3
BR4	Pistolet	0,44 Rem. Magnum	FJ (2)/FN/SC	15,6 ± 0,1	5,0 ± 0,5	440 ± 10	3	EN 1063 BR4
BR5	Fusil/carabine	5,56 x 45 (3)	FJ (2)/PB/SCP1	4,0 ± 0,1	10,0 ± 0,5	950 ± 10	3	EN 1063 BR5
BR6	Fusil/carabine	7,62 x 51	FJ (1)/PB/SC	9,5 ± 0,1	10,0 ± 0,5	830 ± 10	3	EN 1063 BR6
BR7	Fusil/carabine	7,62 x 51 (4)	FJ (2)/PB/HC1	9,8 ± 0,1	10,0 ± 0,5	820 ± 10	3	EN 1063 BR7
SG1	Fusil de chasse	Cal. 12/70	Brenneke	31,0 ± 0,5	10,0 ± 0,5	420 ± 20	1	EN 1063 SG1
SG2	Fusil de chasse	Cal. 12/70	Brenneke	31,0 ± 0,5	10,0 ± 0,5	420 ± 20	3	EN 1063 SG2

L = Plomb

CB = Balle Conique

FN = Balle cylindro-conique tronquée

FJ = Balle à gaine en métal

HC1 = Noyau en acier dur M. = 3,7 g ± 0,1, dureté &gt; 63 HRC

PB = Balle cylindro-conique

RN = Balle cylindro-ogivale

SC = Noyau mou (plomb)

SCP1 = Noyau dur (plomb) et masse de pénétration en acier (SS109)

(1) = Gaine en tôle d'acier

(2) = Gaine en acier

(3) = Longueur de torsion: 178 ± 10 mm

(4) = Longueur de torsion: 254 ± 10 mm

Classe de résistance	Classification	Type de verre*
BR1	EN 1063 BR1-S	env. 13-14mm PVB verre feuilleté
BR1	EN 1063 BR1-NS	env. 18-20mm PVB verre feuilleté
BR2	EN 1063 BR2-S	env. 19-24mm PVB verre feuilleté
BR2	EN 1063 BR2-NS	env. 28-34mm PVB verre feuilleté
BR3	EN 1063 BR3-S	env. 23-26mm PVB verre feuilleté
BR3	EN 1063 BR3-NS	env. 32-37mm PVB verre feuilleté
BR4	EN 1063 BR4-S	env. 31-36mm PVB verre feuilleté
BR4	EN 1063 BR4-NS	env. 47-54mm PVB verre feuilleté
BR5	EN 1063 BR5-S	env. 35-41mm PVB verre feuilleté
BR5	EN 1063 BR5-NS	env. 57-58mm PVB verre feuilleté
BR6	EN 1063 BR6-S	env. 45-47mm PVB verre feuilleté
BR6	EN 1063 BR6-NS	env. 73-77mm PVB verre feuilleté
BR7	EN 1063 BR7-S	env. 77-83mm PVB verre feuilleté
BR7	EN 1063 BR7-NS	env. 87mm PVB verre feuilleté

Weerstands-klasse	Classificatie	Glastype*
SG1	EN 1063 SG1-S	env. 31-36mm PVB verre feuilleté
SG1	EN 1063 SG1-NS	env. 47-71mm PVB verre feuilleté
SG2	EN 1063 SG2-S	env. 35-47mm PVB verre feuilleté
SG2	EN 1063 SG2-NS	env. 81-84mm PVB verre feuilleté

Tableau 5.36 : Aperçu des vitrages pare-balles selon la NBN EN 1063 pour vitrages.

S (pour "Splitting") = avec éclats vulnérants du côté opposé à l'impact.

NS (pour "Non-Splitting") = sans éclats vulnérants du côté opposé à l'impact.

\* **Attention ! Les épaisseurs de verre citées sont données à titre indicatif et peuvent varier en fonction du producteur. Des compositions plus minces avec du verre et du polycarbonate sont également appliquées. Toutes les compositions doivent être testées et la classe de résistance figurera sur le label CE du produit.**

Il est important que le verre pare-balles soit posé dans un élément de fenêtre ou un cadre de porte qui est également suffisamment pare-balles et robuste, sinon cet investissement n'a aucun sens.

### 5.3.2. Classification des vitrages

Le verre pare-balles peut être utilisé en cas de risque d'agression à main armée. La norme NBN EN 1063 donne une méthode de classification des vitrages pare-balles. La sécurité voulue face aux armes à feu doit être étudiée au cas par cas.

Cette norme détermine en première instance la protection contre les armes d'amateurs (comme le .22 Long Rifle), les armes de poing (comme le 9mm, .375 Magnum, .44 Magnum), les fusils de l'armée (comme le 5.56 et 7.62) et les armes de chasse légères (comme le Brenneke calibre 12).

Il s'agit des classes BR1 à BR7 (BR = Bullet Resistant). Le type de balle et d'arme varie en fonction de la protection demandée.

Cette norme prévoit également une protection contre l'impact des balles des armes de chasse plus lourdes. Il s'agit des classes SG1 et SG2. (SG = Shot Gun).

En cas d'intégration dans un vitrage isolant, le verre feuilleté doit être posé du côté opposé à l'impact attendu.

Il y a des limites aux dimensions de fabrication et au poids total qui peuvent varier en fonction du fabricant. Il convient donc de se renseigner.

Lors des essais balistiques pour déterminer le classement, on tire chaque fois 3x avec différentes armes et différents calibres, à partir d'une distance déterminée.

En plus de la classe pare-balles, une distinction est faite entre « sans éclats » (NS) et « avec éclats » (S). Non-splitting (NS) est un critère supplémentaire attribué si aucun éclat de verre ne se détache du côté opposé à l'impact.

Classe	Type d'arme	Calibre	Balle	Conditions d'essai		
				Type	Poids (g)	Distance de tir - (m)
FB1	carabine	22 LR	L/RN	2,6 ± 0,1	10 ± 0,5	360 ± 10
FB2	pistolet	9 mm Luger	FJ <sup>(1)</sup> /RN/SC	8,0 ± 0,1	5 ± 0,5	400 ± 10
FB3	pistolet	357 Mag.	FJ <sup>(1)</sup> /CB/SC	10,2 ± 0,1	5 ± 0,5	430 ± 10
FB4	pistolet pistolet	357 Mag.	FJ <sup>(1)</sup> /CB/SC	10,2 ± 0,1	5 ± 0,5	430 ± 10
		44 Rem. Mag.	FJ <sup>(2)</sup> /FN/SC	15,6 ± 0,1	5 ± 0,5	440 ± 10
FB5	carabine	5,56 x 45*	FJ <sup>(2)</sup> /PB/SCP1	4,0 ± 0,1	10 ± 0,5	950 ± 10
FB6	carabine	5,56 x 45*	FJ <sup>(2)</sup> /PB/SCP1	4,0 ± 0,1	10 ± 0,5	950 ± 10
		7,62 x 51	FJ <sup>(1)</sup> /PB/SC	9,5 ± 0,1	10 ± 0,5	830 ± 10
FB7	carabine	7,62 x 51**	FJ <sup>(2)</sup> /PB/HC1	9,8 ± 0,1	10 ± 0,5	820 ± 10
L	Plomb		PB	En pointe		
CB	Balle conique		RN	Balle cylindro-ogivale		
FJ	Balle à gaine en métal		SC	Noyau mou en plomb		
FN	Balle à cylindre plat / conique		SCP1	Noyau mou et masse de pénétration en acier (type SS 109)		
HC1	Métal dur, poids (3,7 ± 0,1) g Dureté supérieure à 63 HCR		FJ <sup>(1)</sup> =	Balle avec gaine en acier		
			FJ <sup>(2)</sup> =	Balle avec gaine en alliage de cuivre		

Pour plus d'informations, consultez la norme de référence ci-dessus.

Tableau 5.37 : Classification et exigences concernant les essais au pistolet et à la carabine.

### 5.3.3 Classification de la menuiserie

Dans le cahier des charges, la résistance pare-balles de la menuiserie peut être décrite selon le tableau 5.35.

### 5.3.4 Tableau récapitulatif

Le verre testé selon la NBN EN 1063 peut être appliqué dans les ensembles de fenêtres etc.. Pour être conforme, un certificat du gammiste doit être disponible chez le constructeur et testé selon la NBN EN 1522.

Constructions en alu NBN EN 1522	Verre NBN EN 1063	Calibre
FB1	BR1	.22 LR
FB2	BR2	9 mm
FB3	BR3	357 Magnum
FB4	BR4	.44 Magnum
FB5	BR5	5,56 x 45
FB5	BR6	7,62 x 51
FB6	BR7	7,62 x 51
FSG	SG2	Calibre 12/70

Tableau 5.38 : Tableau récapitulatif pour les constructions pare-balles où :

- FB : classe de résistance aux balles de la fenêtre, y compris le cadre ;
- BR : classe de résistance aux balles du vitrage seul sans cadre.

### 5.3.5 Législation et réglementation

Les normes suivantes sont d'application pour la menuiserie en aluminium et les systèmes de façades y compris les profilés, le vitrage, les seuils, les panneaux de remplissage et les ancrages :

- NBN EN 1522 : Fenêtres, portes, fermetures et stores. Résistance aux balles – Prescriptions et classification
- NBN EN 1523 : Fenêtres, portes et volets. Pare-balles. Méthode d'épreuve
- NBN EN 1063 : Verre dans la construction – Vitrage de sécurité – Mise à essai et classification de la résistance à l'attaque par balle

## European Standard - Range Test Classes

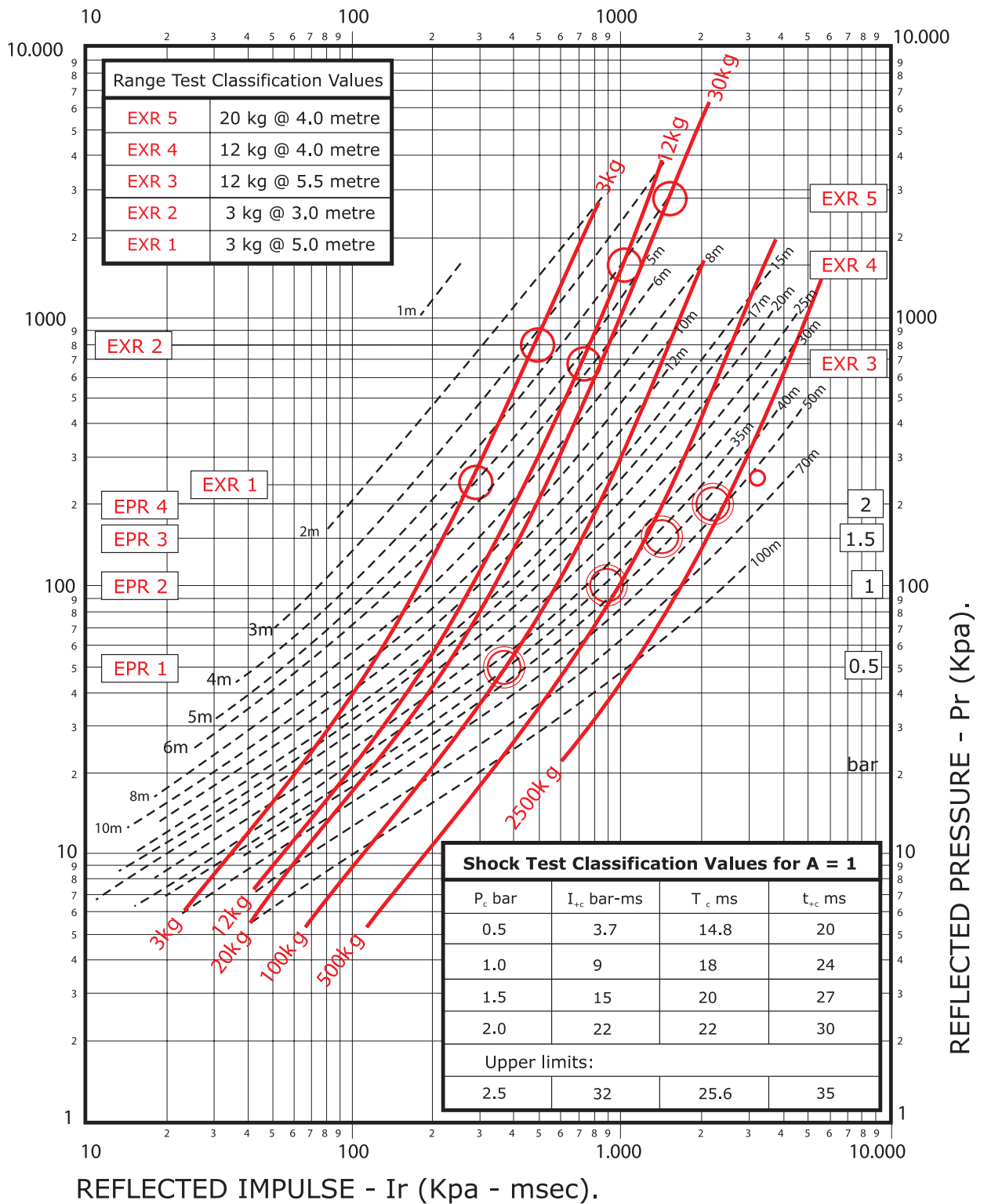


Figure 5.39 : Représentation graphique de la classification selon la NBN EN 13123-2.

## 5.4 Résistance à l'explosion

Contrairement à la protection pare-balles, la protection à l'explosion nécessite un verre mince et déformable qui peut absorber l'énergie.

### 5.4.1 Classification de la résistance à l'explosion

La résistance à l'explosion est exprimée en 5 classes. La figure 5.38 ci-contre montre les effets de différentes combinaisons de forces de déflagration et de distance jusqu'à la façade, où une force de déflagration plus importante à plus grande distance produit hypothétiquement un effet similaire à celui d'une force de déflagration plus petite à plus petite distance de la façade.

Il est souhaitable de demander les certificats et le dossier technique au fournisseur du système afin de réaliser la construction conformément à ces certificats.

Les performances du vitrage dépendent fort :

- des dimensions réelles ;
- du châssis utilisé ;
- de la pose.

### 5.4.2 Essais

#### *Tube à effet de souffle (Shock tube)*

Un compresseur simule une explosion et ses effets dans un récipient sous pression. Le test est purement axé sur le verre et la comparaison entre différents types de verre et ne mesure que l'effet de la surpression.

#### *Essai en plein air*

Une explosion est provoquée à proximité d'un bunker avec une fenêtre intégrée. La phase complète de l'explosion est développée (surpression et dépression). L'ensemble de la construction de la fenêtre, y compris le verre et les profilés, est soumis au test.



Figure 5.41 : Tube à effet de souffle.

Code de classification	Poids de la charge [kg]	Distance [m]
EXR1	3	5,0
EXR2	3	3,0
EXR3	12	5,5
EXR4	12	4,0
EXR5	20	4,0

Tableau 5.40 : Classification, poids de la charge et distance selon la NBN EN 13123-2, relative à la résistance à l'explosion.

### 5.4.3 Législation et réglementation

La résistance à l'explosion est classée selon les normes :

- NBN EN 13123-1 : Fenêtres, portes et fermetures– Résistance à l'explosion - Prescriptions et classification - Partie 1 : tube à effet de souffle
- NBN EN 13123-2 : Fenêtres, portes et fermetures- Résistance à l'explosion - Prescriptions et classification - Partie 2 : essai en plein air
- NBN EN 13124-1 : Fenêtres, portes et fermetures– Résistance à l'explosion – Méthode d'essai - Partie 1 : tube à effet de souffle
- NBN EN 13124-2 : Fenêtres, portes et fermetures- Résistance à l'explosion – Méthode d'essai - Partie 2 : essai en plein air



Figure 5.42 : Essai en plein air.

## 5.5 La sécurité des personnes

D'une part, on considère la **protection contre les coupures**, c'est-à-dire qu'en cas de casse du verre, il ne doit pas se former d'éclats susceptibles de provoquer des coupures. Si le seul risque est celui de blessure par éclats de verre, le verre trempé thermiquement convient car il se fragmente en petits morceaux non coupants. Le verre feuilleté peut alors également être utilisé.

D'autre part, si **une protection contre les chutes (défenestration)** est nécessaire, il faut s'assurer que le verre agit comme un garde-corps et qu'on ne peut pas tomber à travers la menuiserie. S'il y a un risque de blessure ou de chute (de hauteur), seul le verre feuilleté peut être utilisé.

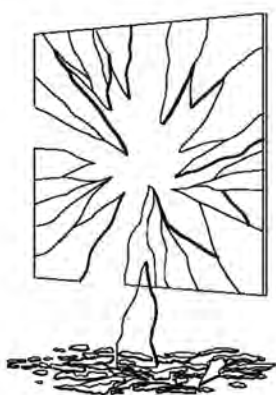
### 5.5.1 Types de rupture

Pour choisir le bon verre en fonction de l'application, nous référons à la NBN S 23-002. La norme contient, entre autres, les exigences pour les vitrages de sécurité relatives à la sécurité des personnes. La norme NBN EN 12600 décrit les essais de résistance aux chocs en vue de la classification des produits verriers. La résistance aux chocs de l'ensemble de la menuiserie n'y est pas décrite mais est traitée au par. 5.5.3. Le chapitre 9 examine de plus près les différents types de verre.

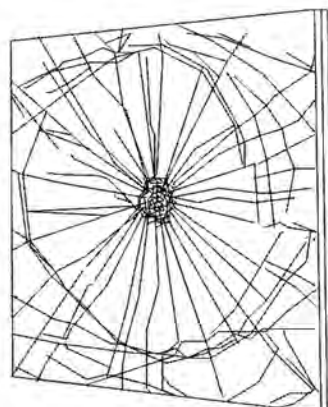
On distingue **3 types de rupture** :

#### Type A:

Le verre se brise selon plusieurs fissures qui forment des éclats assez grands aux arêtes vives. Le verre qui présente ce type de rupture n'offre aucune protection contre les blessures ou les chutes et ne peut donc pas être considéré comme du verre de sécurité. Il s'agit principalement du verre recuit (verre float ordinaire non trempé), du verre durci et du verre trempé chimiquement.



type A



type B



type C

Figure 5.43 : On distingue trois types de rupture du verre.

#### Type B:

Ce type de rupture présente également diverses fissures mais, dans ce cas, les fragments se maintiennent en place. Ce type de rupture est caractéristique pour le verre feuilleté (avec intercalaire PVB ou EVA ou SENTRY), le verre armé ou le verre renforcé avec un film plastique.

#### Type C:

Le verre se fragmente en un grand nombre de petits morceaux non coupants. Le verre se désintègre complètement. Ce type de rupture se produit uniquement dans le cas du verre trempé thermiquement.

### 5.5.2 Choix du vitrage

La norme NBN S 23-002 (voir tableau 5.44) décrit les cas 1 à 6 qui sont directement d'application sur les façades et les toitures (dont l'inclinaison respecte :  $-15^\circ \leq \alpha \leq 15^\circ$  ;  $\alpha$  est l'angle par rapport à la verticale).

Les hauteurs mentionnées sont mesurées verticalement :

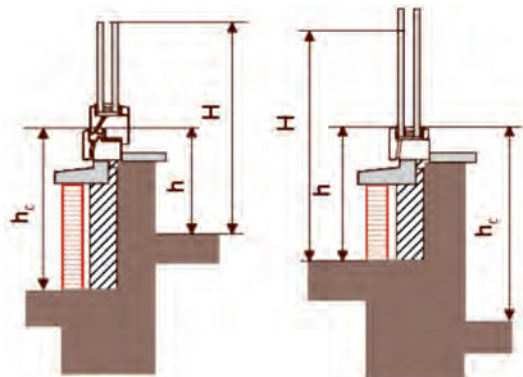


Figure 5.44 : Légende pour mesurer la hauteur.

- La hauteur de référence **h** pour la hauteur de protection est la hauteur mesurée du côté du risque entre le niveau du sol en contrebas et le niveau haut de la traverse fixe de la menuiserie.

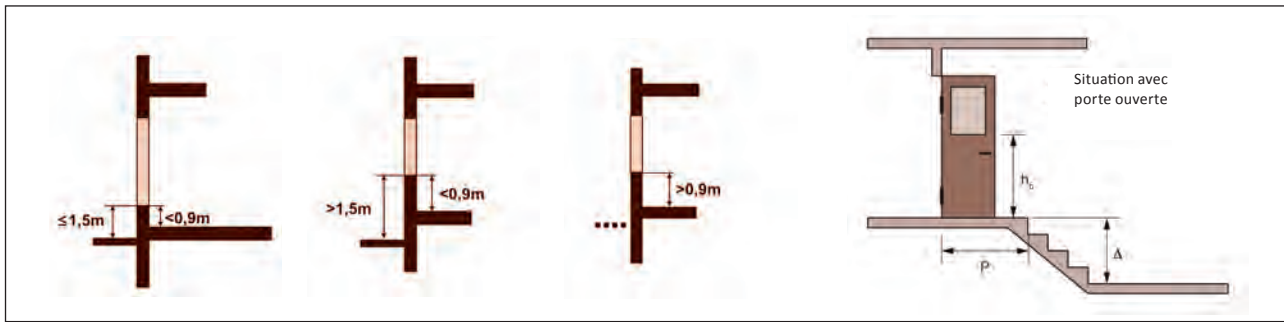


Figure 5.45 : Cas 1 (à gauche), cas 2 (au centre) et cas 3 (à droite).

- La hauteur de chute  $h_c$  est la hauteur comprise entre le niveau du sol en contrebas et le niveau haut de la traverse ou du dormant inférieur.
- La hauteur de protection  $H$  est la hauteur jusqu'à laquelle la protection des personnes doit être assurée en fonction des conditions du projet. La hauteur  $H$  est définie dans les spécifications relatives aux ouvrages vitrés et est généralement comprise entre 0,9 m et 1,2 m à partir du niveau du sol.

**Cas 1 :** parois verticales avec une hauteur de chute  $h_c \leq 1,5\text{m}$  et une hauteur de protection inférieure à 0,9 m.

**Cas 2 :** parois verticales avec une hauteur de chute  $h_c > 1,5\text{m}$  et une hauteur de protection inférieure à 0,9 m.

**Cas 3 :** parois verticales avec une hauteur de référence  $h$  pour une hauteur de protection  $H$  supérieure à  $H$  (0,9 m).

**Cas 4 :** parois inclinées sous un angle  $\alpha$  compris entre  $15^\circ < \alpha \leq 30^\circ$  ou  $-15^\circ > \alpha \geq -30^\circ$  par rapport à la verticale ou dont la projection horizontale de la partie en surplomb  $> 0,5\text{ m}$ .

Des prescriptions supplémentaires s'appliquent ici :

- Les feuillures des profilés dans les parois vitrées inclinées doivent mesurer au moins 25 mm.
- Les parcloles qui doivent reprendre partiellement ou entièrement le poids propre du vitrage (par exemple pour les parcloles qui se situent du côté surplombant la zone d'activité humaine) doivent être vissés solidement. L'encliquetage seul n'est pas autorisé.
- Le verre feuilleté dont toutes les feuilles sont trempées n'est pas autorisé.

- Le type de rupture  $A$  n'est pas autorisé pour les parois inclinées surplombant les zones d'activité humaine.
- Pour les inclinaisons supérieures à  $30^\circ$ , une étude spéciale est requise.

**Cas 5 :** les portes exigent une approche spécifique car le risque de blessures est plus grand :

- Les oculi, judas et parties vitrées d'une surface supérieure à  $0,5\text{ m}^2$  et dont le bord inférieur du vitrage se situe à une hauteur  $h_b$  inférieure à 1,4 m, doivent être conformes à :
  - portes palières : lorsqu'elles sont situées au-dessus d'un escalier qui présente à moins de 1 m de la porte une différence de plus de 1 m, il faut utiliser du verre feuilleté ;
  - autres portes : il convient d'utiliser du verre trempé ou du verre feuilleté.
- Les parties vitrées de la façade adjacentes aux portes doivent être réalisées conformément aux prescriptions des cas 1, 2 et 3.

**Cas 6 :** les toitures de la catégorie H selon la norme NBN EN 1991-1-1 (c'est-à-dire les toitures qui ne sont pas accessibles de l'extérieur, sauf pour les travaux d'entretien et les petites réparations). Dans le cas des vitrages isolants, la feuille intérieure doit être en verre de sécurité. Ces exigences ne s'appliquent pas aux serres qui ne sont pas accessibles au public.

Type de bâtiment	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Cas 5		Cas 6
	$h_c \leq 1,50$ m et $h < 0,9$ m	$h_c > 1,50$ m et $h < 0,9$ m	$h \geq 0,9$ m	Parois verticales et/ou inclinées (3)	Portes palières $h_b < 1,4$ m	Autres $h_b < 1,4$ m	Toitures
<b>A-</b> Bâtiments résidentiels, maisons	1C- 2B2 (5) (6)	1B1	(*)	Prescriptions spécifiques cas 4 § 4.4.2.2.2 de la norme	1B1	2B2 1C-	1B1
<b>B-</b> Bureaux	1C- 2B2	1B1	(*)		1B1	2B2 1C-	1B1
<b>C-</b> Lieux de rassemblement de personnes (à l'exception des surfaces de cat. A, B, D, E)	1C- 2B2	1B1	1C - 1B1 (4)		1B1	2B2 1C-	1B1
<b>D-</b> Surfaces commerciales	1C- 2B2	1B1	(*)		1B1	2B2 1C-	1B1
<b>E-</b> Surfaces qui se prêtent au stockage de grands volumes de marchandises, y compris les zones d'accès	1C- 2B2	1B1	(*)		1B1	2B2 1C-	1B1

Tableau 5.46 : Spécifications du type de verre selon la NBN S 23-002.

Les lettres (A, B, C) réfèrent aux types de rupture du verre. Les épaisseurs de verre à utiliser en pratique doivent être calculées selon les spécifications du projet. Le tableau 5.44 révèle qu'on peut considérer principalement les types de verre suivants :

- 1B1 : verre feuilleté, composé de 2 feuilles de verre et 2 PVB (intercalaires, minimum 33.2) pour assurer la protection contre les chutes et blessures
- 1C : verre trempé (minimum 4 mm) pour assurer la protection contre les blessures
- A : verre sans caractéristique de sécurité, recuit, verre float chimiquement trempé
- B : verre feuilleté sans autre précision (un intercalaire PVB suffit, minimum 33.1)
- 2B2 : verre feuilleté, composé de 2 feuilles de verre et 1 PVB pour assurer la protection contre les blessures
- C : verre trempé

#### Explication du tableau :

(\*) Le verre de sécurité n'est pas obligatoire.

(1) 1C- : – = choix libre entre  $\Phi = 0, 1, 2$  ou 3.

(3) Selon les prescriptions techniques pour le cas 4, le type de rupture A n'est pas autorisé pour les parois inclinées surplombant une zone d'activité humaine.

(4) Cette recommandation est uniquement d'application si, dans la situation du projet, d'autres chocs sont raisonnablement prévisibles que ceux cités dans le par. 3.4.2 de la norme NBN S 23-002 (par ex. choc provoqué par une balle dans une salle de sports, sur une cour de récréation, ...).

(5) Le verre du type A est autorisé pour les habitations unifamiliales et les appartements dans la mesure où le cahier des charges le prescrit et où les essais de chocs, imposés dans les spécifications pour les constructions vitrées (fenêtres, façades rideaux, parois intérieures, ...), démontrent que le verre ne se casse pas. Ces essais peuvent être remplacés par un contrôle équivalent (par ex. un calcul) pour autant que le maître d'ouvrage ou son représentant l'accepte et que les spécifications d'application sur la construction vitrée l'autorisent.

(6) Le verre de type C peut toujours être remplacé par un verre de type B, conformément aux prescriptions du tableau.

#### Conditions d'application du tableau :

Le tableau ci-dessus est d'application pour différentes zones d'activités et ne l'est pas pour les zones qui ne sont pas directement accessibles au public. Le tableau s'applique donc :

- aux catégories A à E selon la norme NBN EN 1991-1-1 concernant l'application ou l'utilisation à l'intérieur ;
- aux zones accessibles au public à l'extérieur des bâtiments, telles que définies dans la norme NBN B 25-002-1. Il s'agit de lieux de rassemblement d'un grand nombre indéfini de personnes, par exemple :
  - trottoirs, sentiers aménagés, cours de récréation, entrées de bâtiments donnant sur la voie publique ;
  - terrasses et espaces Horeca à exploitation commerciale, jardins et parcs accessibles au public, ...

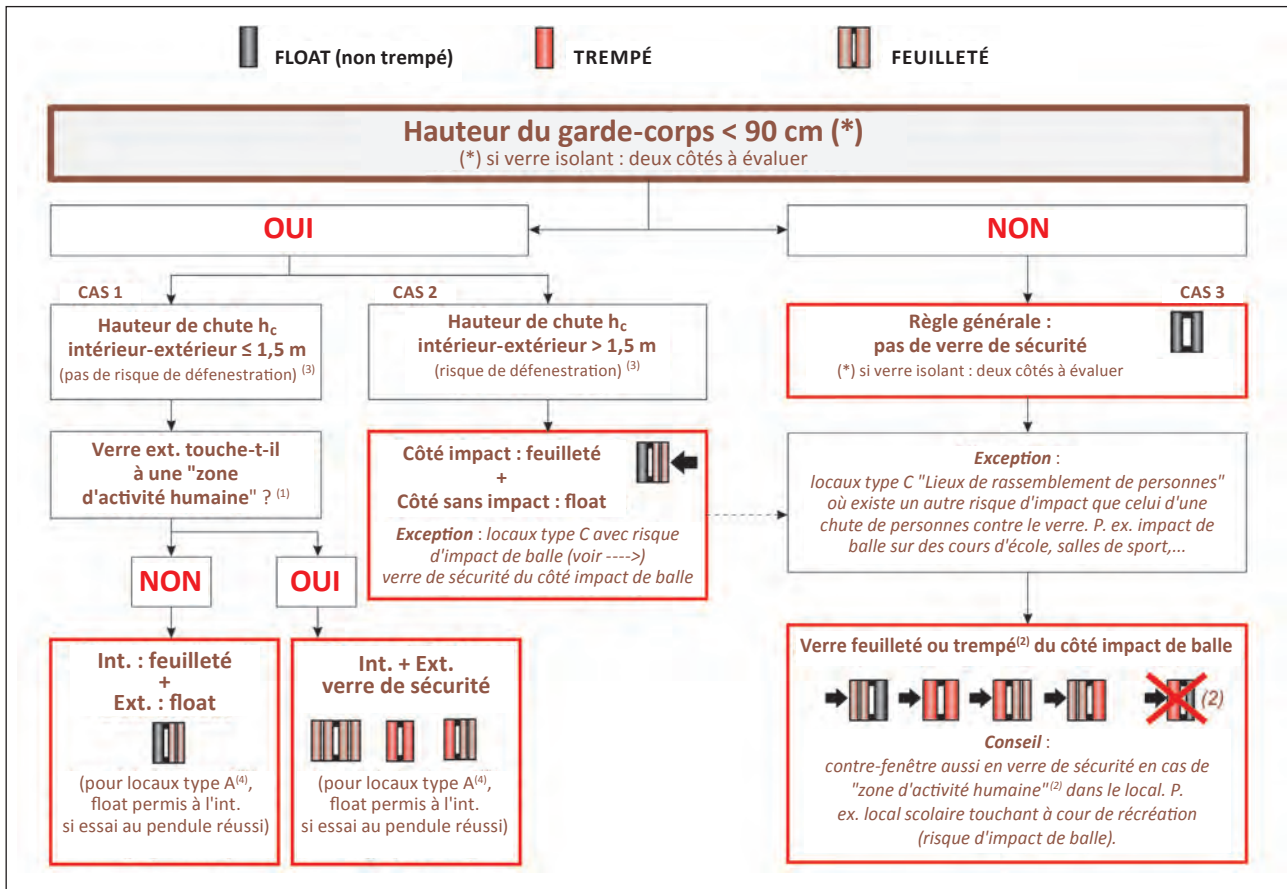


Figure 5.47 : Guide récapitulatif pour le choix du verre dans les parois verticales.

Remarque : si la hauteur du garde-corps est  $> 0,9$  m, il n'y a pas d'exigences, sauf dans les locaux type C.

### 5.5.3 Choix du verre : schéma récapitulatif

La figure 5.45 est à consulter en matière de choix de vitrages de sécurité pour parois verticales.

#### Remarques:

**(1) Qu'est-ce qui n'est pas considéré comme une 'zone d'activité humaine' ?**

Principalement les zones accessibles à un public restreint autorisé comme les jardins, terrasses et balcons de particuliers, espaces non exploités commercialement, parcs et jardins non accessibles au public, accès internes entre bâtiments qui font partie d'une seule et même propriété.

**(2) Qu'est-il important dans les cas d'un vitrage isolant ?**

Si le vitrage doit être isolant, le verre de sécurité sera posé du côté où l'impact est supposé se produire et où il comporte éventuellement un danger. Si le verre du côté de l'impact doit être trempé, l'autre verre sera également du verre de sécurité.

**(3) Qu'en est-il des faibles dimensions dans les situations sans risque de défenestration (cas 1) ?**

Surface visible  $< 0,5$  m<sup>2</sup> ou largeur visible (L ou H)  $< 0,3$  m : l'utilisation du verre de sécurité n'est pas obligatoire.

**(4) Description des locaux :**

- A - Activités domestiques et résidentielles : locaux d'immeubles résidentiels et maisons, chambres et salles d'hôpitaux, chambres d'hôtels et maisons de repos ; cuisines et toilettes.
- B - Bureaux.
- C - Locaux avec risque d'impact de balle.

### 5.5.4 Résistance aux chocs de la menuiserie

Les paragraphes précédents décrivent les tests de résistance aux chocs et le choix du verre. Cependant, si la résistance aux chocs doit être garantie, le comportement aux chocs de l'ensemble de la menuiserie doit toujours être vérifié. Le comportement du verre peut en effet varier en fonction de la technique de conception et de la rigidité du cadre dans lequel il est placé. Les normes NBN EN 13049 et NBN EN 14019 traitent respectivement de la résistance aux chocs des fenêtres et des façades rideaux. Elles permettent de tester les panneaux de remplissage et leur fixation aux profils de résistance, ainsi que les charnières, les serrures et les profils de résistance.

(1) Remarque : le signe - indique que la hauteur de chute n'a pas été spécifiée dans la norme.

(2) La lettre E représente les chocs appliqués de l'extérieur, la lettre I les chocs appliqués de l'intérieur.

Tableau 5.48 : Classe de résistance au choc, en fonction de la hauteur de chute, selon les normes NBN EN 12600 (pour le verre), NBN EN 13049 (pour les fenêtres) et NBN EN 14019 (pour les façades rideaux).

HAUTEUR DE CHUTE (in mm)	CLASSE		
	NBN EN 12600 (1)	NBN EN 13049	NBN EN 14019 (2)
0	-	-	E0 - I0
190	3	-	-
200	-	Classe 1	E1 - I1
300	-	Classe 2	E2 - I2
450	2	Classe 3	E3 - I3
700	-	Classe 4	E4 - I4
950	-	Classe 5	E5 - I5
1200	1	-	-

Catégorie	Application spécifique EN 1991-1-1	Cas 1		
		$h_c \leq 1,50 \text{ m}$ $h \leq H$		
		Extérieur (*) accessible au public	Extérieur (*) non directement accessible au public	Intérieur
<b>A</b>	Activités domestiques et résidentielles Habitations unifamiliales et appartements Locaux d'immeubles résidentiels et maisons, chambres, chambres et salles d'hôpitaux, chambres d'hôtels et maisons de repos, cuisines et toilettes	4	2	2
<b>B</b>	Bureaux	4	2	3
<b>C</b>	Lieux de rassemblement de personnes (à l'exception des surfaces de catégorie A, B, D et E)	4	3	4
	C1. lieux avec tables, etc. (par exemple : écoles, cafés, restaurants, salles de banquet, salles de lecture, salles de réception, ...)	4	3	4
	C2. lieux avec sièges fixés (par exemple : églises, théâtres ou cinémas, salles de conférence, amphithéâtres, salles de réunion, salles d'attente, ...)	4	3	3
	C3. lieux sans obstacles à la circulation des personnes (par exemple : salles de musée, salles d'exposition, etc. et accès des bâtiments publics et administratifs, des hôtels, hôpitaux, gares, ...)	4	3	3
	C4. lieux permettant des activités physiques (par exemple : les dancings, les salles de gymnastique, les scènes, ...)	4	3	4
	C5. lieux susceptibles d'accueillir des foules importantes (par exemple : dans les bâtiments destinés aux événements publics comme les salles de sport, y compris les tribunes, terrasses et aires d'accès, ...)	4	3	4
<b>D</b>	Surfaces commerciales D1. : surfaces de vente au détail (par exemple : les entrepôts, papeteries et magasins de matériel de bureau, ...)	4	3	4
<b>E</b>	Surfaces se prêtant à l'entreposage d'importants volumes de marchandises, y compris les zones d'accès. Aires de stockage, y compris les bibliothèques.	4	3	3
<p>'Extérieur' (*) réfère à la possibilité que la menuiserie reçoive un choc par l'extérieur, d'application lorsque <math>h_c \leq H</math> dans les zones accessibles au public.</p> <p>Note (1) : recommandation uniquement d'application si, dans la situation du projet, d'autres chocs que ceux prévus (voir NBN B25-002-1 - par. 4.3.5) sont raisonnablement prévisibles (par ex. chocs de balles dans une salle de sports, sur la cour de récréation, ...).</p>				

En vue de déterminer à quelles exigences la menuiserie doit répondre, les critères suivants sont appliqués :

1. L'affectation spécifique du bâtiment et son environnement. On réfère à ce sujet à l'application spécifique selon la NBN EN 1991-1-1 (activités domestiques et résidentielles, bureaux, ...).
2. On distingue aussi plusieurs zones d'activités humaines, selon que la zone est accessible au public ou plutôt à un nombre limité de personnes autorisées.
3. La conception architecturale du bâtiment. Certains paramètres (e.a. la hauteur du panneau de remplissage, la différence entre le niveau intérieur et extérieur, ...) sont déterminants pour la classification (cas 1 à 3).

Cas 2			Cas 3		
$h_c \leq 1,50 \text{ m}$ $h \leq H$			$h_c \geq H$		
Extérieur (*) accessible au public	Extérieur (*) non directement accessible au public	Intérieur	Extérieur (*) accessible au public	Extérieur (*) non directement accessible au public	Intérieur
4	2	2	4	2	-
4	2	3	4	2	-
4	4	4	4	3	4 (1)
4	3	4	4	3	3 (1)
4	3	4	4	3	3 (1)
4	3	4	4	3	4 (1)
4	3	4	4	3	4 (1)
4	3	4	4	3	-
4	3	3	4	3	-



## 6

# ALLIAGES ET COUPURE THERMIQUE

## 6.1 Introduction

Ce chapitre traite des alliages d'aluminium et des caractéristiques des coupures thermiques. Les paragraphes suivants abordent les caractéristiques chimiques, mécaniques et physiques de l'aluminium tandis que le dernier paragraphe est consacré aux caractéristiques des isolants.

## 6.2 Alliages d'aluminium

La principale raison du choix de l'aluminium est la combinaison du poids relativement faible et d'une grande résistance mais aussi la déformabilité, la soudabilité et la résistance à la corrosion. D'autres caractéristiques comme la conductibilité électrique, la réflectivité, l'état de la surface et les possibilités d'anodisation sont également importantes.

### 6.2.1 Composition chimique

Le classement des types d'aluminium est effectué sur la base de la composition de l'alliage. On distingue les alliages de corroyage (AW : Aluminium Wrought) pour les matériaux en tôles et extrudés, et les alliages coulés (AC : Aluminium Cast). Ceux-ci sont encore subdivisés en 8 sous-catégories, les séries 1xxx à 8xxx, en fonction des éléments principaux de l'alliage.

**1xxx:** Aluminium pur

**2xxx:** Alliages aluminium – cuivre

**3xxx:** Alliages aluminium – manganèse

**4xxx:** Alliages aluminium – silicium  
(principalement alliage coulé)

**5xxx:** Alliages aluminium – magnésium

(principalement alliages pour tôles laminées)

**6xxx:** Alliages aluminium – magnésium – silicium

(principalement alliages pour extrusion)

**7xxx:** Alliages aluminium – zinc

**8xxx:** Autres

Les désignations les plus fréquemment utilisées pour les types d'aluminium appliqués aux éléments de façade sont reprises dans le tableau 6.1.

Les alliages pour profilés AW 6060 et AW 6063 ont une composition quasi identique et des caractéristiques très similaires. Voir aussi la NBN EN 573-1 pour un aperçu des normes et codifications de l'aluminium.

La composition chimique des alliages pour tôles et profilés est déterminée dans ANSI-H 35.1 selon le "Registration Record ou International Alloy Designations and Chemical Composition Limits for Wrought Aluminium Alloys" et aussi selon le "Wrought Aluminium Alloy Designation System", voir tableau 6.2.

Si d'autres alliages sont souhaités ou nécessaires, il est recommandé de se renseigner auprès du constructeur. Sur demande, celui-ci remettra un certificat de la composition des alliages. Pour plus d'informations à ce sujet, consultez la norme NBN EN 573 partie 1 à 3.

Type de l'alliage	Désignation internationale	Application
Non allié	EN AW 1050 A	Tôle
AlMg	EN AW 5005 A	Tôle
AlMgSi	EN AW 6060/6063	Profilé

Tableau 6.1 : Types d'aluminium fréquemment utilisés dans la construction des façades.

Alliage	Si %	Fe %	Cu %	Mn %	Mg %	Cr %	Zn %	Ti %	Autres éléments		Al %
									Chacun	Total	
1050 A min	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99,5
1050 A max	0,25	0,40	0,05	0,05	0,05	-	0,07	0,05	0,03	-	-
6060 A min	0,30	0,10	-	-	0,35	-	-	-	-	-	Solde
6060 A max	0,60	0,30	0,10	0,10	0,60	0,05	0,15	0,10	0,05	0,15	-
6060 min	0,30	0,10	-	-	0,35	-	-	-	-	-	Solde
6060 max	0,60	0,30	0,10	0,10	0,60	0,05	0,15	0,10	0,05	0,15	-
6063 min	0,20	-	-	-	0,45	-	-	-	-	-	Solde
6063 max	0,60	0,35	0,10	0,10	0,90	0,10	0,10	0,10	0,05	0,15	-

Tableau 6.2 : Composition des alliages d'aluminium.

### 6.2.2 Traitement de surface et qualité de l'anodisation

L'aluminium concerné doit être composé de l'alliage correct et posséder les caractéristiques mécaniques prescrites.

La qualité de l'anodisation sera mentionnée à la commande. Tous les alliages ne sont pas d'une qualité apte à être anodisés.

Les qualités d'anodisation les plus courantes pour les produits extrudés sont EN AW 6060 et EN AW 6063, pour les produits laminés EN AW 1050A (général), EN AW 5005 (façades rideaux) et EN AW 5754 (pour les bardages).

Certaines composantes d'alliages comme Si, Mn, Cr et Fe peuvent avoir une influence sur la couleur du matériau anodisé. Il convient d'en tenir compte.

### 6.2.3 Précipitation ou durcissement

En plus de la composition de l'alliage, l'état dans lequel le matériau se trouve est déterminant.

Pour certaines séries d'alliages (2xxx, 6xxx et 7xxx) on peut améliorer le comportement mécanique en les durcissant par précipitation, c'est-à-dire en les soumettant à un traitement de chaleur. La précipitation modifie l'état du matériau et a donc une influence sur la valeur des caractéristiques mécaniques.

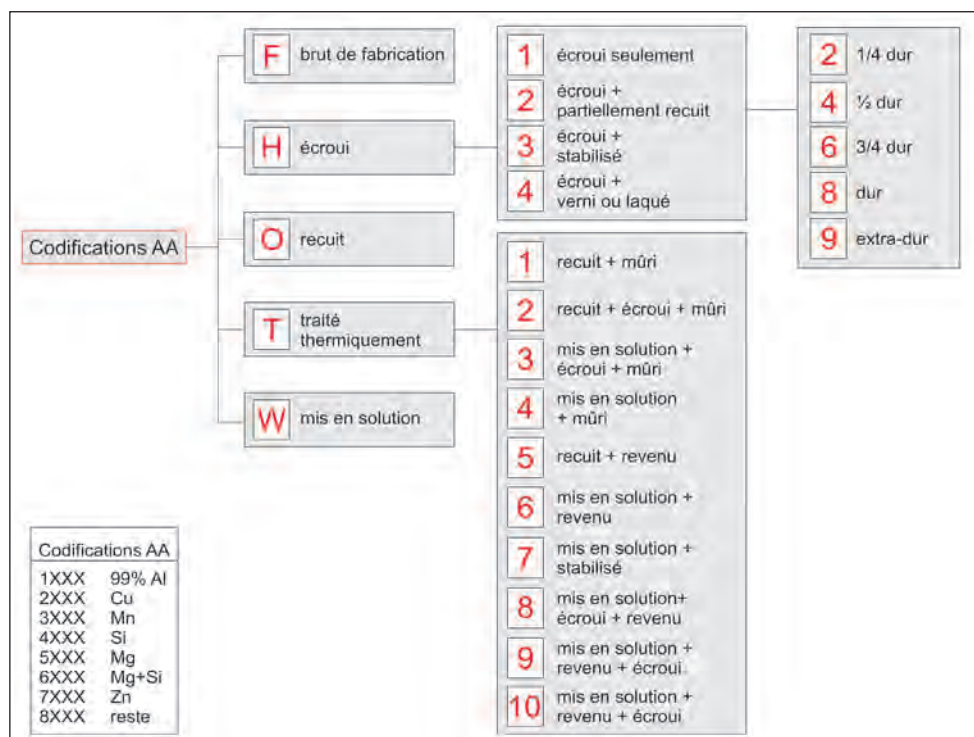


Figure 6.3 : Schéma avec situations selon NBN EN 573-1.

Propriété	Symbole	Unité	Alliage et état d'alliage					
			EN AW 1050 A		EN AW 5005 A		EN AW 6060/6063	
			O	H18	O	H14	O	T5
Limite d'élasticité 0,2%	$\sigma_{0,2}$	N/mm <sup>2</sup>	-	140	-	140	-	160
Résistance à la traction	$\sigma_B$	N/mm <sup>2</sup>	80	165	120	160	-	220
Elasticité	-	%	45	7	30	7	-	14
Dureté Brinell	HB	10/1000 kg	20	40	26	40	-	70
Module d'élasticité	E	kN/mm <sup>2</sup>	70	70	70	70	-	70
Coefficient de dilatation linéaire	$\alpha$	10 <sup>-6</sup> /K	25,4	25,4	25,5	25,5	25,3	25,3
Température de fusion	T <sub>sm</sub>	°C	646-657	646-657	630-650	630-650	585-650	585-650
Coefficient de conductibilité thermique	$\lambda$	W/m.K	229	229	201	201	209	200

Tableau 6.4 : Caractéristiques mécaniques et physiques de l'aluminium.

### 6.2.4 Caractéristiques mécaniques et physiques des alliages d'aluminium

Le tableau 6.4 mentionne les caractéristiques mécaniques et physiques auxquelles les alliages précités doivent répondre.

Les caractéristiques citées sont tirées de la NBN EN 755-2 pour les profilés et de la NBN EN 485-2 pour les tôles. Le niveau de dureté courant est mentionné pour chaque type. D'autres niveaux de dureté sont possibles en fonction de la déformation et/ou du traitement de chaleur appliqué.

## 6.3 Matériau en tôles

L'aluminium s'y prête parfaitement, combiné ou non avec d'autres matériaux. La composition chimique des alliages pour tôles est déterminée dans la norme NBN EN 573-3. Les caractéristiques mécaniques sont reprises dans la NBN EN 485-2 et les tolérances dans la NBN EN 485-4.

## 6.4 Coupure thermique

Les profilés à coupure thermique sont réalisés à partir de l'assemblage en continu d'un matériau isolant avec deux coupleurs en aluminium, un à l'intérieur et l'autre à l'extérieur, dénommés demi-coupleurs dans le jargon.

Le comportement thermique et mécanique des profilés isolés s'avère principalement géré par :

- la forme du profilé et le matériau des demi-coupleurs ;
- les caractéristiques de l'isolant, qui peuvent être déterminées par des valeurs chiffrées.

Les indices principaux sont :

#### Les valeurs thermiques :

Ces grandeurs déterminent l'isolation thermique du profilé :

- le coefficient de conductibilité thermique ou la conductibilité thermique  $\lambda$  [W/m.K] ;
- le coefficient de transmission thermique du profilé composé  $U_f$  [W/m<sup>2</sup>K].

Voir le paragraphe 4.3 – Performances thermiques, pour plus d'informations à ce sujet.

#### Les valeurs mécaniques :

- la constante de déformation  $c$  [N/mm<sup>2</sup>] est définie par  $c = T/\delta$  où :
  - o  $T$  = résistance au cisaillement de l'assemblage [N/mm].
  - o  $\delta$  = déplacement provoqué par  $T$  des deux profilés en métal l'un par rapport à l'autre, dans le sens de la longueur (mm) ;
- la valeur de rupture de  $T$  (rupture par déchirure ou déformation à l'intérieur de l'isolant, ou par décollement d'un des profilés en métal) ;
- la valeur de rupture en charge normale (valeur  $Q$ ) en  $N$ , qui est la valeur de rupture d'un effort de traction séparant les deux profilés en métal.

Les valeurs  $c$ ,  $T$ ,  $q$  doivent répondre aux exigences, tests et essais décrits dans la NBN EN 14024 qui spécifie les performances mécaniques des profilés en métal à coupure thermique.

La qualité et la durabilité des prestations sont également déterminées sur la base des résultats des mesures des catégories de température.

Différents matériaux peuvent être utilisés, tels que le PA (polyamide) renforcé de fibres de verre, l'ABS, le PPO, le PVC, le PET, les mélanges de PVC, les mélanges d'EPI, etc. Le grand nombre de formes de profilés isolés est dû à la grande variété des profilés métalliques.

Les propriétés des isolants et leur adhérence au métal peuvent être influencées par le traitement de surface du métal, par la température de ce processus, par les techniques adhésives utilisées et par les aides mécaniques (par exemple, un fil métallique enroulé en spirale).

## 7

## CONSTRUCTIONS

## 7.1 Généralités, normes et prescriptions

Il est important de toujours vérifier si le système est adapté à l'application. Suivez pour cela les instructions du fournisseur du système.

Pour les calculs structuraux, le maître d'ouvrage doit fournir les informations suivantes :

- l'adresse du bâtiment et sa hauteur en vue de déterminer la zone de vent/la classe de vent, en zone bâtie ou non bâtie, situation ouverte ou enclavée, zone côtière ;
- la hauteur du bâtiment ;
- la situation par rapport à tout immeuble haut situé à proximité ;
- la situation par rapport aux différentes hauteurs dans les environs.

- les éventuelles charges spéciales (par ex. systèmes d'entretien, protections solaires manuelles ou fixes, auvents, ...) ;
- l'utilisation (par ex. habitation, bureau, ...) .

Pour les bâtiments élevés, les bâtiments de conception spéciale et les bâtiments situés à un endroit critique, il est recommandé au client de faire effectuer un essai de soufflerie, afin de déterminer les valeurs spécifiques de l'action du vent sur le bâtiment.

Les exigences suivantes concernent les structures et éléments de remplissage. Il est également impératif que les profilés des parties dimensionnées soient suffisamment raides pour garantir la résistance au vent, l'étanchéité à l'eau et à l'air.

Type	Année	Description
NBN EN 1990	2015	Eurocode - Bases de calcul des structures (+A1:2005 en AC:2010)
NBN EN 1991-1-1	2015	Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-1 : Actions générales - Poids volumiques, poids propre, charges d'exploitation pour les bâtiments (+ AC:2009)
NBN EN 1991-1-2	2015	Eurocode 1: Actions sur les structures - Partie 1-2 : Actions générales - Actions sur les structures exposées au feu (+ AC:2013)
NBN EN 1991-1-3	2007	Eurocode 1: Actions sur les structures - Partie 1-3 : Actions générales - Charges de neige (ANB:2007)
NBN EN 1991-1-4	2015	Eurocode 1: Actions sur les structures - Partie 1-4 : Actions générales - Actions du vent (+ AC:2010 en A1:2010)
NBN EN 1993-1-1	2015	Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments (+AC:2009)
NBN EN 1993-1-4	2011	Eurocode 3 - Calcul des structures en acier - Partie 1-4 : Règles générales - Règles supplémentaires pour les aciers inoxydables
NBN EN 1999-1-1	2011	Eurocode 9: Calcul des structures en aluminium - Partie 1-1 : Règles générales (ANB:2011)
NBN EN 1999-1-2	2009	Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-2 : Calcul du comportement au feu (+ AC:2009)
NBN EN 1999-1-3	2011	Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-3 : Structures sensibles à la fatigue
NBN EN 1999-1-4	2009	Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-4 : Tôles de structure formées à froid (+ AC:2009)
NBN EN 1999-1-5	2013	Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-5 : Coques (+ AC:2009)

Tableau 7.1 : Normes pour le calcul de la menuiserie en aluminium.

NBN B 25-002-1	2019	Menuiserie extérieure - Prescription des performances générales - Fenêtre et façades rideaux (remplace le STS 52.0)
CSTC rapport nr. 11	2009	Application des Eurocodes à la conception des menuiseries extérieures

Tableau 7.2 : Spécifications techniques d'application pour le calcul de la menuiserie en aluminium.

Le nombre de charnières et de points de fermeture dépend entre autres :

- des dimensions de la partie mobile ;
- de la pression du vent sur la partie mobile ;
- de la rigidité des profilés ;
- de la rigidité de la vitre ;
- de la dureté des joints d'étanchéité ;
- de la construction de la partie mobile (ouvrant vers l'intérieur ou vers l'extérieur) ;
- de l'utilisation ;
- des prescriptions du fournisseur du système.

La résistance des assemblages d'angle, en T et en croix sera telle que les charges suivantes pourront être reprises sans provoquer de déformation permanente, ni de trop grandes déformations :

- le vent ;
- le poids propre des profilés et des remplissages ;
- la quincaillerie ;
- les sollicitations selon la NBN EN 1990 et 1991.

## 7.2 Calcul de la stabilité des constructions

### 7.2.1 Charges, principe

Les principales charges sur la structure sont : la pression du vent, la succion du vent et le poids propre du remplissage de la façade.

Depuis 2010, le calcul des structures de construction selon l'Eurocode est obligatoire. En Belgique, des annexes nationales ont été établies en complément.

Les éléments de façade sont des constructions non porteuses qui ne sont donc pas sollicitées par la structure primaire. Ils sont également considérés comme des structures secondaires du bâtiment, ce qui signifie qu'un problème de stabilité de la façade n'affectera pas la stabilité globale de la structure principale du bâtiment. Le fait que la façade soit considérée comme une structure secondaire a une influence sur les coefficients de sécurité partiels à prendre en compte pour les charges\*. La charge du vent est le facteur déterminant dans le choix des profilés. La charge du vent doit être déterminée selon la formule donnée dans la norme NBN EN 1991-1-4.

$$w_d = ce(z) \cdot q_{ref} 50 \text{ ans} \cdot c_{prob}^2 \cdot c_p$$

où :

- $w_d$  = valeur de pression nette du vent ;
- $c_{prob}^2$  = coefficient de période de retour du vent, de valeur 1 pour 50 ans ;
- $c_p$  = coefficient tenant compte de l'ensemble des coefficients de pression locale et de pression intérieure au bâtiment ( $c_p = c_{pe} - c_{pi}$ ) ;
- $q_{ref} 50 \text{ ans}$  = pression dynamique moyenne de référence pour une période de retour du vent de 50 ans ;
- $ce(z)$  = coefficient d'exposition prenant en compte la rugosité du terrain et la hauteur  $z$  au-dessus du sol. Ce coefficient, défini à l'article 4.5 de la norme EN 1991-1-4, transforme également la pression moyenne en pression de pointe en tenant compte du coefficient de turbulence  $k_l$ . Voir aussi le tableau 4.11 et la figure 4.12 au paragraphe 4.4 - Choix du classement air, eau, vent en fonction des classes d'exposition.

Sur les façades inclinées, le calcul sous la résultante du poids propre doit également tenir compte des charges d'entretien et des charges de neige en fonction de l'angle d'inclinaison du toit. On appliquera ici la NBN EN 1991-1-3. Les combinaisons de charges maximales sont importantes pour la résistance de la construction.

Pour les structures légères telles que les façades, portes et fenêtres, la méthode décrite dans le Rapport scientifique n°11 du CSTC - Application des Eurocodes à la conception des menuiseries extérieures - est d'application.

Les ancrages de la menuiserie doivent également être suffisamment solides pour transmettre les efforts exercés à la structure principale. Voir l'Eurocode à ce sujet.

En plus de la charge due au vent, l'élément de façade doit, le cas échéant, pouvoir supporter des charges horizontales dues aux personnes, au mobilier ou aux surfaces d'appui des installations de nettoyage. Cela s'applique aux cas où l'élément de façade doit également fonctionner comme structure de support.

Il s'agit des charges linéaires, ponctuelles et d'impact. En plus de ces charges, les éléments de façade peuvent également être sollicités par des installations de lavage des vitres, protections solaires fixes, auvents, écrans (pare-soleil), etc.

\* permanentes et variables ainsi que les coefficients d'accompagnement  $psi_0$ ,  $psi_1$ ,  $psi_2$ .

Le maître d'ouvrage doit communiquer à l'avance la position et la valeur des charges supplémentaires éventuelles.

En résumé : l'élément de façade ne doit pas succomber sous l'effet de l'action du vent, du poids propre et/ou d'autres charges. Si nécessaire, la vérification de la résistance peut être effectuée au moyen d'une série de tests et d'une étude statistique suivant EN 1990.

Dans le stade de la conception cependant, le contrôle de la résistance ne peut être effectué que par calcul. Les valeurs de la résistance des matériaux sont données dans les normes.

En général, des calculs, éventuellement complétés par des essais, seront effectués pour les montants, les traverses, les remplissages, les assemblages et les ancrages.

### 7.2.2 Ensembles de fenêtres

Les profils de fenêtres sont normalement calculés uniquement selon l'état limite en service (ELS - Vérification des déformations de la structure).

Toutefois, si la surface d'une menuiserie extérieure est supérieure à 10 m<sup>2</sup> et que la distance entre les points d'ancrage des profils intermédiaires est supérieure à 2,2 m, l'ensemble doit être calculé conformément à la réglementation relative aux façades.

Classe	Flexion relative normale
A	<1/150
B	<1/200
C	<1/300

Tableau 7.3 : Classification de la flexion relative aux essais.

NBN EN 12211	2016	Portes et fenêtres - Résistance au vent- Méthode d'essai
NBN EN 12210	2016	Portes et fenêtres - Résistance au vent- Classification

Tableau 7.4 : La classe de résistance au vent des fenêtres est déterminée sur la base des normes ci-dessus.

Classe	Essai de déformation P1	Pressions et dépressions successives (50 pulsations) P2	Essai de sécurité P3
0	Pas d'essai	Pas d'essai	Pas d'essai
1	400	200	600
2	800	400	1200
3	1200	600	1800
4	1600	800	2400
5	2000	1000	3000
Exxx	Valeur Max P1		
Xxx = Valeur max P1			

Tableau 7.5: Classes de résistance au vent (il faut satisfaire aux 3 critères P1, P2 et P3 lors des essais).

Les exigences en ce qui concerne les hypothèses de structure secondaire sont reprises dans le rapport scientifique du CSTC et dans la norme NBN EN 13830 - Façades rideaux.

#### Sous la pression du vent :

Etat limite en service ELS :  $F_d(w) = 0,80 \cdot w_d$

L'exigence pour la déformation est  $L/225$  ou  $\leq 13$  mm, éventuellement à limiter à 12 mm si la hauteur de la vitre > 2400 mm.

$F_d(w)$  = valeur de calcul

#### Sous le poids propre et le remplissage :

Pour le contrôle de la flexion des profils de traverse sous le poids propre du vitrage, cela donne :

Etat limite en service ELS :  $F_d = gk$

La déformation verticale des traverses est limitée à maximum  $L/500$  ou 3 mm.  
 $gk$  = valeur caractéristique du poids du vitrage.

Pour connaître la classe (de résistance au vent) requise, nous référons au chapitre 4 - paragraphe 4.4.4 et 4.4.5.

### 7.2.3 Façades rideaux

Les façades rideaux sont calculées aux états limites en service (ELS – contrôle des déformations) et aux états limites ultimes (ELU – contrôle des contraintes). Une distinction est faite entre les profilés, les ancrages et les éléments de remplissage.

Pour effectuer un calcul correct, toutes les hypothèses de calcul doivent être introduites correctement et il est recommandé de travailler avec le schéma ci-dessous.

Les exigences concernant les limites de déformation sont reprises dans le rapport scientifique du CSTC et dans la norme NBN EN 13830 - Façades rideaux.

#### Sous la charge du vent :

Etat limite en service ELS :  $F_d(w) = 0,80 \cdot w_d$

L'exigence de déformation est la suivante :

- Longueur  $L \leq 3,0$  m :  $w \leq L/200$
- $3,0$  m  $< L \leq 7,5$  m :  $w \leq 5 + L/300$
- $L > 7,5$  m :  $w \leq L/250$

Avec  $F_d(w)$  = valeur de calcul.

Etat limite ultime (ELU) :  $F_d(w) = 1,25 \cdot w_d$

La vérification des contraintes se fait par l'équation  $E_d \leq R_d$

où :

- $E_d$  = les contraintes sous l'effet de la charge  $F_d$ .
- $R_d = X_k / Y_M$

Avec :

$X_k$  = la résistance caractéristique du matériau.

Pour l'alliage d'aluminium EN AW 6060 T66 = 160 N/mm<sup>2</sup>.

$Y_M$  = le coefficient de sécurité des matériaux.

Pour l'aluminium, ce facteur pour structures secondaires = 1, réf rapport scientifique du CSTC (ou la valeur définie dans l'annexe nationale dans d'autres pays).

#### Sous le poids propre et le remplissage :

Pour le contrôle de la flexion des traverses sous le poids propre du vitrage dans une façade, on obtient :

Etat limite en service ELS :  $F_d = g_k$

L'exigence de déformation est  $L/500$  avec un maximum de 3 mm.  $g_k$  = valeur caractéristique du poids du verre.

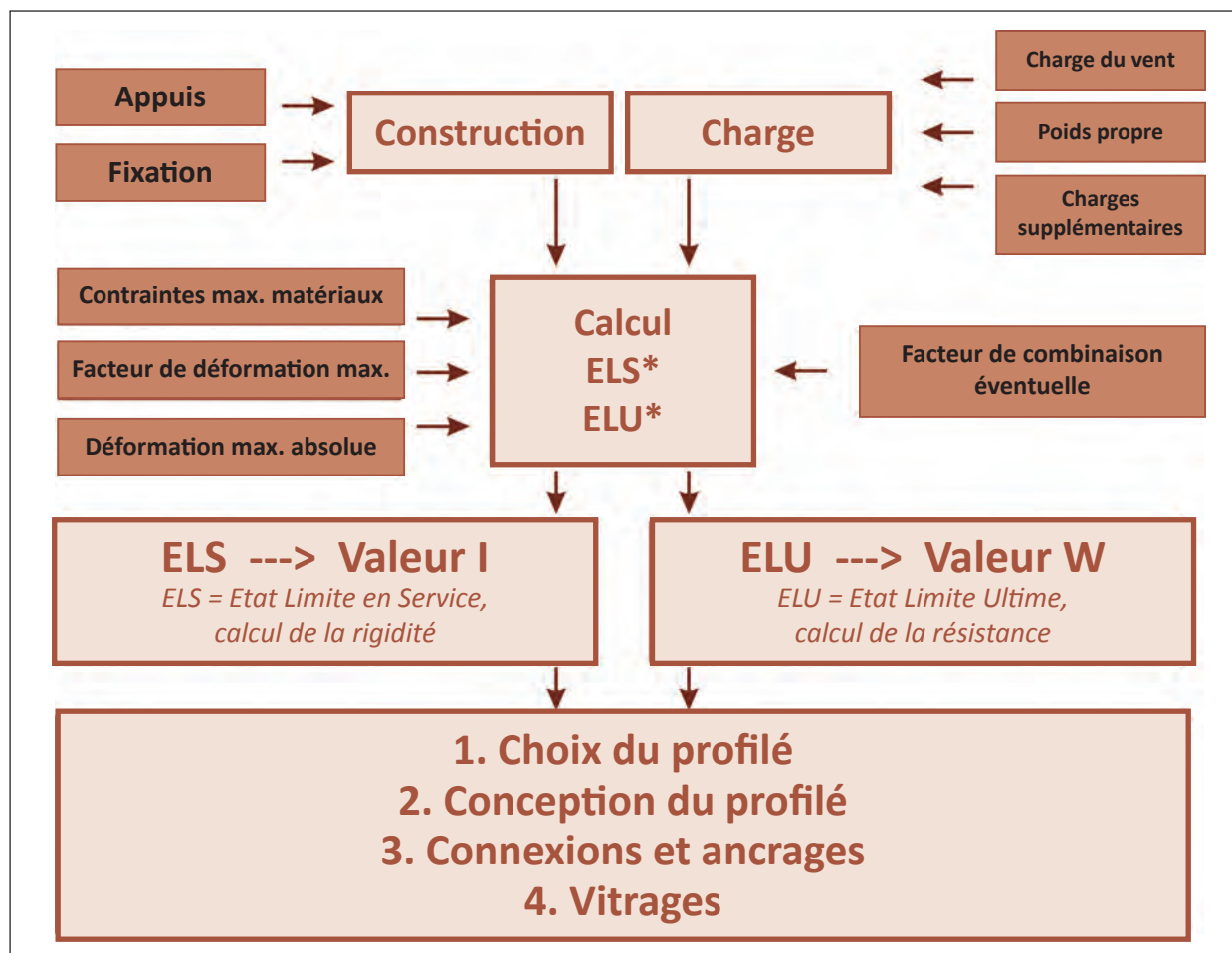


Figure 7.6 : Diagramme des étapes pour le calcul des constructions.

En ce qui concerne les essais de résistance aux actions du vent, la norme NBN EN 13116 prévoit des essais aux charges caractéristiques (également appelées charges théoriques) et des essais avec charges accrues.

Afin de connaître la classe requise (résistance au vent), voir les paragraphes 4.4.6 et 4.4.7.

### 7.2.4 Fenêtres intérieures

Suite aux variations de pression à l'intérieur du bâtiment, des pressions/dépressions sont générées sur les menuiseries intérieures. Pour des règles de calcul détaillées, nous référons au document du CSTC – Application des Eurocodes à la conception des menuiseries extérieures (2009) et à l'annexe nationale à la norme du vent.

Dans le cas échéant, il est conseillé de calculer en tenant compte d'une charge minimale de 200 N/m<sup>2</sup> (sans parties mobiles) et pour les fenêtres avec parties mobiles, la charge sera portée à 500 N/m<sup>2</sup> pour déterminer la résistance des montants, des charnières et de fermeture de part et d'autre des parties mobiles.

### 7.2.5 Ancrages

Le nombre, l'emplacement et la méthode d'ancrage doivent être choisis de manière à assurer la transmission des forces exercées sur l'élément de façade à la structure. L'emplacement et l'utilisation des ancrages ou autres fixations doivent être déterminés de manière à ce que l'élément de façade ne soit pas sollicité par la structure (entre autres déformations, tassements de la structure primaire...). Les variations de longueur causées par les changements de température doivent pouvoir se produire.

Tous les ancrages, pour autant qu'ils ne soient pas en acier inoxydable ou en aluminium, doivent être dûment protégés contre la corrosion et ne doivent pas eux-mêmes causer de dommages à l'élément de façade en aluminium. Le nombre, l'emplacement et le mode d'ancrage seront choisis de manière à transmettre à la structure les forces exercées sur l'élément de façade.

Le choix de l'emplacement et de l'exécution des ancrages ou autres moyens de fixation se fera de manière que l'élément de façade ne puisse pas être sollicité par

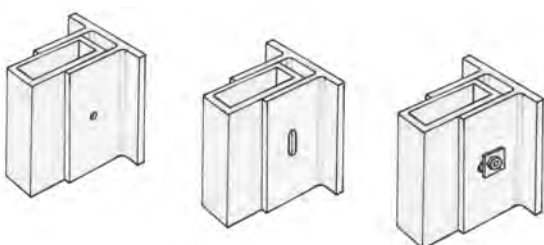


Figure 7.7 : Types d'ancrages, de gauche à droite : attache poids, attache vent et attache poids permettant d'absorber les tolérances.

la structure du bâtiment et qu'il ne soit pas déformé par l'assemblage.

Les variations de longueur causées par les changements de température doivent pouvoir se produire sans créer de problèmes.

La grandeur de la variation de longueur à prévoir peut être déterminée par calcul. La variation de longueur  $\Delta L$  est déterminée par la formule suivante :

$$\Delta L = \alpha \times \Delta T \times L \qquad \Delta T = T_1 - T_0$$

où :

- $\alpha$  = le coefficient de dilatation linéaire du matériau ;
- $T_1$  = la température extrême (max. ou min.) [°C] ;
- $T_0$  = la température de fabrication [°C] ;
- $L$  = la longueur d'essai à température  $T_0$  [mm].

Matériau	Coefficient de dilatation linéaire (en 10 <sup>-6</sup> mm/°K.mm)
Aluminium	23 – 24
Acier inoxydable	17
Acier	12
Cuivre	17
Zinc	27
Verre	8 – 10
Maçonnerie	7
Béton armé	11 – 14
PVC dur	60 – 80
Bois	5 – 8

Tableau 7.8 : Coefficients de dilatation linéaire de quelques matériaux de construction.

### Portes et fenêtres

En règle générale, les ancrages doivent être fixés à une entredistance maximale de 750 mm et à environ 200 mm d'un angle ou d'un montant du cadre fixe.

Dans le cas des éléments de fenêtres ou de portes mobiles, il est recommandé de placer les ancrages à proximité immédiate des charnières et points de verrouillage.

### Façades

Le type et le nombre d'ancrages (fixes, à dilatation, etc.) seront déterminés en fonction du type de façade et de la nature du gros oeuvre. Dans la plupart des cas, cela fera l'objet d'une étude spécifique. Lors de la conception d'une façade, il faut veiller à ce que les ancrages des montants soient prévus au même niveau pour prévenir l'éventuelle casse de verre par une différence de dilatation des montants.

### Charges et valeurs de calcul

Comme décrit ci-dessus, l'hypothèse de calcul est déterminée selon les Eurocodes, complétés par les facteurs de charge et de combinaison décrits dans le rapport scientifique 11 du CSTC.

L'effet de la charge ( $E_d$ ) doit être inférieur à la résistance ( $R_d$ ), selon le principe de la vérification unitaire  $E_d/R_d < 1$  conformément aux règles de l'Eurocode.

Pour les ancrages, le tableau suivant avec les facteurs de charge pour les actions du vent ( $E_d$ ) est d'application :

Etats limites	Ancrage façade - structure secondaire
ELS	$0.9 F_{w_d}$
ELU	$1.35 F_{w_d}$

Le contrôle est effectué aux ELU où  $E_d < R_d$ , résistance de l'attache et/ou des composants de l'attache.

Pour les ancrages, on appliquera le tableau suivant des facteurs de charge pour la charge de poids ( $E_d$ ) :

Etats limites	Ancrage façade - structure secondaire
ELS	$g_k$
ELU	$1.20 g_k$

Le contrôle est effectué à l'ELU où  $E_d < R_d$ , vérification de résistance de l'attache et/ou des composants de l'attache. En particulier pour l'attache poids, il s'agit du contrôle sous la charge combinée du vent et du poids car tous deux surviennent. Il faut prendre en compte les excentricités des charges ainsi que les tolérances par rapport au gros oeuvre de la fixation et de la pression/suction du vent dans la combinaison la plus défavorable.

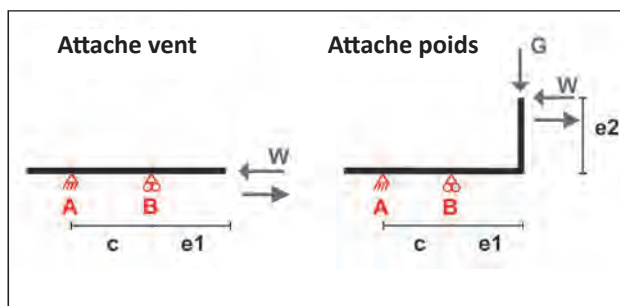


Figure 7.9 : Représentation schématique des attaches vent et attaches poids.

### Ancrage de la menuiserie extérieure

La fixation de la menuiserie extérieure au gros oeuvre est effectuée à l'aide d'attaches vent (W) et d'attaches poids (G) selon la représentation schématique ci-dessous.

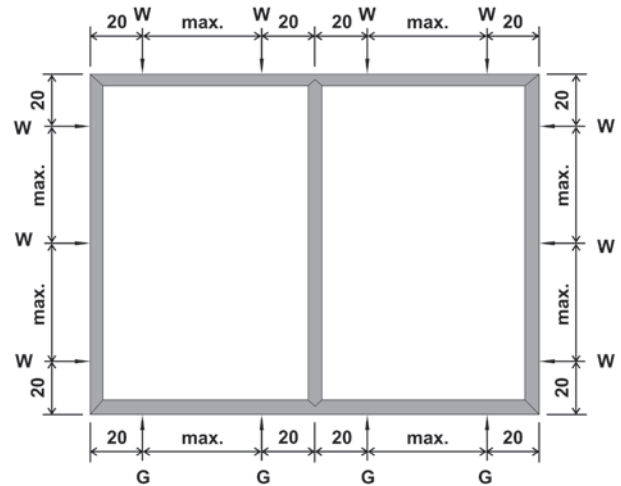


Figure 7.10 : Entredistance des ancrages pour une menuiserie type.

Pour les châssis, on considère généralement que les attaches sont espacées de maximum 750 mm et qu'elles se situent à environ 200 mm de chaque angle, montant ou assemblage en T du cadre fixe.

Le dimensionnement de l'ancrage se fait sous les charges et leur combinaisons mentionnées ci-dessus et concerne :

- le contrôle des contraintes dans l'attache ;
- le contrôle de tous les assemblages boulonnés dans l'attache ;
- le contrôle de la fixation au gros oeuvre.

Plusieurs solutions pour la fixation au gros oeuvre se présentent comme l'indique le schéma ci-dessous. Il est aussi référé aux performances reprises dans les fiches techniques du fournisseur des ancrages.

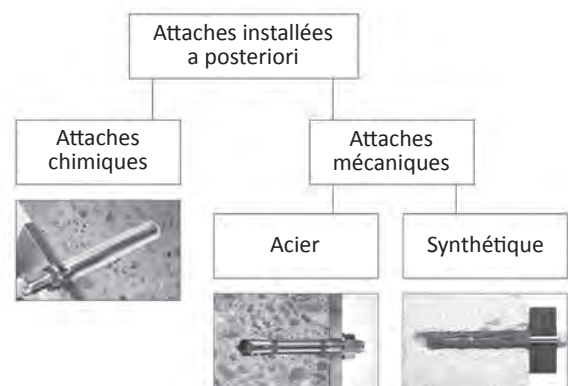


Figure 7.11 : Différents systèmes d'attaches.

En aucun cas, les attaches ne doivent ponter la rupture de pont thermique des profilés ou court-circuiter l'isolation du gros oeuvre. Elles sont (généralement) fixées à l'intérieur de la fenêtre et exceptionnellement à l'extérieur, si cela est nécessaire compte tenu de ce qui précède.

Dans le cas de vantaux de fenêtres ou de portes mobiles, il est recommandé de placer l'ancrage à proximité immédiate des points de rotation, des charnières et des points de fermeture.

**Ancrage des éléments de façade**

**Pour les façades**, le type d'ancrage (fixe, à dilatation, etc.) ainsi que le nombre seront déterminés en fonction du type de façade et de la nature du gros oeuvre. Dans la plupart des cas, cela fera l'objet d'une étude séparée, voir par. 7.2.2.5. Toutefois, lors de la conception d'une façade, il faut veiller à prévoir que les ancrages des montants se situent au même niveau - voir pages précédentes.

Les façades sont exécutées au moyen d'une structure composée de montants et traverses (bâtiment bas) et/ou d'éléments préfabriqués (bâtiments moyens et élevés). La façade est reliée au gros oeuvre au moyen d'attaches vent (W) et d'attaches poids (G) afin que la façade forme une construction étanche à l'eau et à l'air, qu'elle ne soit pas sollicitée par les mouvements thermiques et/ou les déformations du gros oeuvre.

**Contrôle des fixations au gros oeuvre**

Les fixations au gros oeuvre sont dimensionnées selon les règles de calcul de la norme EN 1992-4, ETAG/TR029 ou selon l'ATE en vigueur.

Les contraintes dans l'ancrage et dans la structure sont vérifiées et testées par rapport à un certain nombre de mécanismes de rupture comme le montre la figure ci-dessous, souvent à l'aide de programmes de calcul spécifiques.

En ce qui concerne la stabilité, le constructeur FAC peut démontrer que les éléments suivants ont été pris en compte dans la conception d'un projet :

- la rigidité (moments d'inertie) et la résistance (moments de résistance) requises de la structure portante ;
- la transmission de la charge du poids et du vent au gros oeuvre ;
- les mouvements thermiques (joints de dilatation) et les déformations (au droit des raccordements) indépendamment du gros oeuvre ;
- les vitrages et éléments de remplissage exécutés conformément aux règles en termes de type, d'épaisseur et d'isolation ;
- un calcul et une exécution corrects des ancrages (composants et fixations) ;
- la présence d'une protection pour les ancrages (voir tableau 7.13).

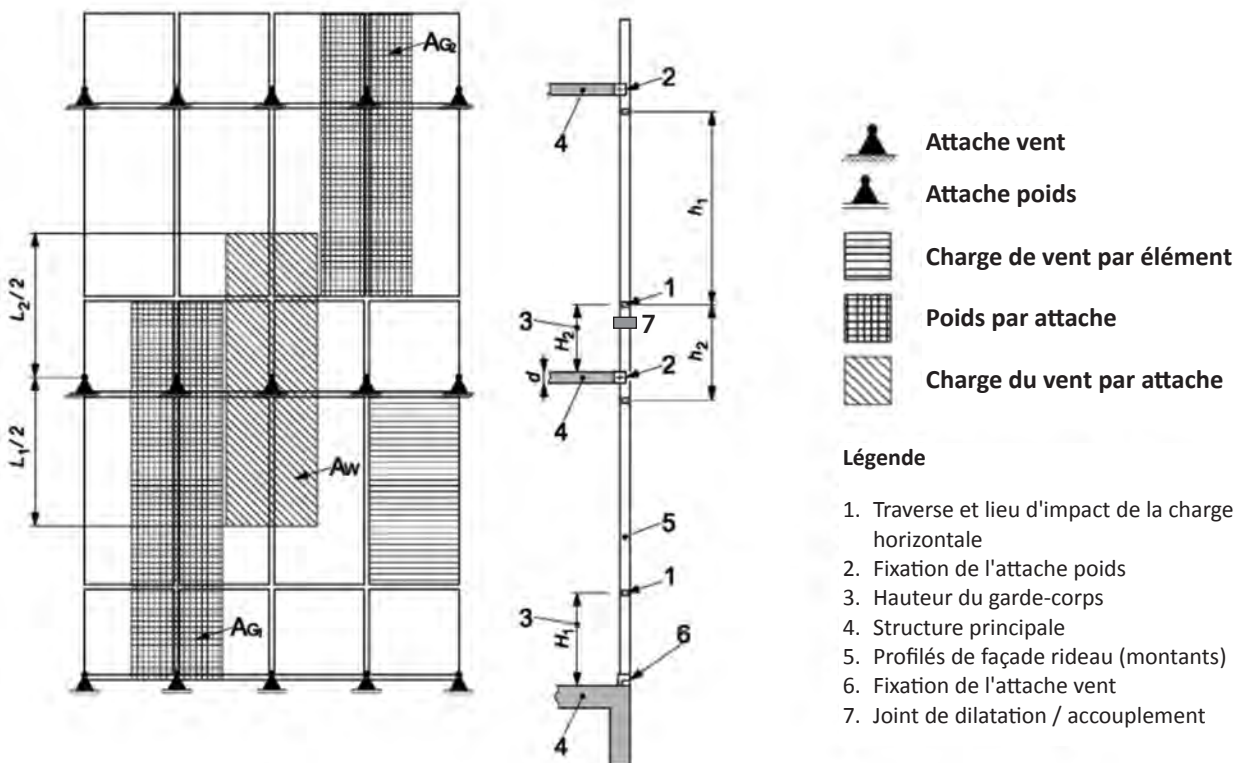


Figure 7.12 : Représentation schématique de l'ancrage d'une façade rideau.

Épaisseur de la pièce	Épaisseur locale minimale		Épaisseur moyenne minimale	
	g Zn/m <sup>2</sup>	µm	g Zn/m <sup>2</sup>	µm
Acier > 6 mm	505	70	610	85
6 mm > Acier > 3 mm	395	55	505	70
3 mm > Acier > 1,5 mm	325	45	395	55
Acier < 1,5 mm	250	35	325	45
Pièces moulées > 6 mm	505	70	575	80
Pièces moulées < 6 mm	430	60	505	70

Tableau 7.13 : Épaisseur minimale de la couche de zinc sur les échantillons non centrifugés (selon EN ISO 1461).

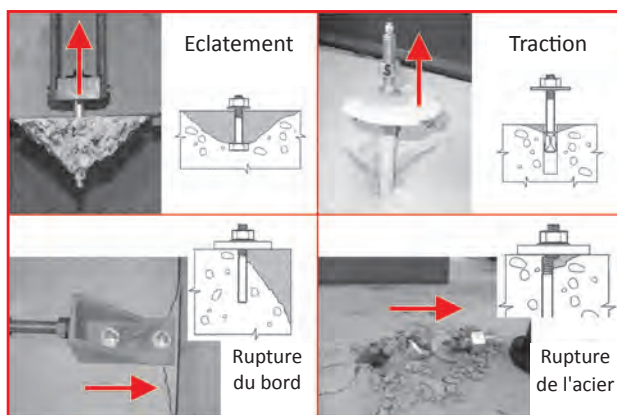


Figure 7.14 : Les modes de rupture.

### 7.3 Combinaison de l'aluminium avec d'autres métaux

En général, il faut éviter que l'aluminium entre en contact avec d'autres matériaux à l'air libre et/ou dans un milieu humide.

Si cela se produit, une corrosion de contact ou galvanique peut se produire par électrolyse. Le métal le moins noble sera touché. La corrosion galvanique se produit en condition humide, comme les applications extérieures.

Par exemple : l'aluminium est corrodé au contact du cuivre ou du plomb.

**Non noble** K Na Ca Mg **Al** Zn Fe Pb H<sub>2</sub> Cu Ag Hg Pt Au **Noble**

En ce qui concerne le choix des matériaux et la résistance à la corrosion, nous référons au paragraphe 10.3.

#### Contact avec l'acier :

Si les assemblages aluminium-acier sont en contact avec l'air extérieur et/ou dans un milieu humide, les éléments métalliques auxiliaires (consoles et attaches de fixation par exemple) doivent être revêtus d'une couche de galvanisation ou de métallisation et l'aluminium doit être fini avec une couche de peinture ou d'anodisation.

Lorsque l'aluminium est en contact avec l'acier à l'extérieur ou dans un milieu humide, les accessoires en acier, consoles et ancrages recevront une couche de peinture ou de zinc selon le tableau 7.13 ci-dessus.

Les moyens de fixation appliqués en contact avec l'aluminium seront en aluminium, en acier inoxydable ou synthétiques ou seront isolés de l'aluminium.

Les moyens de fixation en acier inoxydable seront de qualité 304 ou 316 ou mieux, où 304 correspond à la qualité A2 et 316 à la qualité A4.

**Contact avec le cuivre et ses alliages (bronze-laiton) :** à éviter absolument en raison de la grande différence de potentiel électrochimique. Les finitions en cuivre situées plus haut (par ex. toitures, gouttières) risquent d'attaquer l'aluminium car l'eau de ruissellement emporte des oxydes de cuivre.

#### Contact avec le zinc et le plomb :

On prendra les mêmes précautions qu'avec l'acier.

#### Contact avec le bois :

Dans un milieu humide ou lorsque le bois n'est pas suffisamment sec, certaines essences de bois risquent d'attaquer l'aluminium (le métal).

Le chêne et le noyer par exemple secrètent une substance acide qui provoque la corrosion. Ces matériaux doivent donc être isolés l'un de l'autre.

Lorsque le bois est traité (contre la pourriture ou les insectes), il faut vérifier si les produits utilisés ne sont pas corrosifs vis-à-vis de l'aluminium.

**Contact avec l'enduit et le ciment :**

Le pistolage de plâtre ou de ciment, ou la poussière de plâtre ou de ciment dans l'air humide, provoque, après le nettoyage, l'apparition de taches blanches à la surface de l'aluminium, même sur les surfaces anodisées. Cette coloration superficielle n'affecte toutefois pas les propriétés mécaniques de l'aluminium.

Pour le raccord entre l'enduit intérieur et extérieur avec la construction en aluminium, l'utilisation d'un "profilé d'arrêt de plâtre" est recommandée, également afin de permettre la dilatation différentielle des 2 matériaux.

**Contact avec d'autres matériaux :**

Lorsque d'autres matériaux entrent en contact avec l'aluminium, il importe de contrôler les éventuelles réactions chimiques entre ce matériau et l'aluminium.

## 7.4 Dimensionnement

### 7.4.1 Façonnage des profilés

Avant leur façonnage, les matériaux sont portés à température en les stockant à l'intérieur à une température ambiante proche de celle de l'usinage.

Avant de passer à la découpeuse, un contrôle visuel et manuel sera effectué pour vérifier si le profilé correct a été sélectionné, si la longueur est exacte et si les réservations prévues sont présentes. Les arêtes vives des traits de scie et de découpage seront abattues et ébarbées.

On utilisera toujours des outils de découpage affûtés et une lame de scie appropriée.

Au cas où le constructeur assemble lui-même des profilés par sertissage, il devra prouver que les essais nécessaires sont effectués au niveau du cisaillement et de la traction. (Cela n'est pas d'application pour tous les systèmes).

### 7.4.2 Tolérances dimensionnelles des profilés en aluminium extrudé

Les tolérances dimensionnelles des profilés principaux en aluminium extrudé de la qualité d'alliage EN-AW 6060 ou EN-AW 6063 doivent répondre à la NBN EN 12020-2. Les tolérances des autres profilés d'aluminium se situeront dans les limites de la NBN EN 755-9. Pour les profilés en aluminium anodisé, les dimensions fonctionnelles se situeront dans les limites de la norme NBN EN 12020-2.

### 7.4.3 Ecarts dimensionnels du gros oeuvre

La réalisation des constructions et leurs dimensionnements seront tels que les écarts dimensionnels pourront être absorbés sans dégâts ou conséquences pour les performances exigées, qui découlent des tolérances sur :

- le propre ouvrage ;
- le cadre en gros oeuvre auquel il faut se raccorder.

Dès la conception, le maître d'ouvrage devra indiquer dans le cahier des charges ou le contrat quelles sont les tolérances admissibles par rapport aux axes horizontaux et aux niveaux verticaux de la structure primaire.

### 7.4.4 Dimensionnement

L'écart des dimensions extérieures d'un élément de menuiserie, y compris les dimensions dans l'œuvre pour une façade rideau, ne peut pas être supérieur de plus ou moins 1,5 mm par rapport aux dimensions nominales, pour les dimensions extérieures jusqu'à 1 m. L'écart ne peut pas être supérieur de plus ou moins 2 mm pour les éléments de menuiserie dont les dimensions extérieures sont supérieures à 1 m.

Aucune des tolérances ne peut nuire à l'étanchéité au vent et à l'eau. Le dimensionnement entre les parties mobiles et les cadres fixes sera tel que les exigences fonctionnelles seront respectées.

Les écarts admissibles sur la largeur et la hauteur des vantaux ouvrants, mesurés au bas des feuillures du vitrage, seront d'environ 1 mm pour les vantaux jusqu'à 1 mètre, majorés de 0,5 mm par mètre de largeur ou hauteur supplémentaire.

### 7.4.5 Perpendicularité

La différence de longueur des diagonales, mesurée au bas des feuillures, ne peut pas dépasser 2 mm, augmentée de 0,5 mm par mètre de longueur diagonale supplémentaire. La différence sera de maximum 3 mm.

### 7.4.6 Gauchissement et rigidité torsionnelle

Conformément à la NBN B 25-210, les parties mobiles vitrées seront planes. Le gauchissement ne dépassera pas 3 mm. Les parties mobiles vitrées seront suffisamment rigides (affaissement maximum 1mm). La rigidité torsionnelle des parties mobiles vitrées, déterminée conformément à la NBN B 25-210 (EN 107 : 1980), devra répondre aux exigences suivantes : pour une charge ponctuelle de +250 N et -250 N au centre du long côté d'un vantail vitré

supporté en trois angles, les essais ne peuvent révéler aucune déformation permanente.

#### 7.4.7 Assemblages de profilés

Les assemblages à onglet et en T seront resserrés de manière à répondre durablement aux exigences de perméabilité à l'air et d'étanchéité à l'eau.

On fait la distinction entre les assemblages des profilés en usine et les assemblages d'éléments sur chantier.

##### *Assemblages des profilés d'éléments de façades en usine :*

Pour réaliser les assemblages d'angles et en T, les produits recommandés par le fournisseur du système ou équivalents seront utilisés pour dégraisser, passiver, coller et nettoyer l'angle.

L'inégalité des rencontres des profilés, mesurées perpendiculairement au plan de l'élément, ne dépassera pas les tolérances d'extrusion pour les assemblages à onglet et en T mentionnées dans la NBN EN 12020-2.

Du fait que les profilés ne sont pas plans (convexes et concaves), il n'est pas toujours possible de répondre aux exigences en ce qui concerne l'inégalité des raccords de profilés. D'où l'inégalité ne sera pas supérieure à 0,5 mm.

Les assemblages d'angle et en T seront réalisés parfaitement et plans. Les joints d'assemblage dans les faces vues ne dépasseront pas 0,3 mm et l'inégalité sera de maximum 0,5 mm.

*Assemblages des profilés d'éléments de façades réalisés sur chantier :* Il s'agit des façades rideaux, des montants et traverses et des éléments de structures assemblés sur chantier. Le jeu au droit des assemblages doit être choisi de manière à assurer sans entrave la dilatation et le retrait thermiques tandis que les mouvements du gros oeuvre, selon les indications du maître d'ouvrage, doivent pouvoir être suivis sans risques de dégâts permanents.

Sans compter les tolérances sur les profilés, les interstices ne peuvent pas dépasser 2 mm. S'ils sont plus larges, ils seront colmatés avec un produit d'étanchéité approprié.

#### 7.4.8 Parclofes

Les systèmes à clipser seront exécutés de telle façon qu'après 3 démontages la fixation sera encore toujours suffisamment assurée. Cette exigence ne vaut pas pour les structures spéciales comme les systèmes anti-effraction ou résistants au feu.

Pour les vitrages extérieurs et les éléments de menuiserie intérieurs, les extrémités des parclofes ne présenteront pas d'interstice supérieur à 1 mm par côté, proportionnellement réparti.

Pour le vitrage intérieur, l'interstice ne sera pas supérieur à 0,3 mm par côté, proportionnellement réparti, afin de limiter la perméabilité à l'air.

Pour la menuiserie résistante au feu, on peut déroger à cette imposition.

## 7.5 Constructions en tôles et panneaux composites

Ce paragraphe traite à la fois des constructions en tôles et des panneaux sandwich. S'il est techniquement impossible de réaliser des panneaux parfaitement plans, il n'existe pas encore de méthode de calcul pratique pour calculer l'épaisseur requise de ces panneaux. Les écarts de déformation aux angles des structures en plaques et des rejets d'eau sont autorisés à condition de ne pas compromettre l'applicabilité.

Dans tous les cas, les éléments suivants sont importants pour obtenir un bon résultat final :

- la méthode de construction ;
- l'alliage et la dureté ;
- le type de traitement de surface ;
- les dimensions ;
- le degré de brillance après le traitement de surface ;
- l'expérience pertinente du constructeur.

Le constructeur peut démontrer son expérience sur présentation de projets antérieurs. Il est conseillé d'effectuer les travaux de tôlerie dans la qualité EN AW 1050A (qualité émaillage au four) ou EN AW 5005 (qualité anodisation). Ces deux qualités sont faciles à plier et à souder.

Il convient de vérifier séparément si la fixation du panneau est durable et de prêter attention à l'appui et à la fatigue en flexion maximale. Dans la plupart des cas, la dépression due au vent est décisive pour la conception des constructions à panneaux. La compartimentation de la lame d'air, tant horizontalement que verticalement et dans les zones d'angle, joue un rôle important à cet égard.

L'écart de planéité maximal en situation non chargée (y compris les charges de température) et mesuré dans la position de son application (dans le plan du panneau) n'excédera en aucun point de la diagonale et sous une règle : 5 mm par mètre courant, avec un maximum de 10 mm. L'écart de planéité maximal sur une surface réduite ne peut dépasser en aucun point 1 mm sur une distance absolue de 100 mm. Sur une distance de 500 mm, l'écart maximal sera de 2 mm.

Après montage, le gauchissement d'un panneau ne sera pas supérieur à 5 mm.

Les panneaux sandwich, utilisés comme structure de séparation extérieure, doivent être conformes aux dispositions du paragraphe 4.3 – Performances thermiques. Afin de prévenir la corrosion, il est conseillé de veiller particulièrement aux angles des panneaux mis en œuvre. Les joints capillaires doivent être évités autant que possible, ce qui signifie que l'espace entre les bords corroyés d'un panneau sera de préférence supérieur à 3 mm.

Une autre méthode consiste à souder les angles, mais cette méthode risque d'avoir des conséquences esthétiques et mécaniques.

Le traitement de surface doit être appliqué de préférence après la pose et/ou la soudure, à l'exception de l'aluminium prélaqué en continu.

L'étanchéité des façades à cassettes se limite à l'étanchéité aux pluies battantes en veillant toujours à s'assurer que la construction sous-jacente (généralement le gros oeuvre) est étanche à l'air.

Si les plaques/panneaux composés sont posés dans la feuillure des profilés d'aluminium, on s'assurera que la pression des joints est suffisante. Cela peut se réaliser en prévoyant le bord du remplissage dans un matériau suffisamment résistant à la pression.

## 7.6 Drainage et ventilation

Ce paragraphe n'est pas d'application pour les cloisons intérieures.

La pénétration d'eau de pluie dans les feuillures doit être empêchée autant que possible. L'eau entraîne les saletés qui s'y sont déposées, souillant les alentours des feuillures (joints et traitements de surface).

### Le respect des mesures suivantes est important :

- L'effort des parcloses sur le vitrage sera d'au moins 900 N/m et ne pourra pas dépasser 1500 N/m. Ces valeurs s'appliquent aussi sur toute la longueur des parcloses vissées.
- Les assemblages à onglet et les raccords des traverses aux montants ainsi que l'assemblage des joints de vitrage et d'étanchéité doivent être équipés d'une étanchéité appropriée, souple le cas échéant, pour prévenir la pénétration d'eau de pluie.
- La largeur de la feuillure, l'épaisseur du vitrage et le choix des joints de vitrage sont repris du catalogue du fournisseur de système de profilés afin de garantir la pression appropriée, l'étanchéité à l'air et à l'eau.
- Afin d'éviter que l'eau de pluie soit aspirée dans les feuillures, la pression de l'air dans les feuillures sera autant que possible égale à la pression de l'air à l'extérieur. A cet effet, les feuillures seront équipées d'ouvertures de ventilation et rendues étanches à l'air vers l'intérieur, dans la mesure du possible.

La pratique démontre que, malgré les nombreuses précautions prises, l'eau de pluie pénètre toujours dans les feuillures. Il est important que cette eau soit évacuée le plus rapidement possible et de façon appropriée. Si des ouvertures d'évacuation trop petites doivent aussi servir comme ouvertures de ventilation, la ventilation ne se fera pas puisque les ouvertures seront bouchées par l'eau. Une colonne d'eau est alors créée au-dessus de chaque ouverture d'évacuation. Si, en raison de la structure de la feuillure, une colonne d'eau risque de s'y former, l'eau migrera vers les endroits qui ne sont pas prévus à cet usage. L'apparition d'une colonne d'eau dans la feuillure peut être évitée en prévoyant des ouvertures de ventilation en haut de la feuillure.

### Fenêtres, portes et fenêtres coulissantes :

Pour le drainage de l'eau des feuillures et de la chambre de décompression des parties ouvrantes, il faut au moins prévoir des ouvertures à proximité des angles, d'une surface minimale de 50 mm<sup>2</sup> par ouverture, soit une ouverture ronde d'au moins 8 mm de diamètre, ou une fente de 5 mm sur 15 mm.

Pour la décompression (aération de la feuillure), il faut prévoir dans le haut 2 ouvertures rondes de 5 mm de diamètre, orientées vers l'extérieur.

Pour la reprise des résultats d'essais dans le cadre du marquage CE, il convient de respecter les prescriptions du fournisseur du système. Dans le cas des portes et fenêtres coulissantes, le drainage peut s'écarter des instructions ci-dessus. Il convient de respecter les instructions du fournisseur du système.

#### Façades :

Pour les façades, on utilise quelquefois des pièces préformées qui, posées dans les chambres de drainage des montants, assurent l'évacuation de l'eau d'infiltration et la ventilation des feuillures.

Ce dispositif est appelé 'drainage à travers les montants'. Souvent, la façade est réalisée avec évacuation par les montants, par les panneaux, ou une combinaison des deux systèmes. En règle générale, on prévoit la pose des busettes au-dessus de tous les assemblages de profilés. Ici aussi, nous référons aux directives du fournisseur du système.

Le drainage vers des éléments de façade sous-jacents est autorisé à condition que :

- l'étanchéité à l'eau puisse être démontrée à l'aide de résultats d'essais ;
- des ouvertures soient réalisées dans les traverses qui présentent une capacité de drainage suffisante ;
- le drainage de l'eau ne se fasse pas sur ou au dos des panneaux de remplissage.

## 7.7 Joints

Les joints préformés pour les vitrages, à savoir les joints pour assurer l'étanchéité à l'eau et au vent ainsi que les joints acoustiques, sont généralement exécutés en EPDM. Les assemblages d'angle de ces joints peuvent être exécutés de la manière suivante :

- collage à onglet avec une colle compatible appropriée ;
- utilisation d'angles préformés qu'on colle sur les joints ;
- cadres d'étanchéité vulcanisés ;
- joints d'étanchéité périphériques dont le début et la fin sont assemblés par collage.

Lors de la réalisation des joints, il est important qu'ils soient posés jointivement, à plat, et qu'il y ait toujours une longueur supplémentaire afin de permettre le libre retrait du matériau. Il est indiqué de prévoir 1 % de longueur supplémentaire.

## 7.8 Collage

Pour le collage des assemblages d'angle et en T, il importe de toujours suivre les instructions données par le fournisseur du système.

## 7.9 Traversées de façade

L'intégration de différentes installations dans les éléments de façade n'est pas inhabituelle dans le secteur. Il se peut donc que le constructeur soit confronté à des conduites d'eau, d'électricité, informatiques, etc.

Il est important de bien s'accorder au sujet des travaux et des responsabilités.

Les points importants à ce sujet sont :

- les caractéristiques de résistance au feu, de perméabilité à l'air, d'isolation acoustique et thermique des traversées ;
- l'accessibilité pour l'entretien, la réparation et/ou le remplacement ;
- la résistance à l'humidité, par exemple le risque de corrosion ou de court-circuit ;
- le raccordement des conduites entre elles et/ou aux installations du bâtiment ;
- le raccordement au système de gestion du bâtiment ;
- la présence d'une tension électrique sur les éléments de façade (demande ou livraison de courant) ;
- la mise à la terre des éléments de menuiserie ;
- les mouvements possibles du bâtiment ;
- les prescriptions du fournisseur du système à respecter.

## 7.10 Contrôle final

Avant l'envoi de la production sur site, le constructeur FAC effectuera un contrôle visuel final des produits finis présents. Il vérifiera si tous les éléments sont assemblés correctement et, dans le cas de fenêtres vitrées, il vérifiera le bon fonctionnement de la quincaillerie.

On évitera de cette façon que des éléments endommagés ou non conformes se retrouvent dans la chaîne de production et soient envoyés au site.

## 8

# TRAITEMENT DE SURFACE DE L'ALUMINIUM

## 8.1 Introduction

Le traitement de surface des façades en aluminium détermine en grande partie l'apparence du résultat final. Les traitements de surface sont appliqués pour des raisons esthétiques et de protection, compte tenu de la charge climatique, de l'environnement éventuellement agressif et de l'application.

Afin de conserver au mieux l'aspect d'origine et la qualité de la couche de protection, les salissures adhérentes doivent être éliminées. Le nettoyage régulier est une condition importante pour prolonger la durée de vie et préserver l'aspect (voir chapitre 15 - Nettoyage et entretien).

L'application d'un traitement de surface sur les éléments de façade en aluminium peut se faire par laquage (à base de poudre ou peinture liquide) ou par anodisation.

Les profilés et les tôles en aluminium doivent être stockés et usinés dans une pièce sèche et sans condensation. Si l'aluminium brut est manipulé sans gants, plus tard corrosion et/ou détachement du vernis pourront se produire localement. Si l'aluminium est destiné à recevoir un traitement ultérieur, l'aluminium brut doit être manipulé, stocké et traité avec des gants appropriés dans une pièce sèche, afin d'éviter les dépôts d'humidité ou la formation de corrosion sur l'aluminium.

Le laquage à base de poudre est préférable à celui à base de peinture liquide. En principe, ce dernier n'est utilisé que sur les pièces où il est techniquement impossible d'appliquer de la peinture ou pour des applications spéciales telles que les portes sectionnelles. Il peut y avoir une différence d'apparence entre les pièces laquées selon le procédé liquide ou en poudre lorsqu'elles sont assemblées l'une à côté de l'autre.

### 8.1.1 Profilés

Le traitement de protection est appliqué sur les profilés en aluminium sur toute leur longueur. Les opérations mécaniques de sciage, perçage, fraisage et poinçonnage ont lieu après l'application de la couche de protection.

Dans tous les cas, l'aluminium utilisé doit être composé du bon alliage (voir chapitre 6 - Alliages et coupe thermique) et avoir les propriétés mécaniques prescrites. Le prétraitement doit être effectué conformément aux directives prescrites (Qualicoat et Qualanod). Les opérations mécaniques effectuées sur les profilés comme le sciage peuvent endommager la protection de surface. Il est donc conseillé de toujours assurer la protection des extrémités en les scellant, de façon que le traitement de surface forme une couche fermée et que la résistance à la corrosion soit accrue.

Après le traitement préalable, la surface des profilés sera exempte de résidus de graphite et de peau de corrosion.

Pour obtenir une bonne couverture des arêtes au cours du processus de revêtement, les angles des profilés extrudés situés vers l'extérieur des façades seront arrondis selon un rayon de courbure d'au moins 0,5 mm.

Les défauts d'extrusion ou autres défauts sur le substrat d'aluminium seront éliminés par vérification effectuée à la sortie de l'entreprise d'extrusion ou du gammiste et par contrôle à l'entrée de l'entreprise de revêtement. Les irrégularités doivent être signalées et évaluées avec le client immédiatement avant de commencer les travaux de laquage. La question de savoir s'il faut ou non tolérer certains défauts, éventuellement moyennant une procédure appropriée, est difficile. Avec le laqueur, discutez toujours à l'avance des risques éventuels et des traitements supplémentaires.

Selon le type d'isolant utilisé (PVC ou PA), le profilé isolé est assemblé avant ou après le traitement de surface. Cela s'applique également aux profilés bicolores.

Il est possible de repeindre les profilés laqués. Toutefois, cela doit se faire en étroite collaboration avec un atelier de peinture spécialisé. Cette opération n'est pas conseillée pour les profilés anodisés.

### 8.1.2 Tôlerie

Pour la tôlerie, il est fortement recommandé d'effectuer la découpe, la mise en place et le pliage avant d'appliquer le laquage. Pour les ouvrages destinés à l'extérieur, les bords de découpage de la tôle à laquer ne doivent pas comporter d'arêtes vives et/ou d'ébarbures avant de commencer l'application du traitement de surface.

Afin d'obtenir sur toutes les surfaces une bonne couverture du revêtement, les angles des tôles à l'extérieur des façades doivent être arrondis selon un rayon d'au moins 0,5 mm. Il est également conseillé de protéger la tête des pièces en tôle en les scellant, de sorte que le traitement de surface forme une couche fermée et que la résistance à la corrosion soit accrue.

## 8.2 Impact climatique et environnements agressifs

Le système de laquage doit être adapté en fonction des conditions locales dans lesquelles le produit sera installé. Il est important de fournir au laqueur un maximum d'informations sur les conditions climatiques, l'intensité d'utilisation et la situation du projet. Par exemple, les projets situés dans les zones côtières, dans les zones industrielles fort chargées et les projets qui présentent une exposition défavorable au soleil nécessiteront une attention particulière lors du processus de laquage.

Dans ce contexte, il est référé à la norme STS 52.2 (aluminium) et aux types de climats qui y sont décrits.

Zone	Types de climat	Niveaux d'agressivité
C2	Rural	léger
C3	Industriel ou urbain	modéré
C4	Industriel/urbain et maritime (*)	moyen
C5M	Maritime (env. à 10 km de la côte)	sévère

Tableau 8.1 : Niveaux d'agressivité du climat.

(\*) Limité à la présence d'industries lourdes et à proximité de l'Escaut occidental, embouchure de l'Escaut.

Il est donc recommandé de tenir compte, non seulement de la région dans laquelle un projet est situé, mais aussi des facteurs d'agressivité locaux. Dans ce cas, il est conseillé de tenir compte de la zone C4, sauf dans la zone C5M, où les exigences de cette zone s'appliquent.

En résumé, on obtient les situations suivantes pour un environnement "agressif" :

#### Facteurs d'environnement :

- situation côtière (env. jusqu'à 10 km du bord de mer, en raison des dépôts de sel) ;
- zone urbaine (émission de gaz de combustion) ;
- environnement industriel (émission de substances chimiques, gaz de combustion, dépôts de chlorures) ;
- circulation, plus particulièrement la circulation ferroviaire et aérienne (liaisons de soufre et d'azote, particules de poussière des doublures de freins, particules de fer et de cuivre de la circulation ferroviaire, rouille volante) ;
- pollution localement accrue (présence d'un chantier de construction, ...) ;
- proximité d'un élevage industriel intensif (principalement des porcheries) ;
- situation directement au sol (saletés projetées par la circulation) ;
- situation au-dessus de l'eau (condensation, piscines, installations d'épuration) ;
- zones couvertes ou zones où la menuiserie est moins ou pas du tout nettoyée car les reliefs de façades empêchent l'arrosage par la pluie (angles cachés et autres) ;
- climats intérieurs comme les piscines, halles de compostage, lieux de stockage de produits corrosifs, ...

#### Facteurs d'utilisation :

- difficilement accessible pour un nettoyage efficace ;
- usage intensif avec de nombreuses manipulations (par ex. portes) et/ou une sollicitation mécanique qui provoquent une dégradation superficielle locale.

#### Facteurs d'orientation :

- mauvaise exposition par rapport au soleil qui provoque le farinage précoce des couleurs foncées ;
- peu d'arrosage par la pluie.

L'ampleur dans laquelle un traitement de surface, combiné ou non avec l'aluminium sous-jacent, peut être affecté par des facteurs émanant d'un environnement agressif dépend :

1. de la nature du matériau (le type d'aluminium) ;
2. le type du traitement de surface ;
3. l'application :
  - le traitement préalable ;
  - la dureté et le traitement de la surface ;
  - le degré de brillance ;
  - la couleur ;
  - l'épaisseur de la couche ;
4. la gravité et la durée des facteurs d'affectation :
  - la distance jusqu'à la source de pollution ;
  - l'intensité ou la concentration.

Le 4<sup>e</sup> point ne relève pas de la responsabilité du constructeur, mais de celle du maître d'ouvrage, du gestionnaire ou de l'utilisateur qui est également responsable de l'exécution effective du nettoyage, de l'entretien, de l'inspection et de la réparation.  
Voir chapitre 15 – Nettoyage et entretien.

### 8.3 Evaluation

Il est recommandé de déterminer le modèle de référence, la couleur et la catégorie de brillance (mate, satinée, brillante) avant l'application. Malgré l'utilisation de références identiques, de faibles différences de couleur sont possibles. Les valeurs de couleur et de brillance ainsi que les moyens (instruments de mesure, méthodes d'essai,...) doivent être déterminés à l'avance de commun accord. Dans certains cas, des échantillons approximatifs sont utilisés à cette fin.

Cet aspect est particulièrement important pour la finition des projets, les éventuelles commandes ultérieures et la combinaison de profilés et de plaques ou d'autres matériaux.

#### Définition des surfaces

Une distinction est faite entre les différents types de surfaces qui requièrent une qualité de finition différente : les surfaces vues, les surfaces visibles et les surfaces cachées.

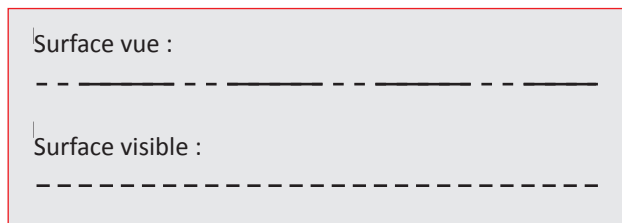


Figure 8.2 : Indication des surfaces vues et visibles sur les dessins.

**Les surfaces vues** sont les faces que l'on voit à l'intérieur et à l'extérieur des éléments de façade vitrés, avec les parties ouvrantes en position fermée.

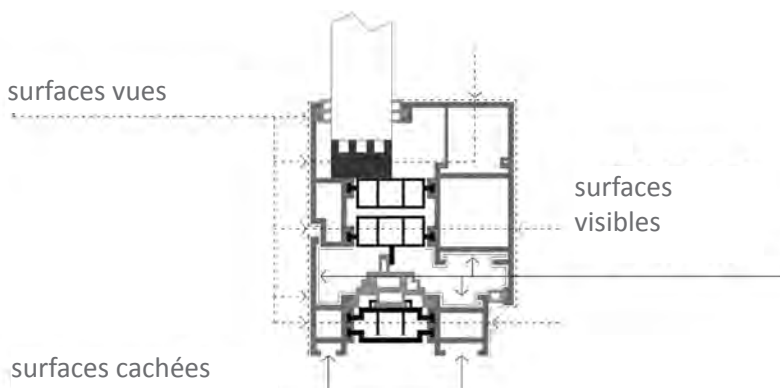


Figure 8.3: Désignation des surfaces vues, visibles et cachées d'un profilé.

**Les surfaces visibles** sont uniquement visibles lorsque la partie ouvrante est ouverte, par exemple un cadre avec un vantail ouvrant.

**Les surfaces cachées** sont toutes les autres surfaces qui ne sont pas mentionnées ci-dessus, par exemple cachées par des parcloles, isolateurs, éléments ou profilés et faces invisibles après la pose de la menuiserie.

### 8.4 Laquage

#### 8.4.1 Généralités

	Laquage liquide	Laquage à la poudre
Application	Peinture Pistolet	Electrostatique Projection à la poudre
Sécher/durcir	A l'air ou au four	Au four
Type (le plus fréquent)	Acrylique Polyuréthane PVDF	Polyester PVDF

Tableau 8.4 : Procédés et systèmes de laquage.

On distingue 2 techniques de laquage :

- A base de peinture liquide : cette couche de peinture durcit par exposition à la température ambiante ou par séchage forcé (jusqu'à 120°C).
- A base de poudre : une couche de poudre est appliquée sur l'aluminium par pistolet électrostatique d'un mélange de poudre et d'air. Contrairement aux systèmes liquides, le laquage à base de poudre n'utilise ni solvants ni diluants. Le résultat est obtenu par polymérisation des profilés revêtus de poudre dans un four à une température de 160-200°C, conformément aux prescriptions du fabricant. En raison des hautes températures du thermolaquage, il faut savoir qu'une déformation peut se produire lorsque l'épaisseur des parois est trop mince ou que les produits sont de composition asymétrique.

En prévoyant un nombre suffisant de points de serrage, la déformation peut être minimisée.

Dans le contexte de la menuiserie en aluminium, on désigne généralement le laquage à la poudre lorsqu'on parle de revêtement (coating).

#### 8.4.2 Choix du système de laquage

Le choix du système de laquage (type du traitement préalable + laquage à base de poudre) sera effectué par le maître d'ouvrage en concertation avec l'architecte, le constructeur et l'entreprise de laquage, compte tenu de l'intensité de l'utilisation et des facteurs qui influencent la souillure selon la description au par. 8.2 – Impact climatique et environnements agressifs.

Le traitement préalable autant que le poudrage électrostatique devront répondre aux exigences Qualicoat. L'entreprise qui effectue le laquage sera en possession d'un label Qualicoat valable. Pour plus d'informations à ce sujet, contactez l'entreprise de laquage ou les associations concernées (VOM, Qualubel).

#### 8.4.3 Traitement préparatoire

Le prétraitement chimique a pour objectif de débarrasser la surface de toutes impuretés, graisses, oxydes et catalyseurs d'oxydation en vue d'améliorer l'adhérence de la laque et d'augmenter la longévité (résistance à la corrosion, en fonction des charges climatiques - voir par. 8.2) :

- **Prétraitement standard : 1 g/m<sup>2</sup> d'aluminium décapé selon Qualicoat** ; application de base généralement utilisée pour les usages extérieurs dont les facteurs d'environnement sont modérés.
- **Prétraitement renforcé : 2 g/m<sup>2</sup> d'aluminium décapé selon Qualicoat (= Seaside ou Qualité Marine)** ; généralement utilisé pour les usages extérieurs dont les facteurs d'environnement sont chargés : plus grande est la charge, plus le dérochage doit être important. Seaside existe en deux variantes :
  - Seaside A (A = Acid) : le dérochage simple avec un taux d'attaque d'au moins 2 g/m<sup>2</sup> dans un milieu acide, en une ou plusieurs phases ;
  - Seaside AA (Alcaline – Acid) : le dérochage avec un taux d'attaque d'au moins 2 g/m<sup>2</sup>, en deux phases, séparées par un rinçage, le premier taux d'attaque étant alcalin et le second acide (appliqué surtout en France et en Europe méridionale).
- **Prétraitement très durable : Pré-anodisation selon Qualicoat** ; généralement utilisé pour les applications extérieures aux facteurs d'environnement chargés (zone côtière, industrie lourde). Le procédé de l'anodisation est appliqué pour constituer une couche d'oxydation protectrice avant l'application du revêtement.

#### 8.4.4 Laquage à base de poudre

On entend, par système monocouche, l'application d'une seule couche de poudre sur la pièce (moyenne de 60 à 80 µm d'épaisseur). Cette couche est suffisamment fermée et répond à toutes les normes de qualité imposées.

Pour la détermination de l'épaisseur, on tiendra compte des prescriptions Qualicoat (nombre de mesures, valeurs minimales, maximales et moyennes).

##### *Classe de poudres*

Classement des poudres utilisées :

**Classe de poudre 1** (selon les labels de qualité en vigueur) convient généralement dans notre pays pour une application architecturale.

**Classe de poudre 2** est recommandée pour les coloris foncés populaires. Par rapport au thermolaquage de la classe 1, le thermolaquage de la classe 2 aura une meilleure résistance à l'extérieur et une meilleure tenue dans le temps en termes de couleur et brillance.

**Classe de poudre 3** est fonction du projet avec un choix limité de couleurs et uniquement sur demande. La différence au niveau des classes de poudre est largement testée avant de les commercialiser. L'essai Floride et l'essai du vieillissement accéléré sont déterminants. La différence de classe est liée à une différence de prix. Dans chaque classe, on peut encore faire le choix entre une finition :

- lisse, de mate à brillante ;
- métallique ;
- structurée, du grain fin au gros grain ;
- structurée métallique.

#### 8.4.5 Spécifications Qualicoat

Voici les spécifications Qualicoat valables au moment de la publication de ce manuel de qualité.

##### *Laquage à base de poudre*

On distingue différentes classes de poudre pour répondre aux exigences spécifiques. La classe spécifique figure sur le certificat d'agrément :

- Classe 1 : 60 µm
- Classe 2 : 60 µm
- Classe 3 : 50 µm

Système à 2 couches (classes 1 et 2) : 110 µm

Poudres PVDF 2 couches : 80 µm

Il convient de tenir compte des dispositions Qualicoat au par. 8.4.4.

##### *Laquage à base de peinture liquide*

A déterminer par le fournisseur de peinture liquide et documenter avec un fichier technique avec l'accord du comité d'exécution de Qualubel.

D'autres revêtements organiques peuvent nécessiter d'autres épaisseurs de couches ; celles-ci seront uniquement appliquées avec l'accord du comité d'exécution de Qualubel.

#### 8.4.6 Points importants pour le laquage

Le choix de la couleur est un élément déterminant de l'aspect et de l'entretien au fil du temps. La couleur est un libre choix. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que les couleurs claires auront toujours une plus grande résistance au changement de couleur et un meilleur résultat d'entretien que les couleurs (très) foncées. Les facteurs suivants sont importants :

- la situation (les bâtiments orientés au sud reçoivent davantage de rayons UV) ;
- le coefficient d'absorption de chaleur de la couleur même (il est prouvé que les couleurs foncées absorbent plus de chaleur et sont donc plus sollicitées) ;
- la température de l'air ambiant en fonction de la saison, du vent, ... ;
- la plus grande sensibilité des finitions métalliques (structurées) en ce qui concerne la stabilité des couleurs.

Il est important que le profilé soit parfaitement laqué et qu'aucune zone visible ne soit inaccessible pour la peinture.

Pour éviter les différences de couleur, il est conseillé :

- d'informer le laqueur dès le départ de l'ampleur du projet afin qu'il puisse réserver tout un bain pour éviter les différences de couleur ;
- de tenir compte du sens du laquage. Une application horizontale peut présenter une différence de couleur par rapport à une partie qui a été laquée verticalement.

#### 8.4.7 Evaluation du laquage

##### Pas de défauts gênants :

Lorsque le revêtement des surfaces est examiné sous un angle de 60° par rapport à la surface pendant le contrôle de réception avant montage, il ne pourra présenter aucun défaut gênant perceptible à une distance de 3 mètres, tel que dégradations, surface rugueuse, cratères, inclusions et trous.

##### Couleur et brillance:

En ce qui concerne la couleur et la brillance, le revêtement, considéré sous un angle de 60°, sera uniforme et couvrant. La distance d'appréciation pour les applications extérieures est de 5 mètres et 3 mètres pour les applications intérieures.

**Les surfaces vues** seront désignées sur dessin par le constructeur à l'intention du laqueur. Lors de l'évaluation du lot, aucune différence gênante ne pourra être perçue au niveau de la couleur et de la brillance entre les différents éléments.

Sur les surfaces visibles, le laquage sera appliqué de manière que le matériau de base ne soit plus visible. Les défauts sont admis pour autant qu'ils ne provoquent pas de problèmes de fonctionnement. Lorsque la qualité décrite est également d'application pour les surfaces visibles, cela sera mentionné explicitement dans la commande. A défaut, les surfaces vues et visibles indiquées sur les dessins seront d'application.

Il n'y a pas d'exigences pour les surfaces cachées comme sous les parclozes, isolateurs, etc. Si ces surfaces doivent également être laquées, il faudra le mentionner explicitement dans la commande, préalablement à l'application. A défaut, les surfaces vues et visibles indiquées sur les dessins seront d'application, les surfaces vues étant représentées par une ligne de traits interrompus et les surfaces visibles par une ligne en pointillé (fig. 8.2 et 8.3). L'adhérence d'un éventuel traitement de surface sur les isolateurs (synthétiques), traités ou non simultanément, ne peut pas être soumise à des exigences.

En ce qui concerne la pose de pinces au cours du procédé de laquage, les parties doivent convenir d'un accord.

Le procédé de projection électrostatique ne permet pas toujours d'appliquer la peinture de manière couvrante sur les parties renfoncées. Il convient d'en tenir compte au moment de la conception du profilé.

L'évaluation des écarts esthétiques admissibles reste en grande partie subjective. Il est par conséquent judicieux de se mettre d'accord préalablement sur les normes et de fixer des échantillons de référence ou des échantillons limites afin de faciliter le contrôle pour toutes les parties. En cas de différences de couleur, la valeur  $\Delta E$  sera utilisée conformément aux exigences Qualicoat en vigueur.

Les systèmes de laquage à base de poudre sont généralement moins lisses et moins étanches que les systèmes de laquage à base de peinture liquide. En raison des différences de teinte lors de l'application d'un revêtement métallique, il est souhaitable que le constructeur consulte le maître d'ouvrage avant d'appliquer le traitement. Le constructeur ne peut donner aucune garantie en ce qui concerne les différences de teinte, l'apparition de nuages et les différences de couleur des revêtements métalliques.

##### *Façonnages mécaniques*

Le revêtement ne doit pas s'écailler au cours des traitements mécaniques.

##### *Épaisseur des couches*

L'épaisseur des couches de laque doit au moins répondre aux exigences Qualicoat.

Le laquage à base de poudre est généralement appliqué en une seule couche. Si le prétraitement est effectué par pré-anodisation, même dans un environnement agressif, il suffit que la laque réponde aux exigences d'épaisseur de couche pour une sollicitation normale. Cette disposition est également d'application pour les grilles de ventilation et les accessoires thermolaqués. Si le client le demande explicitement, une épaisseur de couche pour un environnement agressif peut aussi être appliquée. Le revêtement ne doit pas être trop épais afin de ne pas entraver le fonctionnement (par exemple si les parcloles ne peuvent plus être posées).

Lors du mesurage de l'épaisseur des couches, aucune ne peut être inférieure à 80% de l'épaisseur prescrite, compte tenu de la taille de l'échantillon conformément aux indications dans le tableau 8.6.

## 8.5 Anodisation

### 8.5.1 Généralités

L'anodisation est un processus électrochimique au cours duquel une couche d'oxyde d'aluminium ( $Al_2O_3$ ) se forme à la surface des profils. L'aluminium sera de qualité d'anodisation (alliage) pour empêcher que des défauts surviennent en cours de processus d'anodisation tels que des différences de couleur et des taches gênantes. La couche d'anodisation protège l'aluminium.

### 8.5.2 Matériau

La couleur est en partie déterminée par l'alliage du matériau (qui peut provoquer des différences de couleur) et l'application ou non d'un traitement préparatoire (voir tableau 8.5). Les profilés doivent être fabriqués en alliage EN AW 6060 ou EN AW 6063. Les tôles seront de préférence en alliage EN AW 5005 AQ. Le suffixe AQ (Anodizing Quality) est indispensable pour que le traitement d'anodisation se déroule sans problème. Les tôles seront commandées auprès d'un seul fournisseur et d'une seule marque afin d'éviter les différences de couleur. D'autres alliages doivent toujours être soumis à l'anodiseur.

### 8.5.3 Prétraitement

Le prétraitement souhaité est convenu entre le constructeur et le maître d'ouvrage, à défaut E6 sera livré selon le tableau 8.5. Si le maître d'ouvrage souhaite un prétraitement mécanique, il est recommandé de déterminer l'état de la surface à l'aide d'échantillons.

### 8.5.4 Couche d'anodisation

#### *Épaisseur de la couche d'anodisation*

L'épaisseur de la couche d'anodisation pour les éléments de menuiserie exposés à l'ambiance extérieure répondra à la classe 20 de Qualanod ou supérieure. Les prescriptions pour le mesurage de l'épaisseur seront conformes aux prescriptions de Qualanod. Cela signifie que l'épaisseur moyenne de la couche sera d'au moins 20 micromètres. Dans certains cas particuliers (par exemple un environnement agressif), le maître d'ouvrage peut prescrire l'application d'une épaisseur moyenne de 25 micromètres.

Voir par. 8.2 Impact climatique et environnements agressifs.

Pour les parties d'un profilé isolé qui ne sont pas exposées à l'ambiance extérieure et pour la menuiserie d'intérieur, la couche aura une épaisseur moyenne d'au moins 15 micromètres.

Aucune mesure ne sera inférieure à 80 % de l'épaisseur prescrite pour les différentes classes, compte tenu des dimensions de l'échantillon (voir tableau 8.6).

### 8.5.5 Couleurs

L'anodisation teintée est possible, mais elle sera convenue avec l'anodiseur et recevra l'accord du maître d'ouvrage. Les couleurs appliquées sont les nuances de bronze (clair, moyen, foncé, noir) obtenues à l'aide de sels d'étain ou de cobalt et le rouge bordeaux, obtenu avec des sels de cuivre. Les nuances dorées, obtenues avec du sulfate de fer, sont également appréciées. On voit moins souvent les nuances de rouge au sulfate de cuivre, les teintes brunes au sélénium et les teintes grises au sulfate de nickel. Il est également possible d'obtenir des couleurs grises,

Traitement préparatoire	Désignation
Pas de traitement - dégraissage et désoxydation	E0
Uniquement meuler	E1
Uniquement brosser	E2
Uniquement polir	E3
Meuler et brosser	E4
Meuler et polir	E5
Dérochage chimique (décapage à l'acide ou à l'hydroxyde de sodium)	E6
Traitement chimique ou électrochimique	E7
Polissage chimique ou électrochimique et brillantage	E8

Tableau 8.5 : Désignation du traitement préparatoire selon la norme DIN 17611.

bleues et vertes avec des techniques d'interférence. S'il est également possible de colorer l'aluminium avec des pigments, la tenue des couleurs est limitée dans le temps.

Il est vivement recommandé que le maître d'ouvrage, le constructeur et le laqueur se concertent au sujet du choix des différentes méthodes de coloration. Il est également recommandé de faire exécuter des échantillons de référence ou des échantillons de limite des profilés autant que des tôles à appliquer. Si des échantillons de référence sont utilisés pour déterminer une couleur, le prétraitement sera le même que pour le produit à fournir.

De petites différences de couleur peuvent se produire pendant l'anodisation en raison des différences d'alliage (matériaux) et des différences dans le processus de production. La directive Qualanod est utilisée à cet effet. Des variations de couleur peuvent également se produire en raison du sens d'extrusion des profilés. Des différences de couleur dans l'apparence peuvent se produire au droit de la rencontre des profilés. Dans le cas d'un revêtement (en cassettes), le sens du laminage de la tôle doit également être pris en compte. La couleur des soudures anodisées, des tôles courbes et des profilés courbes peut différer du matériau adjacent. Des différences de couleur peuvent apparaître entre les tôles et les profilés, et entre les profilés mêmes.

### 8.5.6 Evaluation de l'anodisation

#### *Contrôle du système*

Le processus d'anodisation se déroule conformément aux prescriptions de Qualanod International. L'entreprise d'anodisation doit être en possession d'un certificat Qualanod valable et doit répondre aux prescriptions Qualanod actuelles. Les contrôles du système sont effectués par essais en laboratoire afin de vérifier si les conditions sont remplies.

#### *Contrôle visuel*

Le contrôle de l'aspect sera effectué à la lumière naturelle perpendiculairement à la surface à une distance de 3 mètres pour les applications extérieures lorsque l'observateur peut approcher à moins de 5 mètres et 5 mètres pour les autres applications extérieures. Selon ce qui est convenu, le contrôle de la couleur peut se faire avec des échantillons de couleur ou de référence.

Les **surfaces vues** (voir fig. 8.3) seront exemptes de défauts gênants (rugosité, inclusions, cratères, boursouffures, brûlures, taches mates, etc.).

Pour les **surfaces visibles**, les défauts sont autorisés à condition de ne pas provoquer de problèmes fonctionnels.

Pour les **surfaces cachées**, il n'y a pas d'exigences particulières.

En ce qui concerne la pose des pinces de contact pour le procédé d'anodisation, les parties doivent se mettre d'accord.

## 8.6 Laquage en continu

Par aluminium laqué en continu (Coilcoating), on entend : l'aluminium revêtu à plat, au cours d'un processus continu, d'une ou plusieurs couches de matière synthétique, de peinture ou d'un film. Ce traitement est entre autres appliqué pour les panneaux sandwich et les revêtements de façade.

## 8.7 Contrôle de la qualité

Le contrôle d'un lot est effectué sur un échantillon en supposant une répartition normale des caractéristiques sur l'ensemble du lot. On entend, par grandeur du lot, la quantité totale de produits de même nature ou composition qui sont soumis au contrôle.

La procédure de contrôle est basée sur la norme ISO 2859 dans laquelle la grandeur de l'échantillon dépend de la grandeur du lot. Dans le lot à contrôler, on prélèvera au hasard le nombre d'éléments nécessaires pour l'échantillonnage. La grandeur de l'échantillonnage dépend de la grandeur du lot selon le tableau 8.6.

Le lot répondra aux exigences si le nombre de produits de l'échantillonnage qui ne répond pas aux exigences est inférieur ou égal au nombre admis selon le tableau de la page suivante.

Le constructeur FAC vérifiera à la livraison si la couleur correcte a été livrée. La mesure de l'épaisseur de la couche d'anodisation ou de laquage à base de poudre n'est pas obligatoire mais elle permet, en cas d'écart et à un stade précoce, de clarifier la situation sans grands efforts ou frais. Une inspection visuelle de l'aspect du traitement de surface doit en tout cas se faire. Le constructeur FAC contrôlera également si le traitement de surface a été effectué selon les prescriptions de Qualicoat/Qualanod (ou d'autres tests) et si ces certificats sont disponibles.

Grandeur du lot N		Nombre admis d'échantillons N	# produits qui ne répondent pas aux exigences
de	à		
-	90	5	0
91	150	8	0
151	280	13	1
281	500	20	2
501	1.200	32	3
1.201	3.200	50	5
3.201	10.000	80	7
10.001	35.000	125	10
35.001	-	200	14

Tableau 8.6 : Grandeur de l'échantillonnage par rapport à la grandeur du lot.

## 8.8 Garantie

### 8.8.1 Obligations

Pour bénéficier d'une garantie assurée, les constructeurs, entrepreneurs ou fournisseurs de systèmes sont tenus de suivre les directives décrites dans les Exigences de qualité et Conseils de la FAC. En particulier, les prescriptions de nettoyage sont d'application selon le chapitre 15 – Nettoyage et entretien.

Ce sujet est également détaillé dans la Directive n°5 de la FAC – Entretien et garanties.

### 8.8.2 Principales exclusions

- Dégâts occasionnés délibérément, intentionnellement ou à cause d'une erreur grave.
- Dégâts suite à un incendie (température supérieure à 80°C), une guerre, des émeutes ou des catastrophes naturelles, etc.
- Absence de déclaration immédiate de ces dégâts.
- Dégâts suite au non-respect des règles de bonne pratique.
- Dégâts dus à un ou plusieurs couples galvaniques causés par application et/ou alliages non compatibles avec le substrat.
- Dégâts au matériau déformé ou courbé après l'application de la peinture.
- Dégâts aux chants ou parties de chants qui n'ont pas été revêtus, ainsi qu'aux parties d'objets, profilés ou matériaux dont le rayon de courbure ou de l'arrondi est inférieur à 0,5 mm. Les chants ou parties de chants ne concernent pas les traits de scie, les trous forés, percés et fraisés, exécutés selon les règles de bonne pratique.

### 8. Différents dégâts au revêtement survenus suite à :

- l'action de produits de construction comme la chaux, le ciment, les mastics, les solvants, etc. ;
  - un contact avec des liquides ou matériaux auxquels le revêtement n'est pas résistant ;
  - un usage impropre, une usure anormale ou un vieillissement normal ;
  - une déformation et/ou évolution de la surface de support ;
  - des causes d'origine mécanique ;
  - des chocs thermiques importants et lourds ou coups ;
  - un frottement d'objets contondants ;
  - des dégâts qui n'influencent pas l'aspect esthétique normal de l'ouvrage ;
  - une mauvaise gestion de l'eau du concept ;
  - une protection insuffisante pendant la période de construction (voir chapitre 11) ;
  - un environnement agressif, sauf moyennant l'application d'une pré-anodisation comme traitement préalable au laquage à base de poudre ou d'une application conforme à la classe 25 d'anodisation ;
  - des manipulations lors du transport, du chargement, déchargement, de la pose et de l'installation ;
  - la négligence des prescriptions d'entretien.
- Dégâts indirects ou immatériels ainsi que le retard d'exécution des réparations.
  - Dégâts sur moins de 1 % de la surface vue par élément de façade et/ou non visibles à trois mètres.

## 9

## VERRE ET AUTRES REMPLISSAGES

## 9.1 Introduction

Cette section traite des remplissages des menuiseries en aluminium avec du verre ou d'autres matériaux.

En ce qui concerne les exigences à imposer à la structure, le constructeur ne peut accepter la responsabilité que si les vitrages et autres remplissages ont été livrés et installés sous sa responsabilité.

Le verre et les panneaux posés dans les éléments de façade doivent être conformes aux exigences de la norme NBN S 23-002/A1/AC : 2010. Dans l'ensemble, il est imposé qu'aucun des matériaux utilisés pour le remplissage ne peut exercer d'influence sur les autres qui réduise leur aptitude à remplir la fonction commune.

On apportera une attention particulière aux applications spéciales, comme les verrières, les vitrages pour piscines, les vitrages dans les écoles (par exemple, les cours de récréation) et les lieux publics, les charges sur le verre causées par les systèmes de lavage des vitres, l'accessibilité des verrières, etc.

En outre, certains vitrages qui sont placés sous un certain angle peuvent provoquer des réflexions perçues comme gênantes dans certaines situations.

Dans le cas des vitrages à contrôle solaire et des influences thermiques qu'ils subissent (par ex. dues à l'ombrage partiel), le risque de rupture thermique peut être réduit en utilisant, entre autres, du verre trempé thermiquement. Des mesures visant à limiter les ombres portées sur la surface du verre, la création d'une distance entre le chauffage et le verre (minimum 20 cm ou plus) et la limitation des surfaces d'absorption de chaleur derrière le verre (rideaux à minimum 15 cm ou plus) contribuent également à réduire le risque de rupture thermique.

On contactera de préférence le fournisseur du verre en vue d'effectuer une étude thermique.

Si les fenêtres et/ou les portes sont soumises à une exigence de résistance à l'effraction, un vitrage anti-effraction sera utilisé. Voir le paragraphe 5.2 - Résistance à l'effraction.

**Pour la pose du verre, nous référons au paragraphe 12.2 du chapitre 'Mise en oeuvre de la menuiserie sur chantier'.**

## 9.2 Verre

## 9.2.1 Types de verre

*Verre 'float'*

Le verre plat est fabriqué selon le procédé 'float'. Le verre float est un verre plat recuit, transparent, clair ou teinté dans la masse (vert, gris, bronze, bleu), et dont les deux surfaces sont planes et parallèles. L'épaisseur du verre a une influence sur la couleur et l'absorption de la chaleur.

*Verre imprimé*

Le verre imprimé est un verre recuit, plat, translucide, teinté ou non dans la masse, fabriqué par coulée continue, qui présente sur une ou deux faces des motifs obtenus en guidant, au cours du laminage, la feuille de verre entre des cylindres gravés.

*Verre trempé thermiquement*

Le verre renforcé thermiquement ou verre trempé, par opposition au verre recuit, est un verre qui a subi un traitement thermique pour obtenir une plus grande résistance à la casse et modifier la fragmentation. La figure 9.1 montre comment le verre trempé thermiquement se brise en de nombreux petits morceaux non coupants qui provoquent tout au plus de légères éraflures ou coupures. Le verre trempé est sans danger pour les ruptures de type C (voir par. 5.5.1 - Types de rupture). Ce type de verre est plus résistant aux contraintes mécaniques et thermiques que le verre recuit.

Le Marquage CE est obligatoire selon la NBN EN 12150.

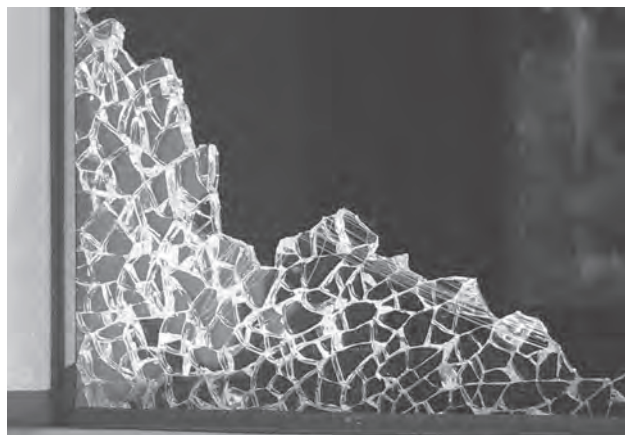


Figure 9.1 : Fragmentation du verre trempé.

Le verre trempé doit avoir subi au préalable tous les traitements mécaniques (perçage, rodage, etc.) qui ne sont plus possibles ensuite car, lorsque la zone interne soumise à la traction est touchée, la vitre éclate en petits morceaux.

Les produits verriers peuvent contenir des inclusions de sulfure de nickel. La trempe thermique du verre provoque l'augmentation des inclusions et le verre risque de se casser spontanément. Afin réduire le risque de casse spontanée, le verre peut être soumis au test heat soak. Si ce test ne peut pas exclure tous les risques de casse du verre dus aux inclusions de sulfure de nickel, il peut les réduire considérablement. Le traitement n'est effectué qu'à la demande du client ou du constructeur ou s'il est explicitement mentionné dans les spécifications selon la norme NBN EN 14179.

Le verre trempé thermiquement présente des caractéristiques fondamentalement différentes de celles des produits de base avec lesquels il est fabriqué :

- Il ne peut plus être découpé, scié, percé ou façonné après la trempe, car ces manipulations créent des tensions importantes dans le verre ; la découpe ou éventuellement le perçage de trous doivent être faits avant la trempe.
- Il présente une résistance mécanique et aux chocs nettement plus élevée.
- La résistance aux chocs thermiques est nettement plus élevée : il peut supporter une différence de température d'environ 200°C, alors que le verre recuit peut se briser à une différence d'environ 30°C. Cependant, cette valeur est très variable et dépend, entre autres, de la qualité de finition des bords du verre.
- En cas de rupture, il se brise en morceaux non coupants plus petits que ceux du verre recuit, ce qui réduit

le risque de coupures ; pour cette raison, le verre trempé est considéré comme du verre de sécurité pour certaines applications.

- Le verre trempé thermiquement est moins plat que le verre recuit.
- En raison des tensions qui se produisent à la surface du verre trempé, le verre devient anisotrope. Sous l'effet de la lumière naturelle, la réflexion varie d'un point à l'autre et la surface de la feuille de verre peut présenter des dessins de différentes couleurs en raison des phénomènes d'interférence, appelés taches de trempe ou parfois fleurs de trempe. Ces interférences résultent du traitement thermique et ne doivent pas être considérées comme un défaut.

Comme décrit ci-dessus, le verre trempé ou précontraint est moins plan que le verre float non trempé et ce phénomène devient très visible dans le verre à couches. Le processus de trempe peut provoquer 2 types de déformations à la surface du verre :

- une courbure globale jusqu'à 3 mm/m pour le verre float sans couche et 4 mm/m pour les autres types de verre ;
- une courbure locale jusqu'à 0,5 mm/300 mm.

#### Verre semi-trempé

Ce type de verre est aussi dit durci, renforcé thermiquement ou Heat-Strengthened (HS).

Ce verre a subi un traitement thermique comparable à la trempe thermique mais le niveau de tension est inférieur à celui du verre trempé car le refroidissement a été plus lent. Le verre semi-trempé est de classe A et n'est donc pas un verre de sécurité. Le marquage CE est obligatoire.

Le risque de casse spontanée est nul pour le verre chimiquement trempé et semi-trempé. Ce type de verre ne doit donc pas être soumis au test heat soak.

Le verre semi-trempé présente des caractéristiques fondamentalement différentes des produits de base avec lesquels il est fabriqué :

- Après le traitement thermique, il ne peut plus être découpé, scié, percé ou façonné ; les coupes et perçages éventuels doivent donc être effectués auparavant.
- Sa résistance à la rupture en flexion est supérieure à celle du verre recuit ; la NBN EN 1863-1 indique la contrainte de rupture minimale.
- Il présente une plus grande résistance aux chocs thermiques que le verre recuit : il peut supporter des différences de température d'environ 100°C, alors que le verre recuit se casse dès une différence de température d'environ 30°C. Cette valeur est toutefois très variable et dépend entre autres de la finition des bords du verre.

- En cas de casse du verre, les éclats (semblables à ceux du verre recuit) peuvent causer des blessures ; il est donc impropre comme verre de sécurité. Le dessin de fragmentation du verre semi-trempe se reconnaît facilement à sa forme en étoile. En raison de cette caractéristique, ce traitement est souvent utilisé pour les vitrages VEC, car le verre tient encore partiellement ensemble lorsqu'il se brise.
- Il peut présenter les mêmes phénomènes d'interférence que le verre trempé thermiquement.
- Comme le verre semi-trempe ne pose jamais de problèmes d'inclusions de sulfure de nickel, un traitement heat soak est inutile.

Pour éviter de trop grandes déformations, les dimensions par épaisseur de verre sont quelque peu limitées. Dans certains cas, une épaisseur de verre plus grosse que celle imposée par la charge du vent sera dès lors nécessaire.

#### Verre feuilleté

Le verre feuilleté est composé d'au moins deux feuilles de verre avec un ou plusieurs intercalaires. Cet intercalaire peut être constitué d'un (ou plusieurs) film(s) synthétique(s) (PVB - polyvinyl-butylal), d'une résine ou d'un gel et est destiné à assembler les feuilles de verre en vue d'augmenter les performances du produit final (réduction des blessures en cas de casse de verre, protection contre la défenestration, retardement des effractions, protection contre les armes à feu et les explosions, protection contre les incendies, isolation acoustique, décoration, etc.).

#### Verre bombé

Ce type de verre est bombé à la température de ramollissement (600°C) en lui donnant la forme du moule sur lequel il est posé. Le verre bombé peut être trempé et feuilleté. Certains vitrages à couches peuvent être bombés et le verre bombé peut aussi se présenter en double vitrage.

Le bombage d'une vitre suivant une courbe régulière est caractérisé par les paramètres suivants : développement, longueur de la corde, flèche (flexion), rayon de courbure et angle du plan médian (centre).

Pour déterminer la courbe, il suffit de mentionner deux de ces paramètres. Ils sont calculés d'office à partir de la face intérieure (concave). Il convient de tenir compte de tolérances spécifiques :

- $\pm 3$  mm en longueur et développement ;
- la moitié de l'épaisseur pour la courbe des vitres (de la vitre la plus épaisse pour le verre feuilleté)
- $\pm 3$  mm/m dans la rectitude des bords ;

- $\pm 2$  mm de déplacement possible pour le verre feuilleté ;
- tolérances de torsion (déformation) : entre 5 et 12 mm, selon la hauteur de la feuille de verre.

Il ne faut pas omettre de prendre en compte ces facteurs pour déterminer la largeur de la feuillure. Il est conseillé de considérer l'épaisseur nominale de la feuille de verre la plus épaisse + 8 mm.

#### Vitrage décoratif

Il existe une grande variété de vitrages décoratifs permettant d'obtenir différents effets esthétiques (décoratifs) ou fonctionnels (solaires).

De nombreuses techniques permettent de fabriquer du verre décoratif : sérigraphie, émaillage, sablage, matage, ...

**Le verre émaillé** est obtenu par application d'une couche d'émail sur le verre qui est vitrifiée lors de la trempe ou semi-trempe.

Pour **le verre sérigraphié**, on distingue d'une part la sérigraphie à chaud, qui s'apparente à l'émaillage et qui consiste à déposer de l'encre ou de la peinture sur le verre au moyen d'un tamis et à le vitrifier par trempe. La sérigraphie à froid, d'autre part, utilise des encres spéciales que l'on laisse sécher.

Les dessins typiques du verre sérigraphié sont des motifs de pierre, des textes et dessins de différentes couleurs.

#### Miroirs

Le processus de fabrication des miroirs est appelé argenteure, traitement destiné à la réflexion des images. La norme NBN EN 1036 donne davantage de détails à ce sujet.

### 9.2.2 Spécifications du verre

Verre float	NBN EN 572
Verre semi-trempe	NBN EN 1863
Verre trempé	NBN EN 12150
Test heat soak	NBN EN 14179
Verre feuilleté	NBN EN 12543
Verre à couches	NBN EN 1096-1
Verre isolant	NBN EN 1279

Tableau 9.2 : Normes produit pour le verre.

Un label Benor peut être attribué aux produits pour lesquels il existe une norme produit, comme le vitrage isolant. La conformité de la production à la norme produit est établie par un organisme de certification. Les produits qui portent le label Benor figurent sur le site [www.bcca.be](http://www.bcca.be).

Isolation thermique	(Ug)	W/m <sup>2</sup> K	NBN EN 673
Transmission lumineuse	(TL)	%	NBN EN 410
Facteur solaire	g	%	NBN EN 410
Isolation acoustique	Rw(C;Ctr)	dB	NBN EN ISO 717-1, NBN EN 12758
Résistance aux balles	(Classe)	-	NBN EN 1063
Résistance à l'effraction	(Classe)	-	NBN EN 356
Résistance aux chocs	(Classe)	-	NBN EN 12600

Tableau 9.3 : Classification des types de verre en fonction des exigences spécifiques physiques et/ou de sécurité du bâtiment.

### 9.2.3 Vitrage isolant thermique

Le vitrage isolant thermique est composé de deux ou plusieurs feuilles de verre assemblées en usine et séparées par un vide fermé hermétiquement qui contient de l'air ou un gaz déshydraté.

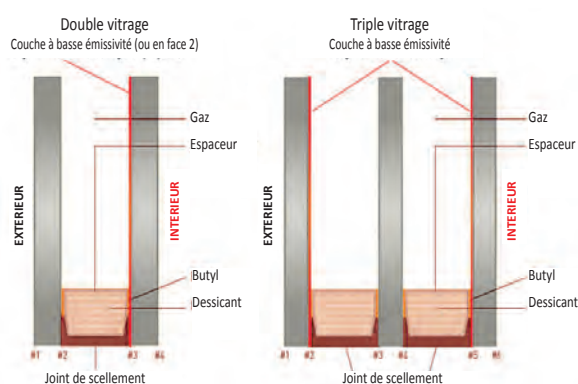


Figure 9.4 : Vitrages isolants thermiques.  
(source: vgi-fiv)

L'objectif de cet assemblage est d'utiliser le pouvoir isolant de la couche d'air ou de gaz pour réduire la valeur U du vitrage. Le pouvoir d'isolation du vitrage peut encore être amélioré de plusieurs manières (couches à faible émissivité, espaceurs thermiquement améliorés, ...). Pour en savoir plus sur le calcul de la valeur U : voir par. 4.3 - Performances thermiques.

Les faces d'un double vitrage sont conventionnellement numérotées en fonction de leur position de 1 à 4, de l'extérieur vers l'intérieur (figure 9.4). Il est constitué des éléments suivants :

- deux feuilles de verre ;
- un espaceur pour régler la largeur de l'espacement entre les deux feuilles de verre. Les espaceurs peuvent être fabriqués en différents matériaux comme l'aluminium et l'acier. Il existe aussi des espaceurs thermiquement améliorés (appelés espaceurs "Warm Edge" ou WES).

- deux barrières d'étanchéité qui doivent limiter au maximum l'infiltration d'eau et d'humidité dans le vide fermé ; le premier est en polyisobutylène et le second généralement en polyuréthane, silicone ou polysulfide ;
- un dessicant intégré dans l'espaceur, destiné à dessécher le gaz enfermé et à absorber la vapeur d'eau qui pourrait éventuellement pénétrer au fil du temps par diffusion au travers du joint des bords. Le bon fonctionnement des barrières d'étanchéité est déterminant pour la durée de vie du vitrage. Si les joints ne sont plus hermétiques, de la condensation pourrait se former dans le vide et le vitrage devrait être remplacé.

La composition du double vitrage est désignée par trois valeurs (en mm), à savoir : l'épaisseur de la feuille de verre extérieure, l'épaisseur de la lame d'air ou de gaz et l'épaisseur de la feuille de verre intérieure. Par exemple : 6/12/4 représente une feuille de verre extérieure de 6 mm, un vide de 12 mm et une feuille de verre intérieure de 4 mm.

L'isolation thermique peut être associée à une isolation acoustique ainsi qu'à une protection solaire et à d'autres fonctions de sécurité et de retardement de l'effraction.

Le SF6 (hexafluorure de soufre, gaz acoustique) qui était anciennement utilisé est interdit depuis 2006 et n'est donc plus utilisé.

#### Double vitrage traditionnel

Le double vitrage classique était le premier type de vitrage isolant, sans couche métallique et à remplissage d'air. La lame d'air empêche les pertes de chaleur par conduction.

Le double vitrage classique isole beaucoup mieux que les vitres simples mais deux à trois fois moins que le vitrage à haut rendement.

Seul le vitrage HR est en mesure de répondre à l'actuelle réglementation en matière de performance énergétique.

### Vitrage à haut rendement (vitrage HR)

Grâce à l'évolution des techniques de dépôt de couches et à l'utilisation de certains gaz nobles dans le vide, la qualité isolante des vitrages s'est encore améliorée. Le résultat est le vitrage dit à haut rendement (vitrage HR). Les doubles vitrages classiques vont encore toujours de pair avec pertes de chaleur par convection et rayonnement. L'utilisation de gaz nobles et d'une couche dans le vide réduisent ces pertes.

### Remplissage du vide (convection)

Vu que le coefficient de conductibilité thermique  $\lambda$  de l'air est égal à 0,025 W/(m.K) (à 10°C) et celui du verre est égal à 1 W/(m.K), la couche d'air améliore le pouvoir isolant et réduit le coefficient de transmission thermique du vitrage (pour le calcul de la valeur U, voir le paragraphe 4.3.1).

Une amélioration supplémentaire vient avec le remplacement de l'air par des gaz au coefficient de conductibilité thermique plus faible pour limiter la conductibilité et d'une masse volumique supérieure pour limiter la convection (plus difficile à mettre en mouvement). Dans la pratique, on utilise généralement l'Argon ( $\lambda = 0,017$  W/(m.K),  $\rho = 1,70$  kg/m<sup>3</sup>) et exceptionnellement le Krypton ( $\lambda = 0,009$  W/(m.K),  $\rho = 3,56$  kg/m<sup>3</sup>) qui présente l'inconvénient d'être plus rare et donc plus cher.

### Couche (rayonnement)

Une mince couche de métal (par exemple de l'argent) à faible émissivité (low-e) est appliquée sur le verre. Cette couche est couramment déposée sous vide et se situe du côté intérieur du double vitrage. Elle est généralement située en position 3 ; la position 2 n'a aucune influence sur l'isolation thermique (même valeur U qu'en position 3) mais a une influence réduite sur le facteur solaire (valeur g) et se limite à la réflexion.

Le but de la couche est de renvoyer vers l'intérieur les rayons thermiques, les rayons IR, qui sont absorbés par le vitrage. En effet, les objets qui se trouvent dans les locaux rayonnent des IR longs. Lorsque ce rayonnement atteint le vitrage, il absorbe la chaleur. En réduisant l'émissivité du vitrage, on favorise l'émission de cette chaleur vers l'intérieur plutôt que vers l'extérieur. Une émissivité de 0,2 signifie, par exemple, que 80% de la chaleur absorbée par le vitrage est réfléchiée dans les locaux.

Comme il s'agit de rayons infrarouges à plus grande longueur d'onde que celle du spectre solaire, il est parfaitement possible de laisser pénétrer l'énergie solaire au travers du vitrage en empêchant en même temps que la chaleur quitte le local.

Il est possible de combiner des couches à basse émissivité avec des couches qui contrôlent la réflexion du soleil (couches à contrôle solaire). Il s'agit alors de couches déposées sous vide qui combinent ces deux effets et qui sont posées en face 2.

Remarque : il est conseillé de ne pas juxtaposer le double vitrage classique et le double vitrage HR en raison d'une légère différence de couleur (due à la présence de la couche d'argent). En outre, dans un seul et même pan de façade, on posera toujours des vitrages avec une couche dans la même position pour éviter les différences d'aspect.

### Triple vitrage

Le triple vitrage se compose des mêmes éléments que le double vitrage, avec les mêmes possibilités de variantes en ce qui concerne la largeur du vide, le gaz, la couche, l'espaceur (voir ci-dessus).

Pour des raisons esthétiques et pour obtenir un comportement optimal, il est recommandé :

- d'appliquer les mêmes épaisseurs pour les feuilles de verre extérieures superisolantes (face 2 et 5) ;
- d'appliquer les mêmes largeurs pour les deux lames d'air entre les feuilles de verre ;
- d'exécuter, si nécessaire, la feuille de verre intérieure en verre extra-clair ou traité thermiquement (pour réduire les risques de rupture thermique).

### Valeurs cibles

Pour les valeurs U d'un vitrage, le tableau 9.5 donne des valeurs indicatives.

### 9.2.4 Espaceurs thermiquement améliorés

L'application d'un espaceur thermiquement amélioré dans les vitrages isolants peut contribuer à augmenter l'isolation thermique de la fenêtre et réduire par conséquent les risques de condensation aux bords du vitrage. Ce type d'espaceur réduit la perte de chaleur aux bords du vitrage et suspend donc en grande partie l'effet de pont thermique.

Il existe plusieurs types d'espaceurs thermiques, qu'il s'agisse de profils en acier inoxydable ou de combinaisons de matières synthétiques. La perte de chaleur au travers de l'espaceur dépend de la conductibilité thermique (valeur  $\lambda$ ) du matériau et de l'épaisseur de la paroi et a un impact sur la valeur psi de l'espaceur.

Cette valeur psi est indispensable pour le calcul de la valeur  $U_w$  d'une fenêtre.

	4-x-4	4-x-4 HR (1 couche $e_g = 0,03$ )	4-x-4-x-4 HR (2 couches $e_g = 0,03$ )	
Lame d'air x (mm)	air	90 % argon	90 % argon	90 % krypton
6	3,3	2,0	1,2	0,8
9	3,0	1,6	0,9	0,6
12	2,8	1,3	0,7	0,5
15	2,7	1,1	0,6	0,5
20	2,7	1,1		

Tableau 9.5 : Diagramme de la valeur U des différents types de vitrages, X représentant la largeur (en mm) de la lame d'air.

La valeur psi ( $\Psi$ ) exprimée en W/(m.K) est le coefficient linéaire de conductivité thermique et exprime la perte de chaleur de la jonction châssis-vitrage-espaceur par mètre courant pour une différence de température de 1°K entre l'ambiance intérieure et extérieure. La valeur psi n'est pas une valeur fixe mais est liée à la construction. Elle doit être calculée pour chaque type de menuiserie sur la base de modules de calcul spécifiques. La valeur psi doit être communiquée par le fabricant de la menuiserie. Si cette valeur psi n'est pas connue, on peut néanmoins calculer la valeur  $U_w$  de la fenêtre au moyen des valeurs par défaut suivantes, valables pour les fenêtres. Pour les façades rideaux, d'autres valeurs psi sont d'application.

#### Aluminium à rupture thermique

Vitrage HR avec espaceur classique = psi 0.11 W/mK

Vitrage HR avec espaceur thermique = psi 0.07 W/mK

Les valeurs psi mentionnées ici sont des valeurs par défaut et sont reprises dans la norme belge NBN EN ISO 10077-1. En pratique, les valeurs psi sont un peu plus basses, mais le calcul de celles-ci peut être difficile si on ne dispose pas de toutes les données de base du châssis et du vitrage.

Etant donné le caractère normatif, on peut reprendre ces valeurs pour la détermination de la valeur  $U_w$  de la fenêtre.

#### 9.2.5 Transmission lumineuse et facteur solaire

Le coefficient de transmission lumineuse TL est le pourcentage de lumière visible transmise. Le facteur solaire g est le rapport entre l'énergie totale transmise et l'énergie due au rayonnement solaire. Comme le vitrage isolant, le vitrage de contrôle solaire a connu une grande évolution et est devenu une technologie mature. Il est disponible dans une couleur neutre, comparable et compatible avec celle des verres HR standard. Laquelle n'est plus réfléchissante et présente une forte transparence.

Le degré de protection solaire souhaité est déterminant. Le tableau 9.6 présente les différentes valeurs.

Il existe deux types de vitrages à contrôle solaire : les vitrages qui absorbent l'énergie solaire et ceux qui la réfléchissent.

#### Vitrage solaire absorbant

Il s'agit d'un verre teinté dans la masse obtenu en ajoutant des oxydes de métal aux matières premières pendant la fabrication. En raison de leur plus grande absorption de chaleur, il faudra toujours tenir compte des tensions thermiques qui peuvent se produire dans ces vitrages. Pour les plus grandes épaisseurs de verre, un traitement thermique sera nécessaire. Le vitrage absorbant peut présenter des différences de couleur en fonction de l'épaisseur du verre ; il faudra en tenir compte tant en ce qui concerne l'aspect que la vision. Ce type de verre est de moins en moins utilisé, souvent en remplacement, où il est important de tenir compte de l'épaisseur.

#### Vitrage solaire réfléchissant

La fabrication s'opère via pyrolyse ou magnétron.

#### 1. Verre à couche pyrolytique

Une couche pyrolytique est un revêtement d'oxydes métalliques déposé sur la surface du verre float à très haute température. La résistance mécanique et chimique du verre s'en voit améliorée. Ces couches peuvent s'appliquer sur du verre clair ou sur certains verres teintés dans la masse.

Sur les vitrages teintés, l'absorption est élevée, certainement en face 2, de manière que la nécessité de tremper ou non le verre doit toujours être évaluée en fonction du calcul de la rupture thermique.

Remarque : ici aussi, la couleur peut varier en fonction de l'épaisseur du verre.

	Composition	U <sub>g</sub> [W/(m <sup>2</sup> K)]	TL [%]	g [%]
Simple vitrage clair	4 mm	5,8	90	87
Double vitrage sans couche	4/12[air]/4	2,9	81	77
Double vitrage HR émissivité 3%	4/12[argon]/4	1,3	80	62
Double vitrage HR émissivité 3%	4/15[argon]/4	1,1	80	62
Double vitrage HR émissivité 1%	4/15[argon]/4	1,0	70	50
Triple vitrage HR	4/12[argon]/4/12[argon]/4	0,7	70	50
Triple vitrage HR	4/15[argon]/4/15[argon]/4	0,6	70	50
Triple vitrage HR	4/18[argon]/4/18[argon]/4	0,5	70	50
Triple vitrage HR	4/10[krypton]/4/10[krypton]/4	0,6	70	50
Triple vitrage HR - Bâtiment passif	4/12[argon]/4/12[argon]/4	0,8	73	63
Double vitrage à contrôle solaire HR	6/15[argon]/4	1,0	70	40
Double vitrage à contrôle solaire HR	6/15[argon]/4	1,0	60	28
Double vitrage à contrôle solaire HR	6/15[argon]/4	1,0	50	28
Double vitrage à contrôle solaire HR	6/15[argon]/4	1,0	40	23
Double vitrage à contrôle solaire HR	6/15[argon]/4	1,0	30	18
Triple vitrage à contrôle solaire HR	6/15[argon]/4/15[argon]/4	0,6	48	23
Double vitrage de sécurité / acoustique HR émissivité 3%	6/15[argon]/44.2	1,1	77	56
Double vitrage de sécurité / acoustique HR émissivité 1%	6/15[argon]/44.2	1,0	70	47
Triple vitrage de sécurité HR	6/12[argon]/4/12[argon]/44.2	0,7	69	49

Tableau 9.6 : Valeurs photométriques des types de vitrages fréquents. Le facteur solaire *g* et la transmission lumineuse TL sont donnés à titre indicatif. Pour connaître les valeurs précises, veuillez consulter les listes des fabricants.

## 2. Verre à couche magnétron

Une couche magnétron est un revêtement d'oxydes métalliques transparents appliqué par pulvérisation cathodique sous vide à la surface d'un verre float. La couche est généralement appliquée en face 3.

### 9.2.6 Casse thermique

La casse par choc thermique résulte de contraintes générées par un gradient de température entre deux zones contiguës de verre recuit. Lorsque la température du verre augmente, le verre se dilate. Ce phénomène n'est pas nécessairement défavorable si l'augmentation de température se produit uniformément sur l'ensemble du vitrage. Si toutefois une partie du vitrage reste froide, la partie chauffée ne peut pas se dilater librement, générant des contraintes de traction qui dépassent la résistance à la rupture du verre. Cette différence de température peut être la conséquence :

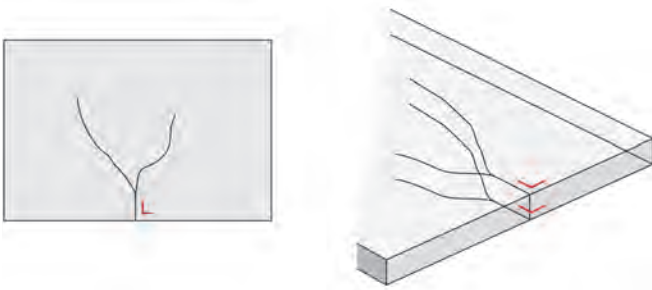


Figure 9.7 : La rupture thermique du verre se produit au bord du vitrage, perpendiculairement au bord et sur les deux surfaces.

- d'une différence de température entre la partie visible et la partie située dans la feuillure ; ce risque se présente principalement dans les vitrages absorbants ;
- du fait qu'une partie du vitrage est exposée au soleil tandis qu'une autre se trouve à l'ombre ;
- du fait qu'une partie du vitrage est recouverte ou, pour les verrières, qu'elle est supportée sur une trop grande largeur.

Les facteurs liés au verre et qui influencent la casse thermique sont :

- la nature et les dimensions du verre ;
- la finition des bords du verre : des bords abîmés ou écaillés constituent des points faibles à partir desquels la casse thermique peut se produire.

Les facteurs liés à l'environnement et qui influencent la casse thermique sont :

- l'orientation des façades ;
- la situation du vitrage (façade, verrière) ;
- l'ombrage partiel du vitrage par un élément surplombant du bâtiment, un auvent, etc. ou par des arbres ou arbustes dont l'ombre peut varier au fil des jours ;
- des éventuelles étiquettes ou autocollants apposés sur le vitrage ;
- la présence de la bouche d'un système de ventilation mécanique propageant de l'air chaud ou froid sur le vitrage ou la présence à proximité d'une source de chaleur ou de froid (chauffage, refroidissement ou éclairage) ;

- la proximité d'un radiateur, de tentures, stores ou jalousies (à poser à une distance suffisante du vitrage) et entre autres les cache-rails (l'évacuation de l'air chaud doit être prévue dans le haut) ;
- la présence d'un objet sombre derrière le vitrage ;
- la nature, la forme et la couleur des fenêtres ;
- le mode de pose du vitrage dans la feuillure ;
- l'utilisation d'un vitrage à couches pour les fenêtres coulissantes ;
- la pose des fenêtres en retrait par rapport à la façade.

S'il y a risque de casse thermique, du verre semi-trempe ou trempé est appliqué qui résiste aux différences de température respectivement d'environ 100°C et 200°C, tandis que le verre recuit présente un risque de casse thermique dès que la différence de température atteint environ 30°C.

Le verre semi-trempe est généralement appliqué lorsque seule la casse thermique doit être évitée et pour les vitrages VEC (voir ci-dessous). Le verre trempé est utilisé lorsque, en plus, une plus grande résistance mécanique est requise.

Il convient également de limiter les risques de casse thermique du vitrage avant la pose. Sur le chantier, le vitrage ne peut pas être exposé au soleil et doit être protégé des influences atmosphériques. Les liens d'emballage seront enlevés à temps.

### 9.2.7 Différents façonnages des bords du verre

#### *Découpe des produits de base aux dimensions d'utilisation*

La découpe du verre se fait le plus souvent en position horizontale sur une table prévue à cet effet. Les tables destinées à la découpe des feuilles de verre de grandes dimensions sont basculantes, afin de pouvoir y déposer la feuille en position verticale. Elles sont munies de dispositifs rétractables ou à jets d'air permettant de déplacer le verre sans risquer de le rayer. La découpe proprement dite se fait soit manuellement, soit automatiquement. Dans ce dernier cas, les opérations sont gérées par un ordinateur (e.a. pour permettre l'optimisation de l'emploi de la feuille de verre). Le verre est rayé profondément avec une molette en carbure de tungstène, puis fendu selon cette rayure en appuyant sur un des côtés de la coupe.

Pour la découpe des verres bi-feuilletés, il convient de disposer d'une table pourvue d'un système de coupe au-dessus et en dessous de la feuille de verre associé à un système permettant la découpe de l'intercalaire synthétique.

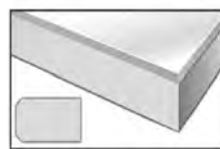
Pour la découpe des vitrages multi-feuilletés, la coupe se fait soit à l'aide d'une scie diamantée couplée à un système d'arrosage d'eau de manière à éviter l'échauffement du verre, soit par jet d'eau.

#### *Façonnage des bords*

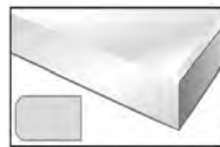
On distingue les bords bruts de coupe de bords façonnés, les premiers n'ayant subi aucun traitement autre que la découpe. Les bords façonnés peuvent être de plusieurs types différents :



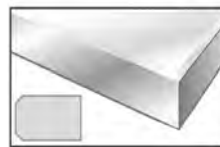
Arêtes abattues ou AA : le bord tranchant du produit a été éliminé.



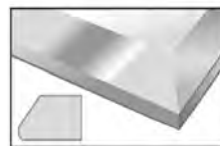
Bords rodés (bruts) (ou JPI Joint Plat Industriel) : les arêtes ont été abattues et la tranche meulée ; des parties brillantes peuvent subsister ; ils ont un aspect blanchâtre.



Bords rodés satinés (ou PS Plat Satiné) : bords rodés qui ont encore été adoucis ; il ne subsiste plus de plages brillantes sur la tranche.



Bords polis (ou PP Plat Poli) : bords rodés satinés polis de manière à obtenir un brillant intense sur les arêtes abattues et sur le bord.



Bords en biseau (ou à onglet) : bords satinés ou polis avec un chanfrein.

Figure 9.8 : Types de façonnage des bords.

Les bords sciés (principalement pour le verre feuilleté) : ces bords sont obtenus par découpe à la scie ; l'aspect est semblable à celui des bords rodés, mais sans plages brillantes ni arêtes abattues.

Les bords coupés au jet d'eau : pour le verre feuilleté, bords découpés à l'aide d'un jet d'eau sous pression. L'aspect est semblable à celui des bords rodés, mais sans plages brillantes ni arêtes abattues. Les bords sont en général rodés satinés ou polis lorsqu'ils sont encore visibles après la pose. Le rodage est réalisé à l'aide d'une machine fixe à bandes (une bande d'une certaine granulométrie est mise en mouvement et en contact avec le bord du verre ; ce système est couplé à un arrosage d'eau), d'une meule avec arrosage d'eau ou d'une biseauteuse. Ces opérations peuvent également être réalisées pour les trous et les encoches, soit manuellement, soit gérées par ordinateur.

La qualité du façonnage des bords revêt une grande importance pour la résistance du verre. Des bords présentant des écailles ou des éclats constituent des points faibles à partir desquels une casse mécanique ou thermique du verre peut survenir plus facilement que si le bord est rodé.

#### Réalisation de trous et encoches

Les trous et encoches sont réalisés soit à l'aide d'outils diamantés sous écoulement d'eau, soit par découpe par jet d'eau sous pression. La plupart des formes de découpe sont possibles pour le verre recuit. Cependant, la résistance du verre recuit n'étant en général pas suffisante pour supporter ces coupes, les verres découpés cassent fréquemment. Pour éviter ce phénomène, on utilisera du verre durci ou trempé. Dans ce cas, le façonnage doit être réalisé avant traitement thermique, car celui-ci modifie la répartition des contraintes dans le verre, ce qui ne permet plus de réaliser des coupes. En plus, on respectera les limitations prévues quant au diamètre et à la position des trous de manière à minimiser les risques de casse.

#### 9.2.8 Choix du vitrage

Dans le choix du vitrage, l'orientation des fenêtres (sud, ouest ou est, nord) joue un rôle majeur. En outre, on peut éviter l'installation d'un système de climatisation en profitant de la lumière avec un vitrage à contrôle solaire. L'ouest est l'orientation la plus critique lorsqu'on essaie de se protéger contre les risques de surchauffe d'une pièce.

Chaque situation est unique et le choix d'un vitrage implique d'optimiser à la fois les performances thermiques d'isolation (valeur  $U_g$ ), les gains solaires (valeur  $g$ ) et l'éclairage naturel (valeur  $TL$ ).

#### 9.2.9 Calcul de l'épaisseur du vitrage

L'aptitude d'un type de verre à répondre à certaines exigences de construction (sécurité des personnes, protection contre le bruit, protection contre l'incendie, ...) est testée conformément à la norme NBN S 23-002 partie 1. Pour le calcul de l'épaisseur des éléments en verre sans fonction structurelle dans le bâtiment (c'est-à-dire ni poutres ni colonnes) sous l'influence du poids, du vent, de la neige, etc., les parties 2 (norme de calcul) et 3 (tableaux des résultats) seront utilisées.

Au moment de la révision de cette édition, les parties 2 et 3 sont en cours de modification : prNBN S23-002 partie 2 et 3. En particulier, un assouplissement est prévu pour les exigences de déformations relatives et maximales ainsi pour que l'abaissement de la propre fréquence minimale. La FIV a développé un outil logiciel - Vitralys – pour faciliter le calcul de l'épaisseur du verre selon la NBN S 23-002-2.

Le facteur oméga ou facteur de liaison des vitrages stratifiés est décrit dans la prEN 16612 et prEN 16613.

En outre, la NIT 176 – Le vitrage en toiture du CSTC est également d'application.

#### 9.2.10 Systèmes de vitrages

La NIT 221 – La pose des vitrages en feuillure – détaille très précisément comment effectuer correctement la pose des vitrages.

Les critères d'acceptation et les éventuels défauts sont décrits dans la note 3 de la FIV : « Méthodes et critères d'acceptabilité d'aspect des vitrages transparents du bâtiment ».

En pratique, on applique plusieurs systèmes de vitrages, qu'on peut distinguer comme suit :

- les systèmes de vitrage à égalisation de pression par pose à sec avec parclozes ;
- les systèmes de vitrage à égalisation de pression par pose avec un mastic souple.

Pour les systèmes de vitrages à égalisation de pression, le principe de base est qu'après la pose du vitrage, le jeu périphérique est en contact avec l'air extérieur.

La feuillure sera équipée des ouvertures de drainage et de ventilation nécessaires. Dans une traverse inférieure de 1000 mm, on prévoira au moins 2 ouvertures. Dans les traverses plus longues, on prévoira une ouverture de plus par 500 mm supplémentaire afin d'évacuer l'eau d'infiltration éventuelle vers l'extérieur. Les ouvertures seront soit un trou de  $\varnothing 8$  mm, soit une rainure de 5 x 15 mm.

D'autres dimensions pour les ouvertures de ventilation et de drainage sont admises à condition qu'un contrôle démontre qu'elles sont suffisantes. Lorsqu'elles ont des dimensions inférieures, les ouvertures de ventilation et de drainage se boucheront plus rapidement et nécessiteront donc un entretien plus fréquent. Lors du nettoyage des vitres et/ou de la menuiserie, un contrôle visuel des ouvertures de ventilation et de drainage s'impose.

Il est indispensable de contrôler les joints de vitrage et les mastics tous les deux ans.

Le vitrage sera posé selon les règles de l'art.

Pour la pose humide, les cales et espaceurs seront posés conformément aux prescriptions.

Pour la pose à sec, la force de fermeture-serrage des joints de vitrage sera suffisante.

### 9.2.11 Façades en verre

#### Vitrage structural ou vitrage VEC

Le vitrage structural ou VEC (Verre Extérieur Collé) consiste à coller les composants verriers directement sur la structure portante. Ce mode d'application permet de réaliser des façades entièrement en verre ou façades rideaux.

Nous référons à la NBN EN 13022-1 et à la EBD 002 (ETAG 002) pour la convenance du verre et de son produit de collage structural. On trouve également des exigences complémentaires dans la NBN B 25-002-1.

Les produits suivants se prêtent à cette technique de collage :

- simples vitrages (float, trempé, émaillé) ;
- verre feuilleté ;
- doubles vitrages isolants.

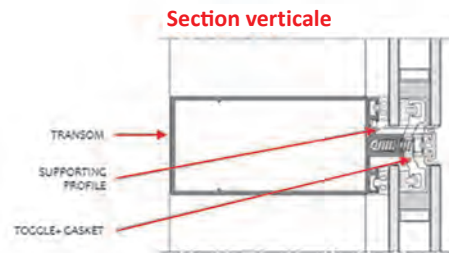
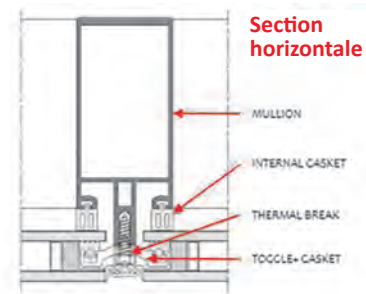


Figure 9.10 : Vitrage structural clamé. Vitrage clamé sans chapeaux.

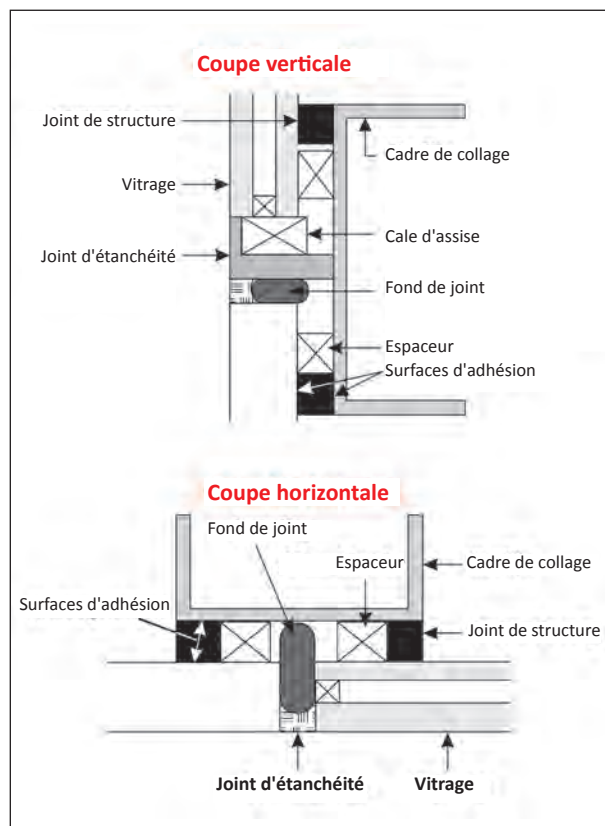


Figure 9.9 : Coupes.

#### Vitrage structural clamé

Il s'agit d'un vitrage structural dont la feuille de verre intérieure est fixée mécaniquement (et non par collage) à la structure de la façade. Voici l'exemple d'un système possible.

Les vitres auront une épaisseur d'au moins 6 mm et le vide sera de 15 mm.

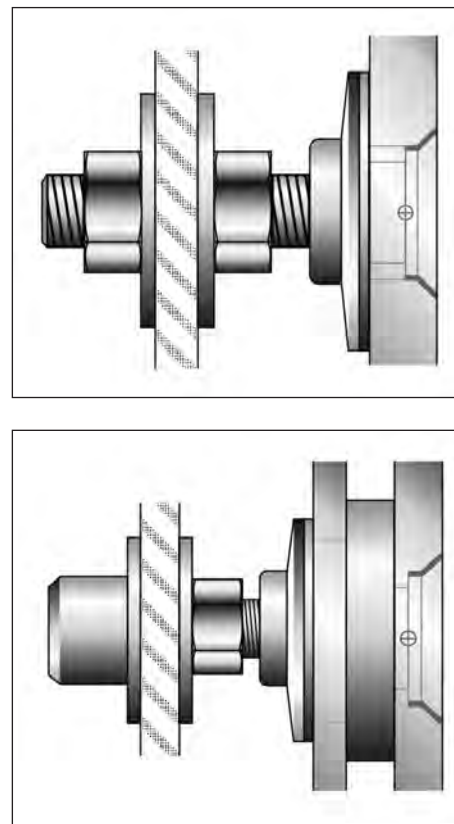


Figure 9.11 : Exemple d'un VEA en verre simple (haut) et double vitrage (bas).

#### Vitrages vissés ou VEA (Verre Extérieur Agrafé)

Les vitrages préalablement forés sont directement fixés à la structure portante à l'aide d'attaches métalliques. Cette méthode est appliquée avec des vitrages spécialement fabriqués pour cette application.

## 9.2.12 Développements récents

### *Vitrage décoratif*

Il s'agit d'un vitrage recouvert sur une des faces de motifs décoratifs ou fonctionnels. Ces motifs sont obtenus par sérigraphie ou par application d'une couche d'émail au moyen d'un processus d'impression numérique. Le vitrage subit un traitement thermique qui augmente la stabilité du produit émaillé. On peut créer des logos et lettrages, des portraits ou paysages. Des motifs composés de lignes plus larges ou à différents niveaux de transparence appliqués sur toute la surface offrent une protection contre l'éblouissement ou la chaleur du soleil. Les parties imprimées (émaillées) du motif reflètent partiellement la lumière et la chaleur du soleil et contribuent ainsi à la protection solaire. Il en va de même pour la lumière du jour : certains motifs gèrent mieux la pénétration de la lumière solaire.

### *Verre antibactérien*

Ce verre est fabriqué par diffusion d'argent dans les couches supérieures du verre. Les ions d'argent entrent en contact avec les bactéries, bloquent leur métabolisme et interrompent leur mécanisme de division menant ensuite à leur destruction. L'effet antibactérien du verre est continu, notamment dans des conditions d'humidité et de température élevées.

### *Vitrage autonettoyant*

Vitrage composé d'un verre float clair sur lequel est déposée une couche minérale à la fois transparente, photocatalytique et hydrophile. Ce revêtement pyrolytique combine l'action des rayons UV de la lumière naturelle avec l'action de l'eau (la pluie) en vue d'éliminer les saletés qui se sont déposées sur la surface extérieure du verre.

### *Vitrage chauffant et réfléchissant*

Il s'agit d'un double vitrage dont une face peut être chauffée sous l'action d'un courant électrique. La technologie est basée sur un double vitrage à couche pyrolytique à faible émissivité. La couche, appliquée sur la face 3 du double vitrage, est reliée à un fil de courant électrique par deux électrodes disposées de part et d'autre de la feuille de verre. En présence de tension électrique, la couche transforme l'énergie électrique en chaleur. En l'absence de tension électrique, le vitrage chauffant se comporte comme un vitrage qui reflète la chaleur.

En raison de la faible émissivité de cette couche, la chaleur est rayonnée vers l'intérieur par le côté sans couche de la feuille de verre. L'espaceur du double vitrage est fabriqué en matériaux qui peuvent absorber l'effet combiné de la fonction de chauffage et les influences climatiques.

### *Vitrage sous vide*

Un vide isole mieux que n'importe quel gaz. Ce vitrage se compose de deux feuilles de verre float d'au moins 3 mm dont une est recouverte d'une couche à faible émissivité et qui sont séparées par un vide de 0,1 à 0,2 mm. Des intercalaires (petits piliers) évitent que les deux feuilles de verre entrent en contact.

Les bonnes performances du vide d'air sont quelque peu altérées par les intercalaires. Il faudra en tenir compte dans le calcul des performances thermiques. Le facteur thermique  $U_g$  est de 0,4 à 0,7  $W/m^2 K$ . Ce double vitrage sous vide est équipé d'un espaceur warm edge et est rendu étanche avec un silicone résistant aux UV.

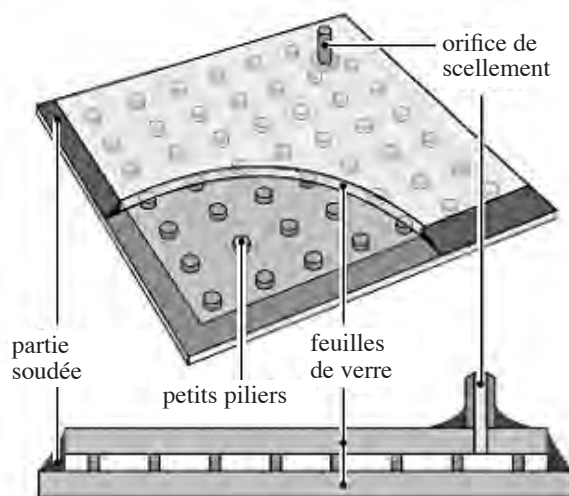


Figure 9.12 : Vitrage sous vide.

### *Panneaux vitrés classiques*

Combiné avec une feuille de verre transparente, ce vitrage présente une isolation optimale de l'ensemble de la façade vitrée. La vitre intérieure ou extérieure de ce double vitrage peut être du verre émaillé choisi dans une gamme de coloris.

### *Le shadow-box*

Ce vitrage est, au choix, une vitre simple ou double de verre trempé ou non, combiné avec une tôle d'acier éventuellement laquée ou un autre matériau en plaque au choix.

### *Vitrage à opacité commandée*

Un vitrage à opacité commandée est un vitrage feuilleté dans lequel un film à cristaux liquides est incorporé. Le verre devient transparent en un instant sous l'effet d'un signal électrique (100 V AC) qui provoque l'alignement des cristaux liquides. Sans courant, le vitrage a une couleur opale naturelle ; il n'est pas transparent mais translucide.

### Verre électrochrome

Le verre électrochrome est un verre dynamique qui conserve la vue sur l'extérieur cependant qu'il filtre la lumière et la chaleur qui entrent en fonction du soleil, des saisons ou du confort attendu. Il évite l'utilisation de protections solaires internes ou externes, de la climatisation et des convecteurs. L'application d'une faible tension électrique assombrit le revêtement ultramince, appliqué sur le verre sous atmosphère contrôlée, par oxydation-réduction. L'intensité de la couleur dépend de la durée de la stimulation. L'inversement de la polarité désactive le revêtement et le verre retrouve sa clarté initiale. Le courant est transmis par le revêtement ou par des fils invisibles intégrés dans le verre. Le verre reste transparent, indépendamment de la couleur qu'il prend.

### Vitrage lumineux

#### a) Sur base de lumière fluorescente

Les vitrages lumineux appliquent le principe des lampes TL connu depuis de nombreuses années. Mais la suppression du mercure et l'utilisation de lumière TL plane dans le gaz plasma est révolutionnaire. Ce type de verre se distingue par une qualité exceptionnelle de l'émission lumineuse à 360°, par la possibilité de donner forme à la lumière dans des dessins standard ou adaptés et par une très grande longévité.

#### b) A base de diodes intégrées dans un vitrage feuilleté ou dans un vitrage isolant

Le vitrage se compose d'un verre feuilleté dans lequel sont intégrées des diodes électroluminescentes. Ces LED (Light Emitting Diodes) sont alimentées par une couche conductrice transparente. L'exécution peut se faire en RGB ou en couleurs monochromes. Les sources lumineuses sont entièrement intégrées dans le verre, sans aucun fil et sans structure au dos du verre. Les façades peuvent être exécutées en verre monolithique ou en double vitrage. L'objectif est de mettre en valeur pendant la nuit des façades ou verrières qui sont totalement transparentes le jour en les dynamisant par une couleur ou animation.

#### c) A la limite d'un vitrage émaillé

Ce verre luminescent est un vitrage décoratif qui répand une lumière multicolore uniforme selon une multitude de scénarios et nuances. Contrairement à une lampe à incandescence, c'est toute la surface qui est éclairée. Les LED sont à commande électronique et répandent des séquences dynamiques de lumière colorée. Les LED répandent leur lumière par le bord du vitrage, d'autres par la structure émaillée de points blancs sur une des surfaces du verre.

## 9.3 Revêtement de façade métallique simple

### 9.3.1 Définition

On entend par bardage métallique simple les tôles de finition qui sont fixées sur la façade avec, pour fonction principale, de donner une valeur esthétique à la façade. Ce revêtement de façade n'a pas de fonction d'isolation thermique ou acoustique ni de fonction directe d'étanchéité à l'eau ou au vent. C'est la structure de support du bardage qui doit répondre à ces exigences (ainsi qu'à l'influence des ponts thermiques au droit des points de fixation). Il y a plusieurs manières de fixer le bardage simple à la structure portante ou de le sertir dans des profilés. Les principaux aspects de qualité des bardages simples sont de nature esthétique et concernent les tolérances et la résistance aux actions du vent. Le type de matériau dont les tôles sont constituées est principalement l'aluminium, l'acier, le composite et le HPL (High Pressure Laminate) pour l'extérieur.

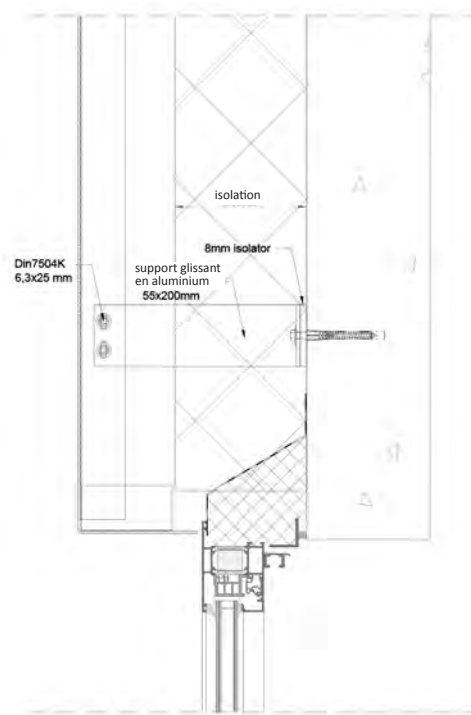


Figure 9.13 : Exemple d'un revêtement de façade simple.

### 9.3.2 Structures

#### Combinaison de l'aluminium et d'autres métaux

Lorsque les tôles d'aluminium entrent en contact avec d'autres métaux, il faut prendre en compte les exigences du paragraphe 7.3 – Combinaison de l'aluminium avec d'autres métaux – en ce qui concerne la résistance à la corrosion.

### Qualité des matériaux

Le bardage d'aluminium doit être exécuté en qualité 1050A (qualité de laquage) ou 5005 (qualité d'anodisation). La première est un aluminium non allié contenant maximum 0,5 % d'additifs. La seconde est un alliage d'aluminium et de magnésium. Les deux qualités se prêtent très bien au sertissage et au soudage.

### Résistance et flexion

Sans dépassement des déformations permanentes maximales, les tôles doivent pouvoir reprendre des charges selon la NBN EN 1990 et 1991. Mesurées sur toute la longueur de leur diagonale, les tôles ne subiront pas une flexion supérieure à 1/50 de la portée et ce dans le cas de la combinaison de charges la plus défavorable. La déformation permanente sera inférieure à 1 mm/m.

Les structures de tôles ventilées pour une structure portante étanche à l'air sont soumises à une pression externe et à celle du vide entre l'élément et la structure portante. Il convient d'en tenir compte dans les calculs de résistance et de flexion.

### 9.3.3 Traitement de la surface

Pour le traitement de la surface des tôles, les exigences, énoncées au chapitre 8 - Traitement de surface de l'aluminium, doivent être respectées.

Une attention particulière sera accordée à l'apparition éventuelle de différences esthétiques entre les tôles (mutuellement) et les profilés, notamment en ce qui concerne l'anodisation, en raison du sens de laminage et d'extrusion ainsi que des peintures métalliques, du degré de brillance et autres. En cas de doute, des échantillons doivent être réalisés à l'avance.

Le traitement de surface doit être appliqué de préférence après la pose et/ou la soudure, à l'exception du laquage en continu de l'aluminium, et selon les conditions strictes du fournisseur.

### Prévention de la corrosion

Pour prévenir toute corrosion, il est recommandé de prêter une attention particulière aux angles des cassettes serties. Les joints capillaires doivent être évités autant que possible, ce qui signifie que l'espace entre les bords repliés de la tôle doit être de préférence supérieur à 3 mm. Une autre méthode consiste à souder les angles ; cette méthode risque d'avoir des conséquences esthétiques en raison de la soudure visible.

### 9.3.4 Production

Lors de la production de tôles, il faut tenir compte des prescriptions de façonnage des fabricants (par exemple, protection, rayon de courbure, soudage).

Les tolérances en largeur, hauteur, profondeur, déformation sur la production des tôles seront conformes aux exigences de qualité du fabricant.

Les points suivants doivent également être pris en compte pendant et après la production :

- Les tôles et/ou leurs emballages doivent être stockés de manière à ne pas être exposés à des charges et/ou déformations globales ou locales excessives, susceptibles de provoquer des dommages.
- Les tôles ne peuvent jamais être glissées les unes sur les autres, ni être partiellement "traînées" lorsqu'elles sont retirées du tas au risque d'être endommagées et/ou griffées.

### 9.3.5 Mise en oeuvre

#### Généralités

La qualité de l'assemblage détermine en grande partie la qualité finale, tant sur le plan technique qu'esthétique. L'influence de l'assemblage sur la qualité esthétique couvre un large éventail d'aspects, tels que la méthode de fixation, le calepinage des fixations, la composition, la méthode de façonnage, etc.

Cependant, un aspect est primordial pour la qualité finale. Il aura une influence dans toutes les situations et est également relativement facile à tester : le positionnement des tôles sur la façade. La précision du positionnement est uniquement importante pour les modules fixes. L'écart du positionnement par rapport à la position théorique joue toujours un rôle.

Dans les limites des tolérances, une anomalie est beaucoup moins visible si elle est cohérente. En principe, il y a 6 degrés de liberté dans le montage : 3 directions de translation et 3 axes de rotation. L'installateur des revêtements de façade doit en outre tenir compte des tolérances de la structure portante.

Le tableau ci-dessous indique les degrés de liberté :

Classe	Ecart par rapport à la largeur théorique des joints (mm)
Standard	± 2,5 mm
Architectonique	± 2,0 mm

Les tolérances dimensionnelles indiquées ne tiennent pas compte des tolérances de production.

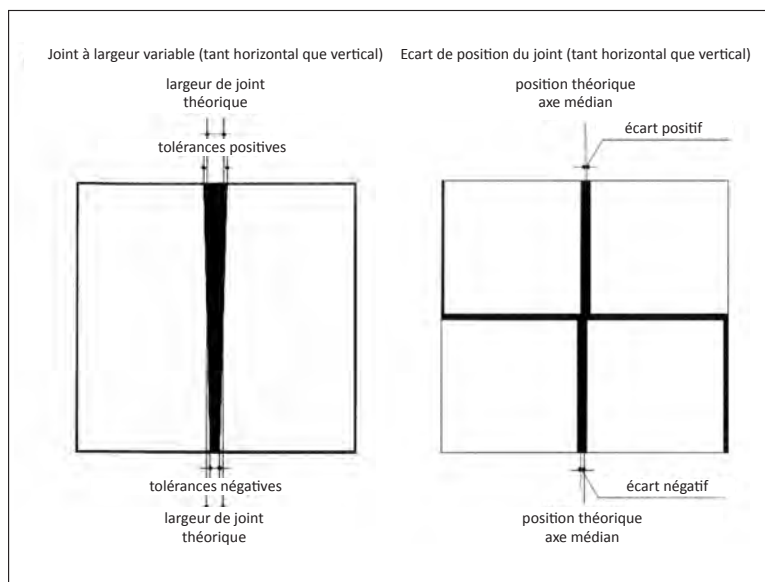


Figure 9.14 : Degrés de liberté.

#### Tolérances de pose

On entend, par tolérances de mise en oeuvre, les tolérances dimensionnelles finales (relatives) dans la construction réalisée après déduction des tolérances qui résultent des écarts (non compensés) des matériaux appliqués. L'influence de la température sera décomptée, le cas échéant (la température de référence est 15° C).

#### 9.3.6 Evaluation de la qualité esthétique

L'évaluation d'un revêtement de façade métallique simple est semblable à l'évaluation d'éléments de façade (voir paragraphe 14.3 - Check-list de réception).

#### 9.3.7 Nettoyage et entretien

Le nettoyage et l'entretien sont très importants pour les revêtements de façade simples afin de maintenir le matériel en bon état. Les exigences sont reprises dans le paragraphe 15.4 - Entretien.

## 9.4 Eléments de remplissage

#### 9.4.1 Définition

Les éléments de remplissage sont des panneaux sandwich non autoportants appliqués dans les façades rideaux, les façades constituées d'éléments et les structures menuisées pour remplir une section dotée d'un cadre. Les panneaux sandwich sont fabriqués selon un processus discontinu, c'est-à-dire qu'ils sont fabriqués à la pièce. En tout cas, il s'agit d'éléments réalisés par assemblage collé d'une âme et d'une paroi sur chaque face. Ces ensembles sont considérés comme une unité constructive.

Les deux parois peuvent être fabriquées dans le même ou dans différents matériaux. L'âme des panneaux est composée d'une ou plusieurs couches de matériau (isolant).

Contrairement aux revêtements de façades simples, les panneaux sandwich doivent répondre aux exigences d'isolation thermique et acoustique, d'étanchéité à l'eau et au vent et de résistance à l'incendie. En outre, les valeurs esthétiques ont, comme pour les revêtements de façade simples, une grande importance. Pour les applications en extérieur, les panneaux sandwich sont souvent exécutés en aluminium, acier, verre, synthétique, composite, HPL (High Pressure Laminate).

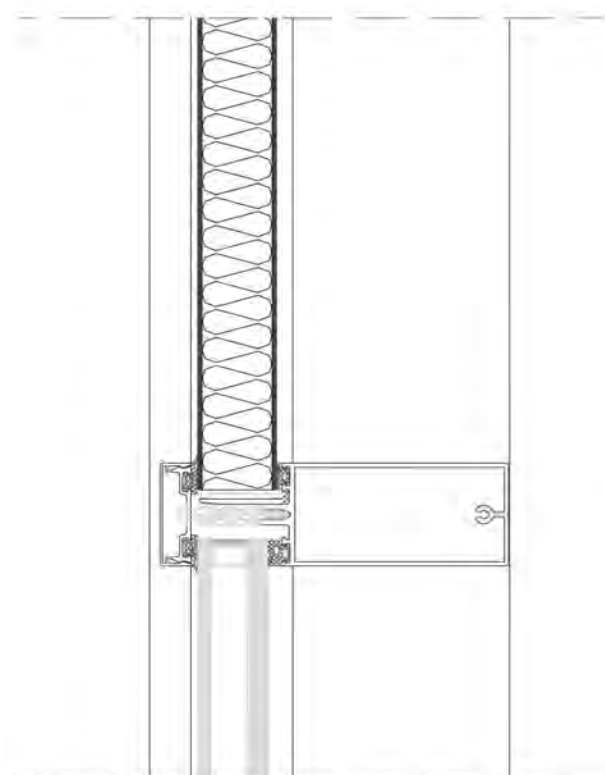


Figure 9.15 : Exemple de panneaux sandwich comme élément de remplissage.

#### 9.4.2 Constructions

##### Combinaison de l'aluminium avec d'autres métaux

Lorsque les panneaux sandwich entrent en contact avec d'autres métaux, il faut tenir compte des exigences du paragraphe 7.3 – Combinaison de l'aluminium avec d'autres métaux, en ce qui concerne la résistance à la corrosion.

### Qualité des matériaux

Les panneaux sandwich en aluminium seront fabriqués à partir de la qualité 1050A (qualité thermolaquage) ou 5005 (qualité anodisation). La première est un aluminium non allié contenant maximum 0,5 % d'additifs. La seconde est un alliage d'aluminium et de magnésium. Les deux qualités se prêtent très bien au sertissage et au soudage. Les panneaux sandwich posés devant une structure portante étanche à l'air sont soumis à une pression externe et à la pression dans le vide entre l'élément et la structure portante.

### Résistance et flexion

Sans dépasser les déformations permanentes maximales, les panneaux sandwich doivent pouvoir reprendre des charges selon la NBN EN 1990 et 1991. Mesurés sur toute la longueur de leur diagonale, les panneaux sandwich ne peuvent pas subir une flexion supérieure à 1/50 de la portée et ce dans le cas de la combinaison de charges la plus défavorable. La déformation permanente sera inférieure à 1 mm/m.

### 9.4.3 Isolation thermique et contrôle de l'humidité

Les performances thermiques des panneaux sandwich peuvent être démontrées et calculées selon les indications du par. 4.3.1 – Calcul de valeur U. Ce mode de calcul est basé sur la norme NBN ISO 10077-1 et le document de référence de transmission de la Flandre et/ou la NBN B03-002 et son annexe G.

### Contrôle de l'humidité

Il ne peut pas se produire de condensation interne dans les panneaux sandwich. Un pont thermique se forme lorsque des matériaux conducteurs sont continus entre l'intérieur et l'extérieur ou, pour les panneaux sandwich très minces, lorsque le point de rosée se situe contre la face intérieure. Des ponts thermiques ponctuels peuvent également se produire au droit de moyens de fixation ou de serrage.

### 9.4.4 Effet bimétal

Pour répondre aux exigences sans cesse plus sévères en matière d'efficacité énergétique, les portes sont équipées de panneaux sandwich à double paroi et isolation thermique afin que la température extérieure n'ait pas d'influence sur la température intérieure. La différence de température provoque une différence de tension entre l'intérieur et l'extérieur. Lorsque le soleil abonde, la face extérieure du panneau (de porte) s'échauffe et risque de se déformer et de gauchir à cause de la différence de température par rapport à la face intérieure (plus fraîche). Plus la porte est isolée, plus l'effet bimétal sera grand.

C'est ici qu'interviennent la couleur et le degré de brillance : une couleur foncée attirera la chaleur et un panneau mat absorbera plus de chaleur qu'un panneau brillant. Le dimensionnement joue également un rôle : plus le panneau est grand ou large, plus l'effet bimétal sera grand.

Comme l'effet bimétal est influencé par tous les éléments de la porte, en pratique, cette combinaison de facteurs ne permet pas toujours de faire une distinction entre la responsabilité des fournisseurs des profilés, des panneaux, de la quincaillerie, des vitrages et de l'installateur.

La solution consiste à trouver un équilibre entre les profilés, la quincaillerie, le montage, le collage et la composition du panneau afin de réduire, voire d'éliminer l'effet bimétal.

### Assemblage souple

En travaillant avec des barrettes 'souples' pour assurer la rupture de pont thermique, l'assemblage des deux coquilles en aluminium sera moins rigide et les déformations seront réduites. Souvent, cette solution est déjà suffisante.

### Augmenter la rigidité du profilé

Il est également possible de résister à la déformation, par exemple, avec un tirant de porte continu. On peut aussi fixer les tôles d'aluminium à des profilés de vantaux rigides fabriqués en carbone renforcé de fibres de verre pour augmenter la rigidité des profilés. La stabilité de l'ensemble sera ainsi augmentée. On peut également utiliser une gâche réglable pour éviter les problèmes de manoeuvre. Enfin, une charnière supplémentaire peut aider à prévenir la déformation de la porte, même pour solutionner un problème par la suite. Dans ce cas, seule une version appliquée (non dissimulée) est possible : voir l'illustration ci-dessous.

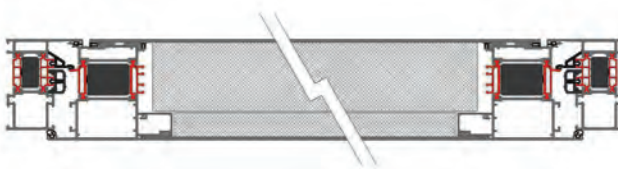


Illustration 9.16 : Porte à panneau avec barrette bimétal.

### 9.4.5 Traitement de la surface

Pour le traitement de surface des panneaux sandwich, les exigences, décrites au chapitre 8 - Traitement de surface de l'aluminium, doivent être respectées. Les panneaux devront également répondre aux exigences de Qualicoat ou Qualanod. Une attention particulière sera accordée à l'apparition éventuelle de différences esthétiques entre les panneaux sandwich (aussi entre eux) et les profilés, notamment en raison de l'anodisation, du sens du laminage et de l'extrusion, ainsi que du degré de brillance des

peintures métalliques. En cas de doute, il est recommandé de fabriquer des échantillons à l'avance.

#### 9.4.6 Sécurité incendie

Les exigences en matière de sécurité incendie sont décrites au paragraphe 5.1 – Sécurité incendie. Il convient de considérer l'ensemble de la combinaison des panneaux sandwich et des éléments de façade.

#### 9.4.7 Production

Lors de la production de panneaux sandwich, il faut respecter les instructions techniques de façonnage données par le fabricant (comme le collage, le ruban adhésif, la protection, le matériau d'isolation, la résistance au feu). Les tolérances en largeur, hauteur, profondeur, torsion sur la production seront conformes aux exigences de qualité déterminées par le fabricant.

Les points suivants doivent également être pris en compte pendant et après la production :

- Les panneaux sandwich et/ou leurs emballages seront stockés de manière à ne pas être exposés à des charges et/ou déformations globales ou locales excessives, susceptibles de provoquer des dommages.
- Les panneaux sandwich ne peuvent jamais être glissés les uns sur les autres, ni être partiellement "traînés" lorsqu'ils sont retirés du tas au risque d'être endommagés et/ou griffés.

#### 9.4.8 Mise en oeuvre

##### *Mise en oeuvre*

Les panneaux sandwich non autoportants seront posés selon le principe de la pose à sec du vitrage, à condition que les parclozes des façades en aluminium résistent bien au travail des panneaux sandwich. Le matériau d'étanchéité appliqué doit être compatible avec le matériau des panneaux sandwich.

##### *Tolérances de mise en oeuvre*

On entend, par tolérances de mise en oeuvre, les tolérances dimensionnelles finales (relatives) dans l'ensemble réalisé après soustraction des tolérances qui résultent des écarts (non compensés) des matériaux appliqués. Les influences de la température seront décomptées, le cas échéant (la température de référence est 15°C).

#### 9.4.9 Evaluation de la qualité esthétique

L'évaluation des panneaux sandwich est la même que l'évaluation des éléments de façade, voir paragraphe 14.3 – Check-list de réception.

#### 9.4.10 Nettoyage et entretien

Le nettoyage et l'entretien sont très importants pour les panneaux sandwich afin de maintenir le matériel en bon état. Les exigences sont reprises au paragraphe 15.4 - Entretien.

# 10 QUINCAILLERIE

## 10.1 Généralités

On distingue les normes quincaillerie et les normes système.

**Normes quincaillerie** : concernent uniquement la quincaillerie même.

**Normes système** : concernent l'élément de façade dans lequel la quincaillerie est intégrée. Cela signifie que la quincaillerie est testée en même temps que l'ensemble du système conformément à ces normes. Certaines normes système sont déjà traitées au chapitre 4 – Exigences fonctionnelles et au chapitre 5 - Sécurité. La quincaillerie joue en effet un rôle dans la résistance à l'effraction de la fenêtre, comme décrit précédemment au par. 5.2. Les normes système qui sont d'application sur la manoeuvre des portes et fenêtres (efforts de manoeuvre, usage impropre, ouverture et fermeture répétées) sont traitées dans les paragraphes suivants.

Conformément à la NBN EN 1990 et 1991, la quincaillerie d'un élément de menuiserie doit pouvoir résister aux charges sans présenter de déformation permanente. La quincaillerie doit répondre aux essais ITT effectués sur le système appliqué (marque et type, nombre de points de fermeture, etc.). En cas d'écart, le bon fonctionnement de la quincaillerie doit à nouveau être démontré par l'exécution et/ou la soumission de nouveaux essais de durabilité. La norme NBN EN 13126 avec ses annexes caractérise les propriétés mécaniques de la quincaillerie des portes, fenêtres et fenêtres coulissantes. En même temps que la classe d'étanchéité à l'air, à l'eau et au vent obtenues par le constructeur, ou dans le cas où on se base sur les essais du fournisseur du système, les performances de la quincaillerie seront déterminées et reprises. Le certificat QM (IFT) ou Ral-GZ certifie l'interchangeabilité de la quincaillerie et indique ce qui doit être testé lorsque la quincaillerie est utilisée sur d'autres systèmes.

La directive n°6 de la FAC - Quincaillerie approfondit ce thème et décrit les différents types de quincaillerie.

Lors du choix de quincaillerie, le constructeur FAC prendra en compte les normes en vigueur. A bien considérer en particulier les valeurs relatives aux efforts de manoeuvre, l'ouverture/fermeture répétées et l'usage incorrect du matériel.

A la livraison, le constructeur FAC vérifiera si la quincaillerie a été correctement livrée (en termes de contenu et de quantités) et si les plans de montage sont présents.

## 10.2 Manoeuvre des portes et fenêtres

Toute la quincaillerie sera préalablement soumise au maître d'ouvrage ou à l'architecte. Son matériau, sa forme, ses dimensions et sa résistance sont adaptés en fonction des dimensions des profilés, de la grandeur des vantaux et de la possibilité de manoeuvre par une seule personne.

Portes et fenêtres peuvent être équipées d'une quincaillerie liée au système et/ou éprouvée selon le descriptif ci-dessus. Les facteurs suivants sont déterminants pour le choix de la quincaillerie :

- le type d'application (bâtiment utilitaire, habitation, ...);
- les dimensions de l'élément de fenêtre ;
- la résistance au vent ;
- le poids du remplissage ;
- la sécurité contre un usage impropre ;
- la fréquence d'utilisation ;
- le retardement à l'effraction ;
- la résistance aux balles ;
- la résistance au feu ;
- le design.

Le nombre de charnières et points de fermeture dépend :

- des dimensions de la partie mobile ;
- de la pression du vent sur la partie mobile ;
- de la rigidité des profilés ;
- du poids du remplissage.

La quincaillerie sera intégrée autant que possible tout en restant facilement remplaçable. Tous les mécanismes de suspension et de fermeture doivent fonctionner facilement, sans jeu, silencieusement et impeccablement. La quincaillerie respectera le sens d'ouverture prescrit.

Les roulettes, roulettes tandem, rails de portes et fenêtres coulissantes ne présenteront pas de déformation permanente sous l'effet du poids propre de la partie mobile et/ou suite aux variations de température normales.

### 10.2.1 Efforts de manoeuvre

En vue de déterminer les efforts de manoeuvre des portes et fenêtres, des essais seront effectués conformément à la NBN EN 12046-1 (fenêtres) et NBN EN 12046-2 (portes). Ils sont également compris dans les certificats QM ou Ral-GZ concernant l'interchangeabilité de la quincaillerie.

Les résultats des essais peuvent être classés selon la NBN EN 13115 (fenêtres) ou NBN EN 12217 (portes), comme l'indiquent les tableaux suivants. Les classes citées figurent sur le document CE. Pour les applications normales, l'effort de manoeuvre selon la classe 1 est 100 N. La classe 2 est surtout utilisée dans les écoles, les maisons de repos, etc.

Efforts de manoeuvre (force ou couple max.)	Classe 0 <sup>1</sup>	Classe 1 <sup>2</sup>	Classe 2 <sup>3</sup>
Force maximale pour entamer le mouvement	-	100 N	30 N
Quincaillerie manoeuvrée à la main	-	100 N ou 10 Nm	30 N ou 5 Nm
Quincaillerie manoeuvrée au doigt	-	50 N ou 5 Nm	20 N ou 2 Nm

Tableau 10.1 : Choix des forces et couples de manoeuvre pour les fenêtres selon la NBN EN 13115.

<sup>1)</sup> Aucune exigence n'est imposée aux produits de la classe 0.

<sup>2)</sup> Toutes les applications normales où la manoeuvre de la fenêtre ne pose pas de problèmes particuliers à l'utilisateur.

<sup>3)</sup> Toutes les applications qui ne sont pas de classe 1, par exemple un utilisateur avec un handicap physique, ... en fonction de la situation.

On peut en outre prescrire une classe A limitée aux applications spéciales comme les vantaux manoeuvrés à la main pour l'entretien, accessibilité réduite :

- Effort de verrouillage et déverrouillage maximal : 150 N
- Effort de démarrage maximal pour le vantail : 150 N
- Effort maximal pour l'ouverture/fermeture du vantail : 150 N

Efforts de manoeuvre (force ou couple max.)	Classe 0 <sup>1</sup>	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Force maximale pour entamer le mouvement (N)	-	75	50	25	10	50
Quincaillerie manoeuvrée à la main	-					
• couple max. (Nm)	-	10	5	2,5	1	5
• force max. (N)	-	100	50	25	10	50
Quincaillerie manoeuvrée au doigt	-					
• couple max. (Nm)	-	5	2,5	1,5	1	1,5
• force max. (N)	-	20	10	6	4	6

Tableau 10.2 : Choix des forces et couples de manoeuvre pour les portes selon la NBN EN 12217.

La valeur supérieure mesurée du couple ou de la force détermine la classe.

<sup>1)</sup> Aucune exigence n'est imposée aux produits de la classe 0.

Pour les portes en général, l'actuelle classe 2 de la NBN EN 12217 est recommandée.

### 10.2.2 Ouverture et fermeture répétées

La classe de résistance à l'ouverture et à la fermeture répétées des fenêtres est déterminée sur la base des normes système NBN EN 1191 et NBN EN 12400. Comme les normes européennes ne prévoient pas de prescriptions spécifiques pour les fenêtres qui sont uniquement manoeuvrées à l'occasion de l'entretien, la classe "E" a été introduite, qui peut être indiquée dans le cahier des charges.

La norme quincaillerie NBN EN 13126 traite aussi de l'ouverture et fermeture répétées. Les exigences sont assimilées à celles de la norme système NBN EN 12400, mais la nouvelle classe est désignée par "H".

Classe	Nombre de cycles	Types d'utilisation
0	0	-
1	5.000	Usage modéré - occasionnel
2	10.000	Usage normal – habitation unifamiliale, immeuble administratif, pas directement accessible au public
3	20.000	Usage intensif – directement accessible au public, écoles, salles de gymnastique
"E" entretien	500	Dans le cas d'un usage très limité pour l'entretien ou d'un mouvement spécifique pour l'entretien ou différent de l'usage normal

Tableau 10.3 : Usage répété pour les fenêtres selon la NBN EN 12400.

Les portes sont soumises à une fréquence nettement plus élevée. La méthode d'essai suit la NBN EN 1191 et NBN EN 12046-2, le nombre de cycles la NBN EN 12400. La porte est ouverte et fermée pendant un nombre x de cycles. Avant et après l'essai d'ouverture et de fermeture, l'effort de mouvement et le couple de manoeuvre ou l'effort de manoeuvre sont mesurés. L'effort de mouvement est la force nécessaire pour fermer la porte. Le couple de manoeuvre est l'effort de torsion (couple) nécessaire pour déverrouiller le ferme-porte. L'effort de manoeuvre est mesuré pour les types de portes dont le mécanisme de déverrouillage est à mouvement rectiligne. Le nombre de cycles d'ouverture et fermeture dépend du niveau de performance requis et est indiqué dans le tableau ci-joint.

La classe f4 est appliquée si le cahier des charges ne spécifie pas la classe. Pour les portes à usage résidentiel, la classe 4 correspond aux portes de terrasse et la classe 5 aux portes d'entrée, selon la EN 12400. Pour les portes à usage non résidentiel, la classe 5 est toujours d'application (portes d'entrée, de terrasse, écoles).

Classe	Nombre de cycles
f1	5.000
f2	10.000
f3	20.000
f4	50.000
f5	100.000
f6	200.000
f7	500.000
f8	1.000.000

Tableau 10.4 : Nombre de cycles selon la NBN EN 12400.

### 10.2.3 Usage impropre

La quincaillerie est subdivisée en 4 catégories d'utilisation en fonction de la fréquence d'utilisation et du domaine d'application prévu.

En ce qui concerne l'usage impropre des fenêtres, les efforts de manoeuvre sont définis en fonction des spécifications reprises ci-dessous :

Pour les fenêtres ouvrantes dont l'ouverture est uniquement prévue en cas d'entretien, les essais de contreventement et de torsion statique peuvent être exécutés avec une charge limitée à 100 N.

Classe NBN EN 13115	Utilisation	Contreventement (charge au nez)	Torsion statique
0	-	-	-
1	Usage limité, manoeuvre très sporadique (par ex. portes des maisons d'habitation)	200 N	200 N
2	Usage moyen, uniquement accessible pour l'entretien par du personnel compétent (par ex. portes intérieures des bureaux)	400 N	250 N
3	Utilisation normale, maisons unifamiliales, bureaux (par ex. portes de bâtiments publics)	600 N	300 N
4	Usage intensif, écoles, lieux publics (par ex. portes dans la zone de football des stades, plateformes de forage, casernes, toilettes publiques)	800 N	350 N

Tableau 10.5 : Choix des classes en fonction de l'usage impropre selon la NBN EN 13115.

### 10.3 Matériaux et résistance à la corrosion

On utilise des charnières, boîtes à pivot, pièces de fermeture et de serrage. Ces éléments sont fabriqués à partir de matériaux adaptés aux fonctions à remplir et compatibles avec le matériau des profilés.

Ils sont donc efficacement protégés pour éviter les couples électrolytiques. Voir aussi le paragraphe 7.3 – Combinaison de l'aluminium avec d'autres métaux.

La quincaillerie des portes et fenêtres sera suffisamment résistante à la corrosion et atteindra au moins la classe 4 selon la norme européenne NBN EN 1670.

L'acier traité ou revêtu pour la fabrication des charnières est autorisé à condition de répondre à la résistance à la corrosion et à la classe de corrosion 4. Les points de pivotement des poignées de fenêtres, espagnolettes, bras de retenue, ... doivent également être protégés contre la corrosion et répondre à la classe 4.

### 10.4 Eléments spécifiques

#### 10.4.1 Charnières

Elles seront conformes aux essais ITT des fournisseurs de systèmes ou obtiendront une même classification selon les normes quincaillerie européennes EN 1935.

#### 10.4.2 Roulettes/roulettes tandem des éléments coulissants

Les roulettes et roulettes tandem ne pourront pas présenter de déformations permanentes suite aux sollicitations normales comme le poids propre de la partie mobile et/ou suite aux variations de température normales. Le fonctionnement des roulettes des éléments coulissants doit être contrôlé au moins une fois par an et elles seront lubrifiées si nécessaire. Nous référons à ce sujet aux instructions d'entretien du fournisseur du système ou de la quincaillerie.

## 10.5 Issues de secours et portes d'évacuation

### 10.5.1 Distinction

On parle de 'porte de secours' dans le cas où la sortie peut se faire de manière contrôlée et maîtrisée. Le terme 'porte d'évacuation' s'utilise dans les bâtiments publics.

Les exigences pour les portes situées sur les voies d'évacuation dépendent beaucoup du concept à la base de la situation d'évacuation.

Le maître d'ouvrage est tenu de déterminer les voies d'évacuation sur la base du choix des fonctions d'utilisation, de l'occupation, du nombre de personnes et du compartimentage incendie/fumée, etc. Le maître d'ouvrage doit déterminer le sens d'ouverture de chaque porte et indiquer clairement les exigences auxquelles chaque porte d'évacuation doit répondre.

Des serrures antipaniques seront posées du côté évacuation de la porte. Plusieurs systèmes sont désignés (type B, C, D ou E), selon l'accès que l'on a au bâtiment de l'extérieur vers l'intérieur (accès libre, avec ou sans clé, ...). Le choix du type de la serrure antipanique n'est pas lié à une norme et est décidé de commun accord par l'architecte, le maître d'ouvrage et les pompiers. Maîtres d'ouvrages et pouvoirs publics peuvent imposer des exigences à la quincaillerie à appliquer dans le cas des issues de secours et des portes d'évacuation en référant respectivement à la NBN EN 179 et à la NBN EN 1125.

Trois domaines d'application peuvent être désignés. Pour chaque porte située sur une voie d'évacuation, le maître d'ouvrage indiquera clairement quelle situation d'évacuation est d'application et si la quincaillerie doit être appliquée selon la NBN EN 179 ou la NBN EN 1125.

### 1. Barre antipanique selon la NBN EN 1125 (manoeuvrée par barre horizontale)

Dans les situations et bâtiments où un grand nombre de personnes sont présentes simultanément qui ne sont pas familières avec la situation (écoles, centres commerciaux, hôpitaux, discothèques, théâtres, complexes sportifs, restaurants, etc.). Les portes d'évacuation seront équipées de dispositifs d'ouverture antipaniques selon la NBN EN 1125 (c'est-à-dire manoeuvrés par une barre horizontale). Ce produit doit porter le marquage CE.

### 2. Fermeture d'urgence selon la NBN EN 179 (manoeuvrée par une béquille / plaque de poussée)

Dans les situations et bâtiments où un plus petit nombre de personnes sont présentes dont on peut supposer qu'elles ne sont pas toutes familières avec la situation (bureaux, ateliers, etc.). Il peut également s'agir de sorties secondaires de bâtiments publics qui sont uniquement utilisées par les personnes autorisées.

Les portes des issues de secours seront équipées de fermetures d'urgence selon la NBN EN 179 (c'est-à-dire avec une béquille ou une plaque de poussée). Ce produit doit porter le marquage CE.

### 3. Autres possibilités d'évacuation

Ce domaine d'application n'est pas soumis aux normes et concerne les situations où peu de personnes sont présentes simultanément et qui sont familières avec la situation (habitations, petits bureaux, etc.). Ici on pourra se contenter d'autres dispositifs tels que les boutons à cylindre ou boutons tournants.

### 10.5.2 Marquage CE

Les ouvre-portes de secours décrits au par. 10.5.1 sont testés en même temps que les serrures et le marquage CE est attribué à l'ensemble. Les ensembles de quincaillerie testés selon la NBN EN 1125 et selon la NBN EN 179 reçoivent une clé de classification de huit chiffres.

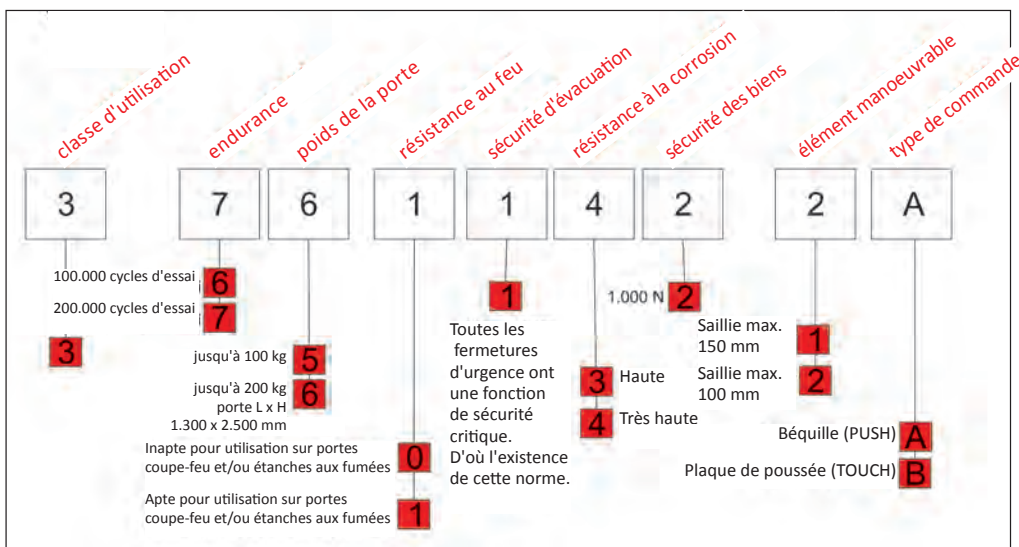


Figure 10.6 : Explication du marquage CE.

## 10.6 Législation et réglementations pour la quincaillerie

Pour presque tous les types de quincailleries, il existe une norme quincaillerie européenne. Certaines de ces normes sont harmonisées au niveau européen. La quincaillerie reprise sous 'intended use' dans la partie harmonisée de cette norme (annexe ZA) doit porter le marquage CE et une Déclaration de Performance (référence aux portes de secours et antipaniques et/ou aux portes coupe-feu et antifumée). La quincaillerie qui n'est pas couverte par une norme harmonisée ou est couverte par une norme harmonisée mais est utilisée pour des applications courantes, peut être testée sans obligation selon les prescriptions de la norme respective, soit par le fabricant, soit par un organisme notifié.

Les exigences générales et/ou spécifiques imposées à la quincaillerie doivent référer aux normes européennes pour la quincaillerie. Les principales normes sont reprises à la page suivante.

Type	Année	Description
NBN EN 179	2008	Quincaillerie pour le bâtiment - Fermetures d'urgence pour issues de secours manoeuvrées par une béquille ou une plaque de poussée - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 1125	2008	Quincaillerie pour le bâtiment - Fermetures anti-panique manoeuvrées par une barre horizontale Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 1154	1997	Quincaillerie pour le bâtiment - Dispositifs de fermeture de porte avec amortissement Prescriptions et méthodes d'essai (+A1: 2003/+AC: 2006)
NBN EN 1155	1997	Quincaillerie pour le bâtiment - Dispositifs de retenue électromagnétique pour portes battantes Prescriptions et méthodes d'essai (+A1: 2003/+AC: 2006)
NBN EN 1158	1997	Quincaillerie pour le bâtiment - Dispositifs de sélection de vantaux Prescriptions et méthodes d'essai (+A1: 2003/+AC: 2006)
NBN EN 1303	2015	Quincaillerie pour le bâtiment - Cylindres de serrures - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 1527	2019	Quincaillerie du bâtiment - Quincaillerie pour portes coulissantes et portes pliantes Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 1670	2007	Quincaillerie pour le bâtiment - Résistance à la corrosion Exigences et méthodes d'essai (+AC: 2008)
NBN EN 1906	2012	Quincaillerie pour le bâtiment - Béquilles et boutons de porte - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 1935	2002	Quincaillerie pour le bâtiment - Charnières axe simple Prescriptions et méthodes d'essai (+AC: 2003)
NBN EN 12051	1999	Quincaillerie pour le bâtiment - Verrous de portes et de fenêtres Prescriptions et méthodes d'essai
NBN EN 12209	2016	Quincaillerie pour le bâtiment - Serrures mécaniques et gâches - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 12217	2015	Portes - Forces de manoeuvre - Prescriptions et classification
NBN EN 12320	2012	Quincaillerie pour le bâtiment - Cadenas et porte-cadenas Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 12400	2002	Fenêtres et portes - Durabilité mécanique - Prescriptions et classification
NBN EN 13115	2001	Fenêtres - Classification des propriétés mécaniques Charge verticale, torsion et efforts de manoeuvre
NBN EN 13126-1	2012	Quincaillerie pour le bâtiment - Ferrures de fenêtres et portes-fenêtres Exigences et méthodes d'essai - Partie 1 : Exigences communes à tous les types de ferrures
NBN EN 13126-2	2011	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 2 : Poignées à ergot de verrouillage
NBN EN 13126-3	2012	Quincaillerie pour le bâtiment - Ferrures de fenêtres et portes-fenêtres Exigences et méthodes d'essai Partie 3 : Poignées, ferrures d'oscillo-battant, de battant-oscillant et d'ouvrant pivotant
NBN EN 13126-4	2008	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 4 : Crémones-verrous
NBN EN 13126-5 + A1	2014	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 5 : Dispositifs limiteurs d'ouverture des fenêtres et portes-fenêtres
NBN EN 13126-6	2018	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 6 : Compas à géométrie variable
NBN EN 13126-7	2007	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 7 : Verrous de ferme-imposte
NBN EN 13126-8	2017	Quincaillerie pour le bâtiment - Ferrures de fenêtres et portes-fenêtres Partie 8 : Exigences et méthodes d'essai pour les ferrures d'oscillo-battant, de battant oscillant et d'ouvrant pivotant
NBN EN 13126-9	2013	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 9 : Ferrures pour fenêtres basculantes et pivotantes
NBN EN 13126-10	2009	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 10 : Compas à projection
NBN EN 13126-11	2009	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 11 : Ferrures pour ouvrants à l'italienne réversibles à l'axe horizontal supérieur
NBN EN 13126-12	2009	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 12 : Ferrures pour ouvrants à projection de l'axe latéral réversibles
NBN EN 13126-13	2012	Quincaillerie pour le bâtiment - Ferrures de fenêtres et portes-fenêtres Exigences et méthodes d'essai - Partie 13 : Contre-poids pour mécanismes à guillotine
NBN EN 13126-14	2012	Quincaillerie pour le bâtiment - Ferrures de fenêtres et portes-fenêtres Exigences et méthodes d'essai - Partie 14 : Verrouillages à came
NBN EN 13126-15	2019	Quincaillerie pour le bâtiment - Ferrures de fenêtres et portes-fenêtres Exigences et méthodes d'essai - Partie 15 : Roulements pour fenêtres coulissantes à l'horizontale et ferrures pour fenêtres coulissantes en accordéon
NBN EN 13126-16	2019	Quincaillerie pour le bâtiment - Ferrures de fenêtres et portes-fenêtres Exigences et méthodes d'essai - Partie 16 : Ferrures pour fenêtres coulissantes à levage
NBN EN 13126-19	2011	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 19 : Dispositifs de verrouillage pour ouvrants coulissants

Tableau 10.7 : Normes spécifiques relatives à la quincaillerie.



# 11 MANUTENTION SUR CHANTIER

## 11.1 Introduction

Cette partie parle de la manutention des éléments de façade sur le chantier. C'est-à-dire le transport de l'usine au chantier, le contrôle au moment de la livraison, le transport sur le site et le stockage sur le site, toujours en prenant des précautions pour prévenir les dégâts. Il est quasi impossible de réparer sur le chantier les dommages causés aux éléments de menuiserie.

## 11.2 Transport interne et au chantier

Comme les autres éléments de construction, les éléments de menuiserie nécessitent un traitement particulier. Le respect des précautions contribue à un bon produit final. Les éléments de menuiserie doivent être transportés et/ou stockés sur des moyens de transport appropriés, tant pour le transport interne et externe que pour le stockage (intermédiaire). Les éléments de menuiserie doivent être protégés contre les dégradations et les souillures. Le contact direct des éléments de façade entre eux et/ou avec les murs et/ou avec le sol doit être évité. Les liens métalliques risquent d'endommager les matériaux et ne peuvent donc pas être utilisés.

Le constructeur FAC assure une protection suffisante pendant le transport à l'intérieur et à l'extérieur. Les chargements sont arrimés et les matériaux sont suffisamment protégés contre tout dommage possible.

## 11.3 Contrôle

A la livraison des éléments de façade sur chantier, le constructeur s'assurera que les éléments sont livrés conformément au contrat. Les éléments de façade ne peuvent pas présenter de défauts apparents.

## 11.4 Transport sur le chantier

Le déchargement et le transport horizontal et vertical sur le chantier seront effectués avec toute l'attention et les précautions nécessaires. Pendant ces transports, aucune sollicitation ne pourra être appliquée qui risque de déformer ou d'endommager les éléments de façade. Il convient de se concerter à l'avance pour savoir qui assumera la responsabilité du chargement, du déchargement, du transport sur le chantier et du stockage des matériaux.

Dans le planning de construction, le maître d'ouvrage tiendra compte des jours de chômage supplémentaires pour intempéries lors du transport et de la mise en œuvre des éléments de façade et/ou de leurs composants.

Le constructeur FAC assure une protection suffisante pendant le transport horizontal et vertical sur le chantier. Les matériaux sont suffisamment protégés contre tous dommages éventuels.

## 11.5 Stockage

Les lieux d'entreposage seront facilement accessibles à partir de la voie publique pour tous les moyens de transports normaux. Beaucoup de dégradations pourront être évitées en stockant les éléments de menuiserie de manière appropriée à l'intérieur d'un local sec.

On peut par exemple considérer comme endroit de stockage : un hangar séparé, un conteneur, un local séparé sur le terrain du bâtiment en construction, etc.

Le stockage à l'extérieur est uniquement justifié s'il peut être garanti que les matériaux se situeront à une distance suffisante du sol et qu'ils seront suffisamment protégés et aérés. Il est conseillé de limiter la période de stockage sur chantier au strict minimum.

Lorsque les éléments de façade en aluminium sont stockés dans leur emballage, il faut tenir compte des éventuels dégâts suite à la formation de condensation.

Les volumes de verre rangés sur un chevalet de transport seront stockés à l'abri de la lumière ou recouverts d'une feuille opaque afin d'éviter la casse thermique.

Lorsque le verre reste longtemps en contact avec l'humidité (par exemple lorsque de l'eau pénètre entre deux vitrages stockés l'un sur l'autre), des éléments de base sont soustraits au verre, ce qui risque de provoquer l'apparition d'une fine couche blanche ou de taches colorées. L'irisation est le résultat d'une attaque externe du verre et provoque des dégâts irréparables.

L'ordre de stockage des volumes de verre sur le chevalet est déterminé en fonction de l'ordre de mise en œuvre sur le chantier.

Le constructeur FAC veille à prévenir tous dégâts aux matériaux pendant le stockage du verre et des éléments de menuiserie. Pour le stockage du verre, on prévoindra notamment la casse thermique et l'irisation. Le stockage à l'intérieur ou à l'extérieur se fera sur chevalets. Le verre stocké sera suffisamment couvert et abrité de la lumière.

## 11.6 Mesures de prévention des dégâts

Les précautions contre les dégâts sur le chantier sont également déterminées par la méthode de construction, l'organisation de la construction et la phase de construction dans laquelle les éléments sont posés. Dans tous les cas, il est souhaitable que le maître d'ouvrage consulte le constructeur suffisamment à temps pour convenir d'une manière de prévenir les dégâts. C'est très important car certains dégâts causés par des tiers (par exemple par le meulage des métaux, les limailles de forage, l'eau de ciment et la soudure) peuvent difficilement être réparés.

La prévention des dégâts par le choix de la bonne méthode de travail ou d'organisation de la construction est plus efficace que toute réparation quelle qu'elle soit. C'est pourquoi il est recommandé de n'installer les éléments de menuiserie qu'après l'achèvement des travaux de gros œuvre. Les détails et la planification devront donc assurer que la mise en œuvre puisse avoir lieu à un stade tardif de la construction.

Le maître d'ouvrage devra veiller à prévenir les dégâts aux éléments pendant la période de construction.

Lorsque des travaux comme le coulage de béton, l'exécution de la maçonnerie, l'application d'enduits et

la réalisation du rejointoiement doivent être effectués à proximité immédiate des éléments en aluminium déjà mis en place, ces éléments seront dûment protégés par le maître d'ouvrage afin de prévenir les dégradations et /ou les attaques chimiques.

Les éclaboussures de ciment ou autres souillures alcalines doivent être immédiatement enlevées par le maître d'ouvrage car le ciment, l'eau de gâchage ou d'autres taches alcalines attaquent les surfaces ainsi que le verre. Il conviendra d'utiliser ici, en concertation avec le fournisseur des profilés, des produits adaptés.

Lorsque des projections de métal (soudures, poussières, ...) se déposent sur le verre, elles s'incrusteront dans le verre et l'abîmeront de manière irréparable. Seul le remplacement du verre peut alors être envisagé.

## 11.7 Réparation des dégradations sur le chantier

Il est quasi impossible de réparer les dégâts occasionnés aux éléments en aluminium, entre autres en raison de la différence d'épaisseur de la couche de finition. Le meilleur résultat est obtenu en nettoyant les dégradations avant de les dégraisser et de les repeindre. Les éléments endommagés à plusieurs endroits seront repeints dans leur ensemble après les avoir nettoyés et dégraissés. La peinture à appliquer sera choisie en concertation avec l'entreprise qui effectuera la réparation.

## 12

# MISE EN OEUVRE DE LA MENUISERIE SUR CHANTIER

## 12.1 Livraison et mise en oeuvre

La pose des éléments de façade est très importante pour assurer leur bon fonctionnement. Après la livraison, la qualité des éléments de menuiserie ne peut en aucun cas subir les conséquences d'un mauvais traitement et/ou d'une mise en œuvre imparfaite.

Le constructeur FAC établit un dossier d'exécution qui sera disponible sur chantier et qui sera correctement suivi. Ce dossier tient compte des risques de sécurité (défenestration et blessures, effraction, incendie, ...) dans la détermination du vitrage. Le dossier d'exécution contient un aperçu de l'emplacement de chaque fenêtre et des détails et raccords au gros œuvre : raccord des joints et étanchéités, dispositif de drainage, données concernant les ancrages, etc.

Afin d'éviter les dégradations dues à des erreurs de manipulation sur le chantier, il est conseillé de confier la mise en oeuvre de la menuiserie au constructeur.

En concertation avec le constructeur, le maître d'ouvrage assurera, à ses propres risques et périls, la réalisation de tous les travaux de démolition, décapage, maçonnerie, carrelage, enduit, bétons, peintures, installations de chauffage central et autres, ainsi que la mise à disposition d'échafaudages.

La fourniture et l'acheminement des moyens de fixation du genre rails d'ancrage, chevilles, lattes de réglage et autres dispositifs nécessaires pour la réalisation de la mise en oeuvre sont pour le compte et aux risques de l'adjudicataire.

Au préalable, la structure sera étudiée quant à sa résistance et rigidité en vue de reprendre les sollicitations auxquelles elle sera soumise (selon NBN EN 1990 et 1991). Elle doit également permettre que le raccordement des éléments de menuiserie soit étanche à l'eau et à l'air, plan, d'équerre et résistant au gauchissement.

Le suivi est généralement assuré par le chef de projet ; sur les petits chantiers, cela se fait au moment du relevé des mesures. La pose sera réalisée sur la base des dessins approuvés par le maître d'ouvrage. Le constructeur ne po-

sera pas les éléments de menuiserie avant que le maître d'ouvrage ait constaté que les écarts dimensionnels de la structure portante ne dépassent pas les tolérances convenues par rapport aux axes, trames et cotes de niveau. Voir le par. 7.4 - Dimensionnement.

Les éléments de menuiserie seront posés d'aplomb avec un écart maximum de 1 mm par mètre par rapport à l'horizontale. En même temps, une tolérance de  $\pm 3$  mm sera respectée par rapport aux axes, à la trame et aux cotes de niveau.

Pour le choix du type des ancrages, de leur dimensionnement et de leur nombre, nous référons au paragraphe 7.2.5 - Ancrages.

Dans la mesure où ils ne sont pas fabriqués en acier inoxydable ou aluminium, tous les ancrages (surtout en milieu humide) seront dûment protégés contre la corrosion et ne provoqueront pas la corrosion de l'élément de façade en aluminium (voir paragraphe 7.3 – Combinaison de l'aluminium avec d'autres métaux).

En plus d'un bon ancrage, il est important d'assurer un resserrage étanche à l'air à l'intérieur de la menuiserie ainsi qu'un bon raccordement à l'isolation (nœuds constructifs PEB) afin d'améliorer les performances énergétiques du bâtiment.

Au niveau de la traverse supérieure, le joint sera réalisé de manière à empêcher la stagnation d'eau. Les membranes ou autres moyens d'étanchéité présents sur le chantier pourront également couvrir ce joint. Les éléments de menuiserie ne peuvent en aucun cas être attaqués par un matériau d'étanchéité du genre bavette en plomb.

Les profils d'étanchéité de l'élément de menuiserie qui sont appliqués à l'extérieur sont supposés, à la longue, laisser l'eau s'infiltrer, notamment à cause des effets capillaires. Il convient donc de prévoir les dispositifs nécessaires dans les éléments de menuiserie pour drainer cette eau vers l'extérieur.

## 12.2 Pose de vitrages

### 12.2. Feuillure

Nous référons ici à la NIT 221 du CSTC - La pose des vitrages en feuillure. Dans l'industrie verrière, cette directive est appliquée pour l'attribution des certificats de garantie. Des infractions peuvent entraîner la caducité des garanties. C'est pourquoi il est important, dans le cas de projets qui s'écartent de ces directives, de se renseigner auprès du fournisseur des vitrages au sujet des possibilités de réalisation et de demander l'approbation de l'exécution.

La forme de la feuillure sera adaptée en fonction du système de vitrage appliqué. Pour les systèmes de vitrages posés au mastic, la forme de la feuillure et de la parclose devra garantir que les joints concernés puissent être complètement remplis avec un matériau d'étanchéité.

Pour les systèmes de vitrages posés à sec, la feuillure pourra avoir une hauteur de 14 mm à condition que le profilé en caoutchouc pour la pose à sec recouvre entièrement le joint et qu'il y ait une battée nette d'au moins 10 mm et un jeu périphérique d'au moins 3 mm.

Les exigences pour la hauteur de la feuillure dépendent d'une part des tolérances des dimensions du verre et d'autre part de la protection de l'espaceur (bande butyle) contre les rayons UV. En concertation avec le maître d'ouvrage et avec l'accord du fabricant du vitrage, la hauteur des feuillures peut être réduite afin de minimiser leur emprise.

Dans certains modes de pose comme le bord à bord ou les verrières, il se peut que 1 ou 2 côtés ne soient pas protégés ; dans ce cas, il convient d'adapter l'étanchéité périphérique du double vitrage, par ex. silicones au lieu de polysulfides. Pour les verres spéciaux comme les vitrages pare-balles ou antifeu, les exigences du fabricant des vitrages quant à la forme des feuillures doivent être respectées.

Au bas de la feuillure, les différentes rainures du profilé doivent être reliées pour assurer l'évacuation de l'eau de condensation.

### 12.2.2 Cales de support et de distance

Pour plus d'informations, voir la NIT 221 - La pose des vitrages en feuillure. Ci-dessous, nous approfondissons quelques aspects.

Les cales de support sont destinées à transmettre le poids du verre aux profilés. En vue d'éviter des tensions trop élevées aux angles de la vitre, la distance entre l'angle du châssis et le côté le plus proche de la cale sera au moins égale à la longueur de la cale, mais jamais inférieure à 50 mm et jamais supérieure à 25 % de la longueur de la vitre. Dans certains cas particuliers, cette distance peut être adaptée en concertation avec le fournisseur du vitrage.

Pour les vitrages isolants, toutes les feuilles de verre seront entièrement supportées.

Lorsque les dimensions de la feuille de verre l'exigent, il peut s'avérer nécessaire de poser ces cales au-dessus des points fixes de la menuiserie (ancrages, roulettes des portes coulissantes, etc.).

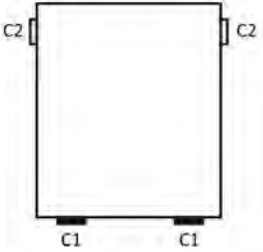
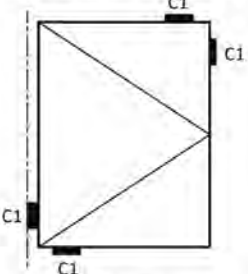
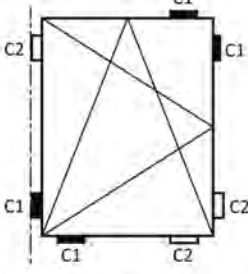
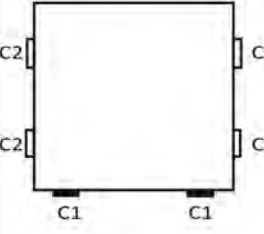
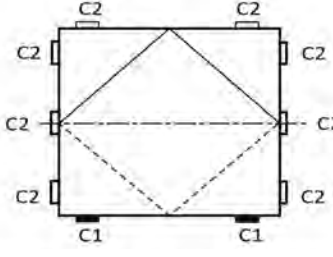
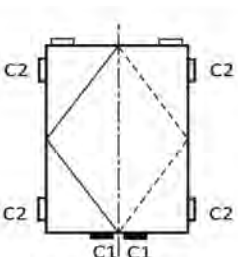
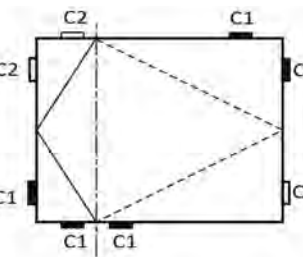
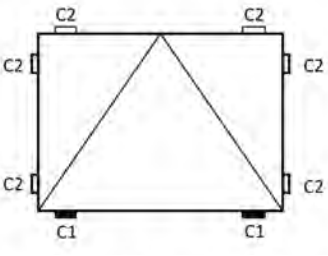
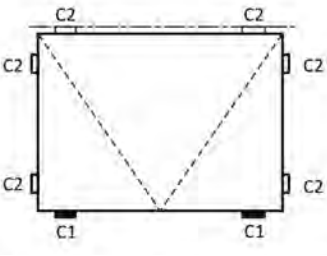
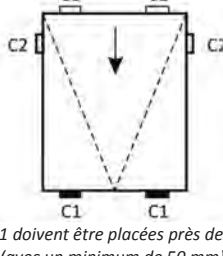
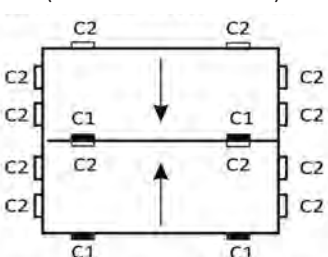
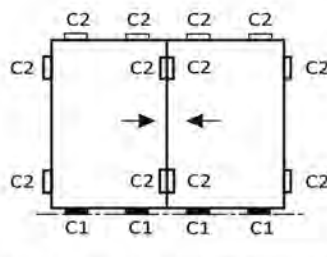
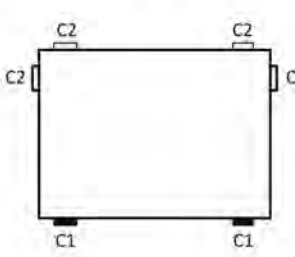
Les cales de distance servent à maintenir la vitre en place et à éviter qu'il y ait un contact entre la vitre et la feuillure. Il est conseillé de coller les cales de distance avec un produit au silicone approprié.

La longueur minimale des cales de support est de 50 mm pour les vitres jusqu'à 2 m<sup>2</sup> ; 75 mm pour les vitres de 2 à 3,25 m<sup>2</sup> et 100 mm pour les vitres de 3,25 à 5 m<sup>2</sup>. Pour les surfaces plus grandes, il convient de se concerter avec le fournisseur des vitrages.

Pour les deux types de cales, la largeur minimale est égale à l'épaisseur du vitrage plus le vide augmentée de 2 mm.

Il est recommandé de se concerter avec le fournisseur des vitrages isolants au sujet des prescriptions de pose. Pour les profilés isolés, il est nécessaire que les efforts transmis par les cales de support et de distance soient transférés au profil de support, sauf si l'isolateur est conçu pour reprendre ces efforts.

Les cales de support ne peuvent pas compromettre le drainage et/ou l'aération de la feuillure. En cas d'éléments de façade résistant à l'effraction, il est conseillé de placer des cales de distance centrales supplémentaires à l'endroit de la serrure centrale ou de la fermeture ainsi qu'en face dans le montant de suspension.

<p><b>FENETRE FIXE</b></p>  <p>Les cales C2 ne sont nécessaires que pour les fenêtres vitrées en atelier et devant être transportées.</p>	<p><b>OUVRANT (INTERIEUR OU EXTERIEUR)</b></p>  <p>La cale C1 supérieure est ajustée pour régler l'équerrage du châssis et permettre la bonne ouverture.</p>	<p><b>OSCILLO-BATTANT</b></p>  <p>La cale C1 supérieure est ajustée pour régler l'équerrage du châssis et permettre la bonne ouverture.</p>	<p><b>VITRAGE FIXE EN TOITURE</b></p> 
<p><b>PIVOTANT HORIZONTAL (BASCULANT)</b></p>  <p>Les cales C1 doivent être placées près des coins du châssis (avec un minimum de 50 mm) pour limiter la flexion du châssis. Les cales C2 de la traverse supérieure servent à reprendre le poids du vitrage lorsque le châssis pivote. Il faut leur donner la même longueur que les cales C1 de la traverse inférieure. Selon la conception du châssis, on peut soit avoir une cale C2 le long de chaque montant du châssis au niveau du pivot, soit deux cales C2 aux extrémités des montants.</p>		<p><b>PIVOTANT VERTICAL CENTRE</b></p>  <p>Il est conseillé de placer deux cales de support C1 à 50 mm de part et d'autre de l'axe de rotation du châssis. Pour les petits volumes, la cale C2 inférieure dans le montant est facultative.</p>	<p><b>PIVOTANT VERTICAL DECENTRE</b></p>  <p>Il est conseillé de placer deux cales de support C1 à 50 mm de part et d'autre de l'axe de rotation du châssis. Pour les petits volumes, la cale C2 inférieure dans le montant est facultative.</p>
<p><b>SOUFFLET</b></p>  <p>Les cales C1 doivent être placées au droit des charnières. Pour les petits volumes, les cales C2 dans le bas des montants sont facultatives.</p>	<p><b>PROJETANT</b></p>  <p>Les cales C1 doivent être placées près des coins du châssis (avec un minimum de 50 mm) pour limiter la flexion du châssis.</p>	<p><b>PROJETANT COULISSANT</b></p>  <p>Les cales C1 doivent être placées près des coins du châssis (avec un minimum de 50 mm) pour limiter la flexion du châssis. Les cales C2 le long des montants sont placées à l'endroit de fixation du bras de soutien.</p>	
<p><b>GUILLOTINE (COULISSANT VERTICAL)</b></p>  <p>Une seule cale C2 le long des montants suffit pour les petits volumes.</p>	<p><b>COULISSANT</b></p>  <p>Les cales C1 doivent être disposées au droit des galets de roulement.</p>	<p><b>ALLEGE</b></p> 	

Figur 12.1 : Cales de support et de distance selon NIT 221 - La pose de vitrages en feuillure.

### 12.2.3 Pose du vitrage

La pose des vitrages en feuillure doit respecter un nombre de règles pour assurer la durabilité du vitrage et réduire les dégradations. Parmi celles-ci :

- le dimensionnement correct du vitrage ;
- la qualité du vitrage ;
- la qualité du châssis ;
- éviter le contact entre le verre et le châssis par la pose de cales et prévoir un jeu suffisant entre la vitre et le châssis ;
- l'étanchéité entre la fenêtre et le vitrage ainsi que le drainage de la feuillure ;
- la compatibilité des matériaux ;
- la protection des joints du double vitrage contre les rayons UV ;
- la limitation des contraintes thermiques dans le vitrage ;
- l'entretien.

Ces principes sont détaillés dans la NIT 221

- La pose des vitrages en feuillure.

La pose des vitrages se fait généralement sur chantier après la pose des châssis dans le gros oeuvre. En fonction des dimensions et du type de façade, on peut envisager de poser le verre dans l'atelier. Les supports des vitrages devront être posés correctement afin que le vitrage ne se déplace pas pendant le transport au chantier et sur le chantier.

On distingue 2 systèmes de pose, à savoir :

- la pose avec des profilés d'étanchéité, aussi appelée pose à sec ;
- la pose avec un mastic souple.

Lors de la pose des vitrages, on tiendra compte du sens et du positionnement du verre, selon les indications dans le dossier d'exécution ou les marques appliquées sur le verre afin de garantir la bonne pose du vitrage.

## 12.3 Contrôle

Après la mise en oeuvre, on contrôlera pour chaque élément de la menuiserie si :

- les parties ouvrantes et la quincaillerie fonctionnent bien et facilement ;
- le vitrage est intact ;
- le resserrage à la baie du gros oeuvre est exécuté correctement ;
- la surface est exempte de dégradations, compte tenu de ce qui suit.

Pour l'intérieur, l'évaluation se fera à une distance 3 mètres perpendiculairement à la surface. Pour les surfaces horizontales, l'évaluation se fera sous un angle de 15° par rapport à la surface. Pour l'extérieur, l'évaluation se fera à partir du sol sous un angle de 45° (horizontal/vertical) et à une distance d'au moins 5 mètres de la surface de la façade. Dans tous les cas, l'évaluation se fera à l'œil nu et à la lumière naturelle diffuse.

Immédiatement après la mise en oeuvre, chaque élément de menuiserie sera contrôlé par le constructeur. Une rencontre ou une procédure sera convenu avec le client pour traiter de la non-conformité.

Ce qui précède est évidemment uniquement d'application pour les éléments posés par le constructeur.

Après la mise en oeuvre par le constructeur, les éléments de menuiserie seront réceptionnés conformes à la sortie d'usine. Cela sous-entend l'enlèvement de tous les restes de mastic visibles, étiquettes, marques d'usine et colle des étiquettes sur le verre, les panneaux et les profilés des éléments de façade. Les feuilles autocollantes appliquées pour protéger les éléments seront enlevées dès qu'elles ne sont plus nécessaires afin qu'elles n'attaquent pas le traitement de surface. L'évacuation des déchets de chantier et de la poussière, le lavage et le séchage des éléments de menuiserie ne sont pas compris.

Pour les façades rideaux, les points suivants seront contrôlés :

- Les travaux ont-ils été exécutés conformément aux prescriptions du fournisseur du système ?
- Les resserrages au niveau du gros oeuvre sont-ils bien exécutés ?
- A-t-on suffisamment tenu compte de la dilatation ?
- La pose des ancrages a-t-elle suffisamment pris en compte les mouvements du gros oeuvre ? Les vis de fixation des profils de serrage sont-elles suffisamment longues ?
- Les cadres de serrage et de couverture sont-ils correctement exécutés (au niveau de l'infiltration d'eau, de la planéité, ...) ?
- Le drainage s'effectue-t-il selon les prescriptions du fabricant du système ou des essais ITT et selon le principe de drainage préconisé (par champ ou par les montants) ?
- Les supports de vitrages et assemblages en T ont-ils été choisis en fonction du poids du vitrage et des autres sollicitations éventuelles ?
- La résistance au feu et les ragréages ont-ils été exécutés selon les essais ITT, les informations du fournisseur du système et conformément aux essais ?

## 13

# JOINTS DE RESSERRAGE ENTRE LA MENUISERIE ET LE GROS OEUVRE

## 13.1 Introduction

Au droit des joints entre les éléments de menuiserie et la baie du gros œuvre, la forme, les dimensions et le matériau de remplissage du joint doivent être parfaitement raccordés. La qualité du joint est également déterminée par l'entreprise chargée de l'exécution des joints.

C'est pourquoi il est essentiel que des accords écrits soient conclus entre le maître d'ouvrage et le constructeur en ce qui concerne les tolérances admissibles et le mouvement maximum autorisé des éléments. Si cet aspect est négligé au stade de la conception, les dimensions des joints risquent de s'écarter tellement que le produit d'étanchéité utilisé ne sera pas satisfaisant.

Le remplissage des joints peut se faire à l'aide d'un mastic plastique, plasto-élastique ou élastique. Les mastics répondront aux exigences de la norme NBN EN ISO 11600. La STS 56.1 – Mastics d'étanchéité pour façades contient également des informations sur les mastics et leur application.

Les mastics d'étanchéité hybrides sont souvent utilisés pour le resserrage autour de la menuiserie, surtout pour les applications extérieures. Les mastics d'étanchéité hybrides de qualité combinent une très bonne adhérence avec une grande souplesse. Ils peuvent en outre s'appliquer sur un support légèrement humide et peuvent être peints avec une peinture en phase aqueuse.

Le tableau ci-dessous donne une indication de la déformation permanente admissible des différentes sortes de mastics. Pour connaître la valeur exacte de la déformation permanente admissible de certains types de mastics, il convient de contacter le fournisseur.

Par rapport à l'étanchéité à l'eau et à l'air, le constructeur FAC contrôlera, après la mise en oeuvre de la menuiserie, si :

- les ouvertures de drainage et de ventilation sont ouvertes et propres ;
- les étanchéités extérieures sont suffisamment jointives (concernant l'étanchéité à l'eau), y compris dans les angles supérieurs ;
- des joints (d'étanchéité à l'air) ont été appliqués entre le gros œuvre et les éléments de façade ;
- les joints de vitrage sont bien jointifs par rapport au panneau ou verre, y compris dans les angles.

## 13.2 Conception

La conception d'un joint dépend :

- du matériau des éléments constituant le joint et du traitement de leur surface ;
- de la nature et de la porosité du support ;
- des différences de température possibles ;
- du fond de joint ;
- du mode d'ancrage ;
- des dimensions du joint.

Nom du mastic	Groupe	Type et indication de la déformation permanente admissible	
Butyle	Plastique	Ne reprend pas sa position initiale	2-8 %
Caoutchouc butyle	Plasto-élastique	Reprend partiellement sa pos. initiale	0-8 %
Kraton	Plasto-élastique	Reprend partiellement sa pos. initiale	10-25 %
Acrylique (solution)	Plasto-élastique	Reprend partiellement sa pos. initiale	2-15 %
Polyuréthane (1 composant)	Elastique	Reprend rapidement sa pos. initiale	5-25 %
Polyuréthane (2 composants)	Elastique	Reprend rapidement sa pos. initiale	5-25 %
Polysulfide (1 composant)	Elastique	Reprend sa position initiale	10-15 %
Polysulfide (2 composants)	Elastique	Reprend sa position initiale	10-25 %
Silicones	Elastique	Reprend rapidement sa pos. initiale	10-25 %
Hybride	Elastique	Reprend rapidement sa pos. initiale	10-25 %

Tableau 13.1 : Déformation permanente admissible des différents types de mastics.

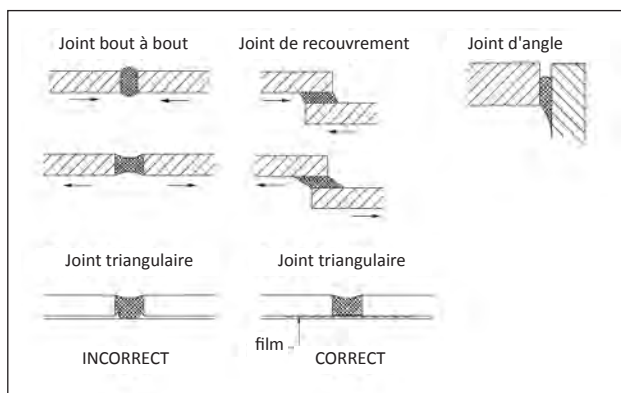


Figure 13.2 : Types de joints.

Le type de joint a également son importance. Nous distinguons 4 types, voir figure 13.2 :

- Joint bout à bout
- Joint à recouvrement
- Joint d'angle
- Joint triangulaire

Comme on peut le voir sur le dessin ci-dessus, un joint à trois faces est fortement déconseillé. Le joint ne peut plus se déformer librement et des fissures apparaîtront dans le mastic.

La meilleure solution ne peut être réalisée qu'en veillant à ce que le mastic n'adhère pas au fond de joint. A cet effet, on posera dans le joint un fond de joint ou un film antiadhésif. Un film autocollant auquel aucun mastic n'adhère convient parfaitement.

Un joint en mastic fonctionnera au mieux lorsque les faces du joint sont parallèles. Un joint à recouvrement avec un espace suffisant peut supporter de plus grands mouvements qu'un joint bout à bout. Lorsqu'il s'agit de reprendre des mouvements, le joint en angle ne peut pas être appliqué. Le climat influence la longévité d'un joint en mastic.

Les joints mastiqués doivent être conçus et appliqués de manière à empêcher la stagnation d'eau en surface.

L'utilisation d'un fond de joint permet de bien régler la profondeur des joints profonds. Un fond de joint rond bien serré exercera une contre-pression lors de la pose du mastic. On obtiendra ainsi une bonne adhérence aux parois du joint.

Dans de nombreux cas il est nécessaire, avant de procéder au masticage, d'appliquer un produit d'accrochage.

On veillera particulièrement à ne pas faire de taches (pierre...). Les prescriptions du fournisseur seront respectées.

Lors de la conception d'une façade, il est important de viser une bonne accessibilité des joints. C'est la seule façon de pouvoir imposer des exigences au sujet du bon mode de traitement préparatoire des joints et de l'application du mastic. C'est aussi très important en vue de l'entretien ultérieur.

### 13.3 Dimensions des joints et choix du mastic

Le bon fonctionnement d'un joint mastiqué dépend des caractéristiques du matériau de mastic en fonction de la nature du joint : accessible, acoustique, retardateur de feu, joint de façade et joint entre éléments de façade et gros oeuvre. Le choix du mastic doit être accordé à la situation, par exemple en ce qui concerne la possibilité d'appliquer une peinture, la résistance à l'usure et la résistance chimique.

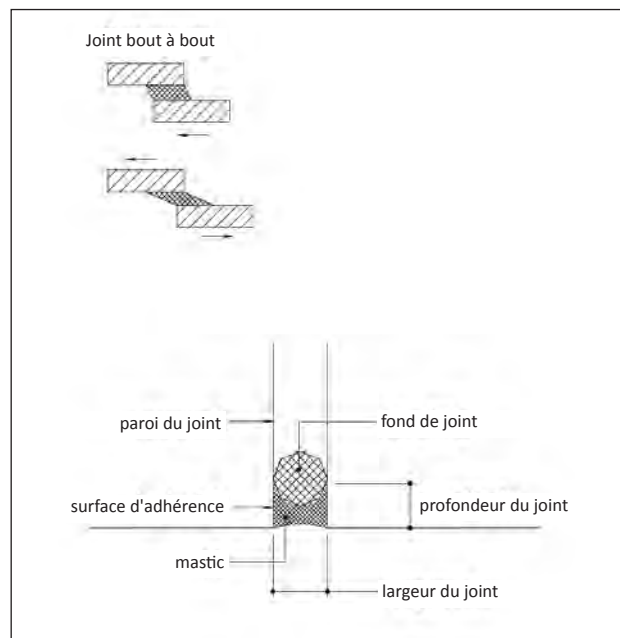


Figure 13.3 : Détails d'un joint.

La largeur des joints sera déterminée d'abord en fonction des mouvements qui peuvent se produire dans le joint. La grandeur du mouvement à prévoir sera déterminée à l'aide du coefficient de dilatation thermique linéaire des matériaux utilisés. Un joint entre un élément de façade et le gros oeuvre tiendra uniquement compte du mouvement de l'élément de façade.

Il va de soi qu'il faut tenir compte des mouvements possibles suite aux différences de température. Une fois les mouvements des joints calculés, le type de mastic pourra être déterminé à l'aide du tableau 13.1 avec les déforma-

tions permanentes admissibles. Il est conseillé de faire le choix définitif en concertation avec le fournisseur du mastic et le maître d'ouvrage.

Lors de l'application d'un mastic à deux composants, il faut obtenir un mélange homogène à partir des deux composants, conformément aux instructions du fournisseur. Le mouvement maximum admissible des joints à recouvrement dans la construction est 1,5 x supérieure à celui des joints bout à bout remplis avec le même type de mastic.

La largeur minimale d'un mastic élastique est de 8 mm, celle d'un mastic plasto-élastique 9 mm et d'un mastic plastique 10 mm. L'utilisation de mastics plasto-élastiques est déconseillée à l'extérieur en raison des grands mouvements des joints qui se produisent dans ce type d'applications. La largeur minimale d'un joint au mastic élastique est 5 mm (sauf pour les joints de sol). En fonction du mouvement à reprendre, celui-ci peut être prévu plus large. La profondeur conseillée est la moitié de la largeur pour les joints de dilatation (sauf pour les joints de sol). Pour les joints de resserrage ou à recouvrement, une profondeur de joint égale à la largeur est recommandée.

La profondeur requise pour les joints est :

- mastic élastique : 1/2 de la largeur + 3 mm ;
- mastic plasto-élastique : 1/2 de la largeur + 4,5 mm ;
- mastic plastique : 1/2 de la largeur + 6 mm.

En ce qui concerne les charges élevées et la longévité, il est recommandé d'utiliser un mastic plasto-élastique ou élastique pour l'assemblage des profilés. Lorsque le joint ne peut pas être réalisé au mastic en raison des mouvements attendus, des plaques de couverture ou des joints à recouvrement seront appliqués.

### 13.4 Exécution

La température de l'objet et la température ambiante doivent être supérieures à 5°C et inférieures à 30°C, sauf informations contraires de la part du fabricant. Les faces des joints seront en l'état prescrit par le fabricant.

Pour obtenir la bonne profondeur de joint, un fond de joint à cellules ouvertes ou fermées peut être utilisé. Un matériau à cellules ouvertes sera appliqué avec une surpression de 75-100 % et un matériau à cellules fermées avec une surpression d'environ 50 % pour présenter une contrepression suffisante pendant l'application de la masse de mastic. Un matériau à cellules fermées sera appliqué avec un outil contondant pour éviter les dégradations et la formation de bulles dans le mastic (dégazage).

Toutes ces instructions sont données à titre indicatif : les prescriptions de mise en œuvre du fournisseur du mastic seront toujours respectées.

### 13.5 Profils ou bandes d'étanchéité

Les profils d'étanchéité à base de caoutchouc et les bandes d'étanchéité synthétiques sont de plus en plus fréquemment utilisés. Lorsque des profils d'étanchéité sont appliqués, les profilés de fenêtre en aluminium sont souvent équipés d'une chambre pour la fixation du joint. Les bandes d'étanchéité synthétiques se présentent sous différentes formes :

- à cellules ouvertes ou fermées ;
- autocollantes et non autocollantes ;
- bandes gonflantes en mousse imprégnée.

L'application des profils et/ou bandes d'étanchéité se fera de manière que, même au fil du temps, il ne se produise pas d'ouvertures ou de fuites. Le matériau ne peut pas être tendu et tiré autour des angles. Les matériaux utilisés résisteront au vieillissement. En ce qui concerne le bon fonctionnement des joints d'étanchéité, il faut tenir compte de la rugosité des parois des joints.

### 13.6 Membranes (d'étanchéité à l'air et à l'eau)

Depuis quelques années, on utilise de plus en plus des membranes pour assurer l'étanchéité à l'eau et à l'air de la menuiserie dans le but d'empêcher les pertes de chaleur par les fuites d'air et de prémunir la construction des dégâts provoqués par l'humidité de condensation. Selon les fabricants et fournisseurs, on distingue différents types de membranes.

Chaque membrane a sa propre colle (testée) pour collage au gros oeuvre. On veillera à ce que les membranes qui doivent être enduites soient collées en pleine adhérence sur le support (par ex. maçonnerie). Les différents types de membranes sont appliqués en fonction de leur emplacement : côté chaud ou côté froid de l'enveloppe du bâtiment.

Les membranes freine-vapeur ou pare-vapeur sont toujours disposées du côté chaud de l'isolation, les membranes perméables à la vapeur du côté froid. Les membranes hygrovariables sont posées indifféremment du côté chaud ou du côté froid. En tout cas, les prescriptions de pose du fournisseur seront respectées pour éviter les dégâts constructifs ou les éventuelles fuites d'air suite à une mise en œuvre peu soignée ou négligée.

### 13.7 Diffusion de vapeur, étanchéité à l'eau et à l'air

Ces notions sont déterminées par l'ensemble de la menuiserie et par l'exécution correcte des resserrages avec le gros œuvre.

Les paragraphes précédents avaient attiré l'attention sur la bonne exécution des mastics et du collage des bandes, des membranes et des profilés.

La menuiserie présente une bonne étanchéité à l'air. Il est cependant nécessaire d'assurer le même niveau d'étanchéité aux interfaces. Lorsque les co-entreprises font également le nécessaire pour assurer l'étanchéité à l'air des parois, il est important d'assurer l'intégration hermétique de la menuiserie.

Il s'agit de la liaison entre la menuiserie et l'élément de construction hermétique attendant au moyen d'un matériau étanche à l'air, plus particulièrement des bandes, des membranes, des profilés et des mastics pour la fixation.

Il est par conséquent important d'approfondir les caractéristiques des resserrages suivantes pour permettre une bonne conception et exécution, en particulier :

- la résistance à la diffusion des membranes ;
- la colonne d'eau sur les membranes ;
- l'étanchéité à l'air du resserrage.

Pour plus d'informations, voir la directive n° 4 de FAC – Nœuds constructifs et étanchéité à l'air.

La température du point de rosée (diagramme de Mollier) est représentée dans le tableau suivant.

Humidité relative 50 %

↓

24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3
21	2,8	6,0	6,0	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	16,3	16,4	17,4	18,4	19,3
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3
19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3

Température intérieure →

Tableau 13.5 : Relation entre la température et la température du point de rosée.

Matériau	Valeur $\mu$
air	1
laine de roche	1,3
enduit de plâtre	10
multiplé	50
membrane de polyéthylène	100.000 - 200.000
béton armé	130
briques	15
OSB	30 - 50
EPDM	50.000 - 70.000
PUR	50 - 185

Tableau 13.4 : La résistance à la diffusion  $\mu$  de différents matériaux de construction.

$\mu d = \mu \times d$  [m] - tableau de classification

$\mu d$ [m]	Classification selon la DIN 4108-3
< 0,5	Perméable à la vapeur
< 1500	Freine-vapeur
> 1500	Pare-vapeur

Un matériau perméable à la vapeur laisse facilement passer la vapeur d'eau. Un matériau étanche à la vapeur ne laisse pas passer la vapeur d'eau.

Lorsqu'elle atteint le point de rosée, la vapeur d'eau peut condenser sur un matériau étanche à la vapeur.

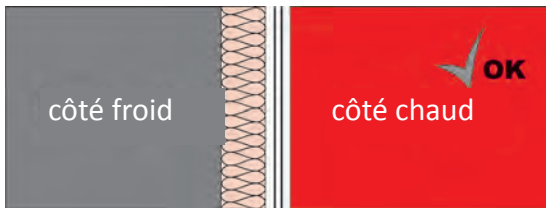


**Problème : la condensation superficielle à l'intérieur,** par exemple lorsqu'une membrane n'est pas isolée suite à un manque de soin d'exécution, peut se produire en cas de pont thermique.

Par ex. : à une température intérieure de 20°C et une HR de 50 %, il se formera de la condensation lorsque la température à la surface de la membrane atteint 9.3°C. Ceci se produit sur une membrane non isolée.

Il est donc conseillé de travailler du côté chaud du bâtiment avec un écran étanche à l'air et à la vapeur.

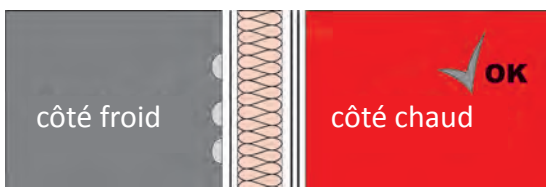
**Membrane de séparation entre le climat intérieur et le climat extérieur**



De cette façon, l'air intérieur humide ne peut pas condenser dans l'isolation.

A l'extérieur, il est conseillé de travailler avec un écran étanche à l'air et à la pluie mais ouvert au vapeur. L'humidité éventuellement présente dans l'enveloppe du bâtiment peut alors migrer sans problème vers l'extérieur. Le tableau ci-dessous présente une liste de matériaux utilisés fréquemment en pratique pour réaliser le resserrage des châssis.

**Membrane de séparation entre le climat intérieur et extérieur**



Matériau	Résistance à la diffusion	Étanchéité à l'air
laine de roche	perméable à la vapeur	perméable à l'air
multiplax	freine-vapeur	bonne étanch. à l'air
membrane de polyéthylène	pare-vapeur	étanche à l'air
enduit de plâtre	perméable à la vapeur	étanche à l'air
OSB	freine-vapeur	bonne étanch. à l'air
PUR	freine-vapeur - pare-vap.	bonne étanch. à l'air
EPDM	pare-vapeur	étanche à l'air

Il existe depuis peu des membranes ou films avec une résistance à la diffusion de vapeur variable. Ces produits permettent, en période sèche, de réduire l'accumulation d'eau occasionnelle dans les constructions.

Avec ce type de membrane, l'accumulation occasionnelle d'eau dans la construction et en particulier dans les toitures pouvait se diffuser dans les espaces secs pendant l'été.

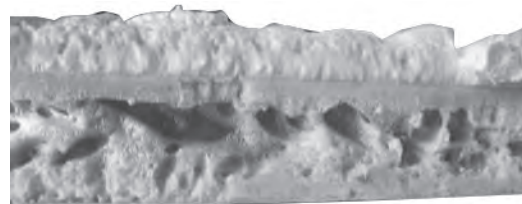
La mousse de polyuréthane n'est pas automatiquement étanche à l'air. La préparation de la baie, le dosage, la température sont importants. Pour assurer le durcissement rapide et complet, il faut que l'espace entre l'élément et la construction soit préalablement humidifié.



sans humidification préalable



avec humidification préalable



mauvaise application

**13.7.1 Problèmes dus à l'infiltration d'eau au niveau des resserrages**

L'introduction du double mur extérieur dans la période d'après-guerre a effectivement solutionné l'infiltration de l'eau dans les bâtiments.

La NIT 188 du CSTC explique l'importance d'une bonne exécution des membranes au-dessus des portes et fenêtres en vue de prévenir l'infiltration d'eau de pluie.

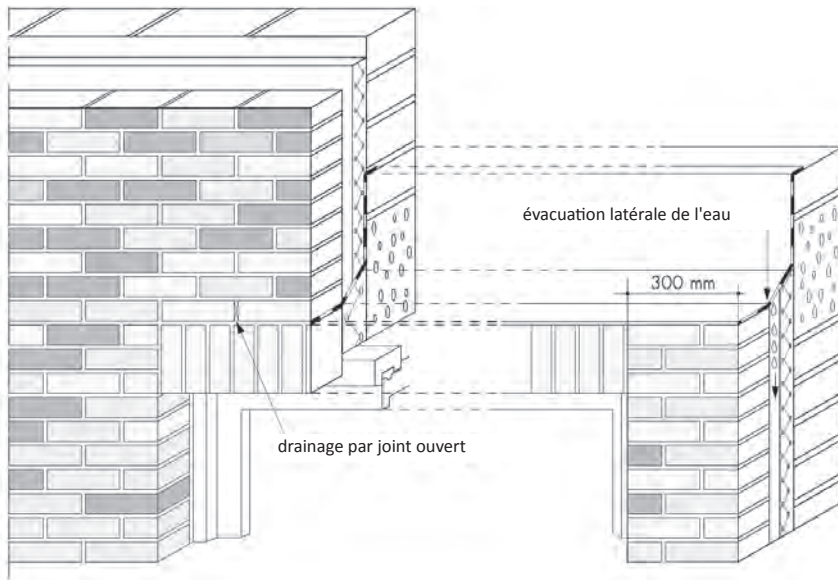


Figure 13.6 : Récolte de l'eau d'infiltration dans le creux des murs (source : CSTC ; NIT 188).

L'humidité qui pénètre dans le parement est évacuée par les joints verticaux ouverts. De part et d'autre de la fenêtre, la membrane est posée avec une longueur excédentaire de 300 mm pour éviter tout retour de l'eau vers le haut de la fenêtre.

Aujourd'hui, toutes les coupes détaillées sont reprises dans la NIT 255 du CSTC actualisée, qui donne également une bonne idée des nombreuses possibilités et des risques d'exécution.

Ce principe important est encore toujours d'application ; la photo montre un exemple de la pose erronée des membranes.



Figure 13.7 : Exemple de la mauvaise pose des membranes.

A gauche sur la photo, la membrane est déjà déchirée avant la pose de l'isolation et du mur de parement. A droite, la longueur excédentaire est inférieure à 300 mm.

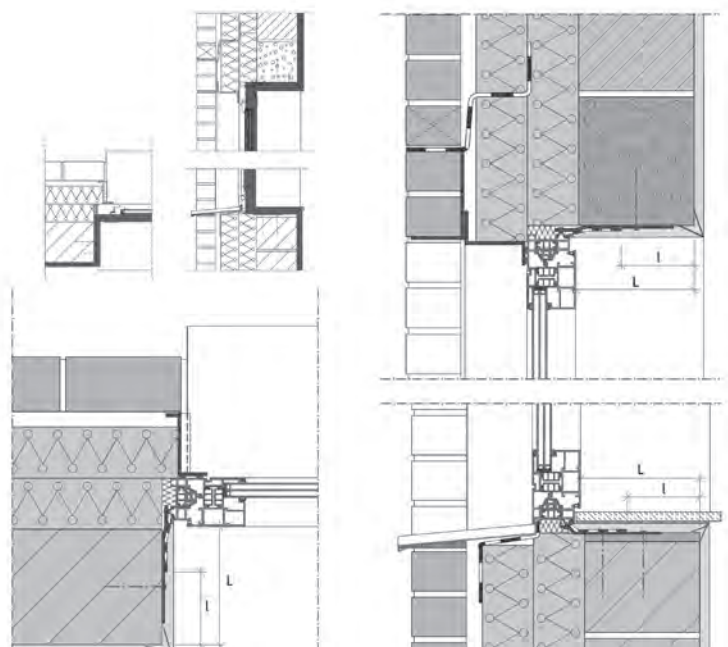


Figure 13.8 : Application d'une membrane d'étanchéité à l'air au droit du raccord entre la menuiserie et le gros oeuvre. (source : CSTC ; NIT 188).

L'exigence pour cette membrane est la hauteur de la colonne d'eau admissible exprimée en millimètres, ce qui constitue aussi pour les membranes perméables à la vapeur ou freine-vapeur un paramètre important. En pratique, une hauteur de colonne d'eau de 200 mm est recommandée.

**Nature de l'écran / des écrans d'étanchéité à l'air et types de raccords**

- Menuiserie
  - Membrane d'étanchéité à l'air
  - Enduit
- } Raccord sec-humide

### Points importants

- La continuité de l'étanchéité à l'air est assurée à l'aide de bandes de raccordement ou éventuellement à l'aide d'un produit d'étanchéité liquide spécifique.
- Afin de garantir la bonne adhérence des différents éléments, il est recommandé d'appliquer la bande d'étanchéité à l'air sur moins de la moitié de la battée  $l < L/2$ .
- La continuité de l'isolation thermique est assurée au moyen d'un matériau d'isolation appliqué (par injection) avant la pose de l'étanchéité à l'air.
- Le profil extérieur doit être adapté en fonction de la situation.
- Si des exigences acoustiques sévères sont imposées, il est souhaitable de remplir l'espace autour de la menuiserie avec de la laine minérale.
- La solution proposée sera adaptée en fonction de la nature du profilé de fenêtre.

### 13.7.2 Exécution correcte dans la pratique – une approche 3D

Il en ressort qu'il existe de nombreuses possibilités de combinaison pour lesquelles les principes de base expliqués doivent être respectés. Si on enveloppe l'ensemble d'une construction dans une membrane étanche à la vapeur, l'étanchéité à l'air s'en trouvera fortement améliorée mais le risque de condensation à l'intérieur augmentera.

Voici par conséquent les recommandations pour une bonne exécution :

#### 1) Membranes appliquées par l'entrepreneur principal au droit des baies de portes et fenêtres avant la pose de la menuiserie extérieure, en particulier au-dessus de la menuiserie extérieure.

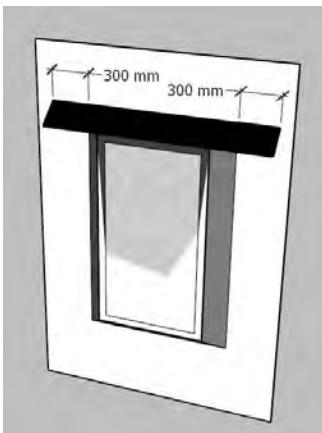


Figure 13.9 :  
Pose des membranes  
par l'entrepreneur  
principal.

Ces membranes seront posées conformément aux directives de la NIT 255 et le constructeur ne pourra accepter l'exécution que si elle est réalisée correctement.

#### 2) Membranes appliquées par le constructeur

Le constructeur FAC respecte les directives des NIT 255/188 et les recommandations du fournisseur des membranes.

- Les membranes appliquées tout autour seront perméables à la vapeur pour éviter, aussi dans le haut, toute éventuelle pénétration d'eau et aussi pour reprendre la colonne d'eau de 200 mm.
- Si elle est exécutée partiellement (au-dessus et sur les côtés), une membrane pare-vapeur est possible ; dans le bas on prévoira toujours une membrane perméable à la vapeur pour éviter toute éventuelle accumulation d'eau dans la construction, comme le montre l'illustration ci-dessous.

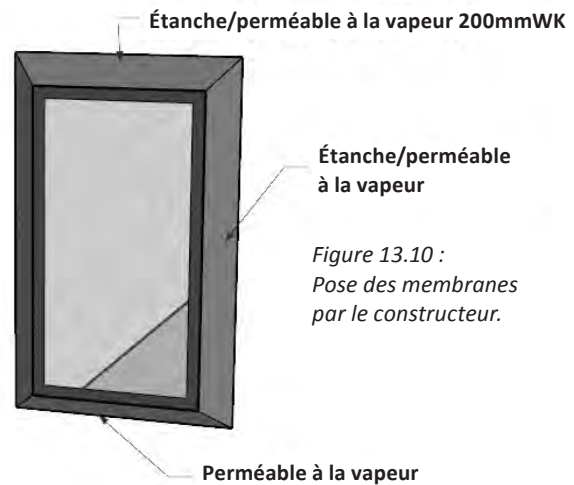


Figure 13.10 :  
Pose des membranes  
par le constructeur.

La fixation au support peut se faire mécaniquement ou par collage. A tenir en compte :

#### Pour les membranes extérieures :

- l'exposition aux intempéries (pluie, vent, rayons UV) pendant la période de construction ;
- l'adhérence au support doit être démontrée et prouvée pour une application humide en l'absence de fixations mécaniques et lorsque le bâtiment sera exposé pendant une longue durée aux pluies battantes.

#### Pour les membranes intérieures :

Pour assurer l'application facile de l'enduit, ces membranes intérieures sont pourvues d'une face adhésive et d'un voile à enduire.

Il s'agira de réaliser la liaison entre les matériaux étanches à l'air : d'une part la menuiserie, d'autre part la finition d'étanchéité à l'air intérieure (par ex. enduit, pare-vapeur, ...).

Ces caractéristiques seront contrôlées par le constructeur FAC et intégrées dans le dossier de construction.

## 13.8 Marquage CE

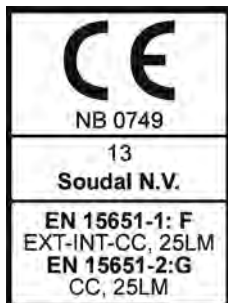
Voir également le chapitre 16 - Marquage CE.

Selon la norme harmonisée NBN EN 15651 publiée en avril 2013, le marquage CE est obligatoire pour tous les mastics depuis le 1er juillet 2014. Elle comporte 4 parties :

- Partie 1 (F) : Mastics pour éléments de façade (NBN EN 15651-1)
- Partie 2 (G) : Mastics pour vitrage (NBN EN 15651-2)
- Partie 3 (S) : Mastics sanitaires (NBN EN 15651-3) S
- Partie 4 (PW) : Mastics pour chemins piétonniers (NBN EN 15651-4) PW

Le marquage CE décrit les fonctions de base des mastics pour joints :

- Applications de base : F - G - S - PW
- Mouvement max. du joint : 25 - 20 - 12,5 - 7,5
- Module Low versus High **LM/HM**
- Usage intérieur/extérieur : **EXT - INT**
- Cold Climate use : **CC**



Ce marquage CE est lié à une déclaration des performances (DoP). Pour les joints entre la façade et la menuiserie, nous conseillons un mastic d'une classe de mouvement supérieure 20 & 25.

## Partie 3 | Suivi



# 14 RECEPTION

## 14.1 Introduction

La réception des travaux se fera en concertation avec le maître d'ouvrage, éventuellement en parties. Une checklist de réception sera établie. Le délai de garantie convenu commence à courir après la réception des travaux, voir chapitre 'Conditions et règles de garantie'. Les dégâts survenus pendant la pose mais qui ne sont pas occasionnés par le constructeur, sont pour le compte du maître d'ouvrage.

## 14.2 Moment et état de réception

Après la pose par l'adjudicataire, les éléments sont réceptionnés propres à la sortie de l'usine. C'est-à-dire qu'ils sont débarrassés des restes de mastics visibles, taches de mastics, marques d'usine, étiquettes et restes de colle sur le verre, les panneaux et les profilés.

Les feuilles de protection sont enlevées par le maître d'ouvrage dès que la fonction protectrice n'est plus indispensable et le plus rapidement possible pour éviter la dégradation du traitement de surface. L'enlèvement des

déchets et de la poussière du chantier et le nettoyage du vitrage ne sont pas compris.

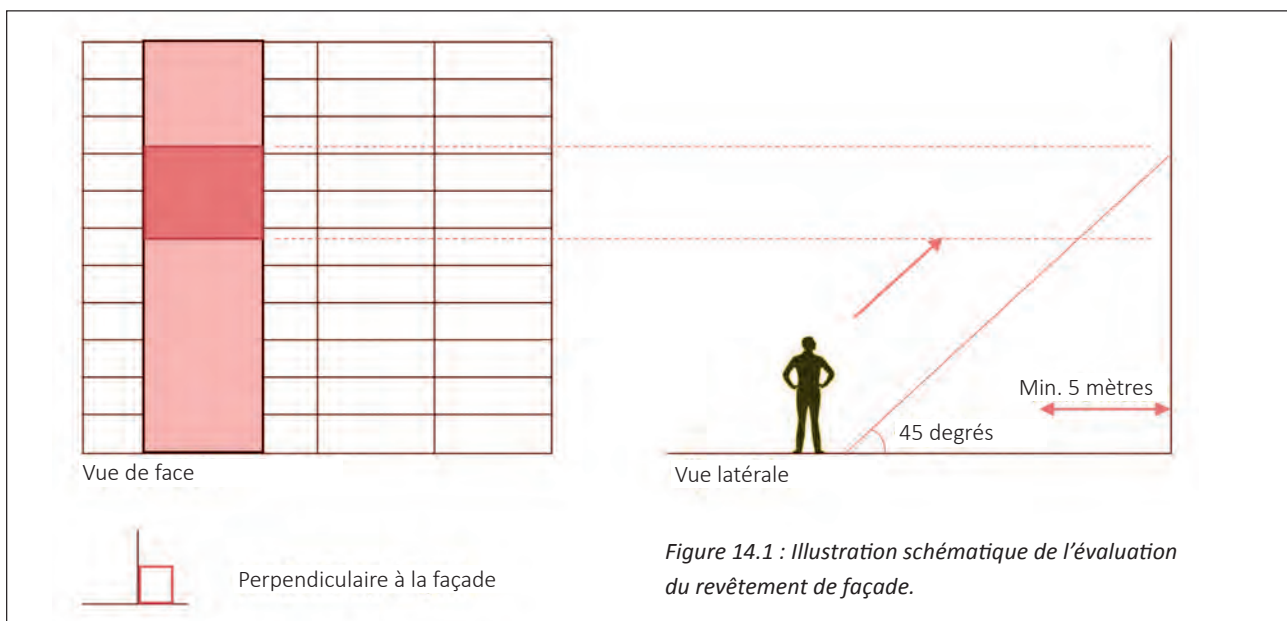
Directement après la mise en oeuvre, l'ouvrage sera réceptionné, éventuellement en parties, et le délai de garantie entrera en vigueur. Les dégâts survenus pendant la mise en oeuvre mais qui ne sont pas occasionnés par le constructeur, sont pour le compte du maître d'ouvrage.

Voir conditions générales et spécifiques en fin d'ouvrage, art. 13 - 'Réception'.

## 14.3 Check-list de réception

A la réception, on accordera de l'importance à tous les aspects des éléments livrés, en particulier :

- Les resserrages au gros oeuvre sont-ils exécutés correctement ?
- Les éléments de façade et les vitrages sont-ils exempts de dégradations ?
- Les surfaces de la menuiserie sont-elles intactes ?
- Tous les éléments de la quincaillerie fonctionnent-ils bien et facilement ?
- Les joints sont-ils mis en oeuvre correctement ?
- Toutes les parties électromécaniques fonctionnent-elles ?



### 14.3.1 Evaluation de l'aluminium

Etant donné le processus industriel de l'aluminium laqué, de petites imperfections sont possibles. Le traitement de surface de l'aluminium est également abordé au chapitre 8 – Traitement de surface de l'aluminium, plus particulièrement aux paragraphes 8.4.7 – Evaluation du laquage et 8.5.6 – Evaluation de l'anodisation.

### 14.3.2 Evaluation des vitrages

Pendant la phase de construction et à la réception d'un projet, des questions, des remarques et des plaintes sont régulièrement formulées sur la manière dont le verre doit être évalué et sur les normes qui sont d'application. Ce paragraphe n'aborde que quelques aspects visuels et est purement indicatif. Il vise principalement à évaluer à l'avance si une plainte est justifiée, ce qui permet d'éviter des réclamations non justifiées à la réception.

**L'évaluation officielle sera basée sur la note 03 – Méthodes et critères d'acceptabilité d'aspect des vitrages transparents du bâtiment (avril 2011) de la Fédération de l'Industrie du Verre (VGI-FIV).**

Les éléments suivants sont particulièrement importants :

#### 14.3.2.1 Evaluation des vitrages isolants

La qualité visuelle des vitrages isolants doit toujours être évaluée par approche individuelle des feuilles de verre qui les composent.

#### 14.3.2.2 Défauts fréquents

En ce qui concerne la hauteur des bords des vitrages isolants, les normes de produits européennes ne formulent pas d'exigences mais renvoient vers les tolérances du fabricant.

Il se peut que de fines particules (de poussière) se trouvent dans le vide ou sur l'espaceur. Si ces petites souillures ne perturbent pas la vue, il n'y a pas de raison de refuser le vitrage. La couleur du verre dépend de l'épaisseur, des intercalaires utilisés et des couches. L'utilisation de différents types de verre et/ou compositions entraîne d'inévitables différences de couleurs.

Dans les vitrages isolants, l'espaceur n'est pas nécessairement 100 % parallèle à la feuille de verre. Des écarts peuvent se manifester qui rendent l'espaceur visible après la pose.

Dans le cas d'interférences ou taches de couleur, des marques d'aspect huileux apparaissent qui se déplacent lorsqu'on applique une pression sur le vitrage.

L'interférence est un phénomène naturel et n'est pas considérée comme un défaut du produit. Il peut souvent être évité en utilisant des verres d'épaisseurs différentes.

La condensation sur les doubles vitrages peut apparaître sur la face du côté intérieur comme sur la face du côté extérieur et n'est pas un défaut du produit. Lorsque la condensation apparaît entre les feuilles de verre (dans la lame d'air), le vitrage isolant n'est plus étanche à l'air et doit être remplacé.

Les croisillons incorporés se situent entre les feuilles de verre d'un vitrage isolant et sont fixés à l'espaceur au moyen d'une technique spéciale. Plusieurs phénomènes optiques limités et petites imperfections liés à ces éléments peuvent survenir (traits de scie visibles aux croisements, petites différences de couleur, ...) ainsi que de légers bruits dus aux vibrations dans les parties ouvrantes, sans pour autant être considérés comme des défauts.

Les vitrages peuvent se comporter comme des miroirs et renvoyer un reflet parfois déformé. Cet effet est d'autant plus marqué que les objets réfléchis sont rectilignes (rive de toiture déformée, gouttière, poteaux d'éclairage, etc.). Les reflets déformés dus aux causes naturelles ne peuvent pas être considérés comme des défauts.

Les verres de différentes épaisseurs et/ou compositions, mais aussi de différents fournisseurs, peuvent présenter des différences de couleur. Par conséquent, la perception de plusieurs vitrages juxtaposés ou superposés peut être différente. Comme il s'agit d'un phénomène normal, il ne peut pas être considéré comme un défaut.

## 14.4 Documents

Les documents suivants doivent être remis lorsque la réception a été accordée :

- marquage CE et déclaration de performance (DoP) ;
- conditions de garantie ;
- prescriptions d'utilisation et d'entretien (elles donnent des indications quant à l'entretien préventif, les inspections, le nettoyage, les points importants, la fréquence,... pendant et après la phase de construction) ;
- pour les portes de secours et d'évacuation, le constructeur remettra, au maître d'ouvrage ou à la firme chargée de l'entretien, une fiche d'entretien sur laquelle tous les entretiens annuels seront consignés, selon la NBN EN 1125 et la NBN EN 179.

# 15 NETTOYAGE ET ENTRETIEN

## 15.1 Introduction

En ce qui concerne le nettoyage et l'entretien des éléments de façade en aluminium, on peut supposer qu'ils ont subi un traitement de surface pour préserver les matériaux, comme décrit au chapitre 8 - Traitement de surface de l'aluminium. En effectuant un entretien esthétique et technique régulier de la façade, la durée de vie peut être garantie pendant plusieurs décennies dans des circonstances normales. La fréquence de nettoyage, la protection et son application sur les différents matériaux utilisés sont abordées ci-dessous. La directive n°5 de la FAC - Entretien et garanties décrit également l'entretien des menuiseries en aluminium.

Il est fortement conseillé d'impliquer le constructeur dans le processus de conception en ce qui concerne, entre autres, l'utilisation des matériaux, le traitement de surface, la forme des éléments de façade et tous les sujets qui peuvent affecter la valeur esthétique et technique.

Afin de permettre un nettoyage périodique, il est nécessaire que les concepteurs, les constructeurs et les exploitants du bâtiment tiennent compte de l'accessibilité pour le nettoyage et l'entretien dès la phase de conception. Les endroits difficiles ou inaccessibles sont les premières zones qui ne seront pas ou mal entretenues.

Sans un nettoyage adéquat, la façade n'aura finalement plus l'aspect qu'elle avait à la réception. Au fil du temps, la corrosion, l'atténuation des couleurs,... réduiront la qualité effective ou de perception de la façade.

En ce qui concerne le design, certains aspects peuvent influencer la qualité. Lors de la conception, il est judicieux de tenir compte des aspects suivants :

- Les surfaces où l'eau peut stagner s'encrasseront plus rapidement. Les parties horizontales sont plus sensibles que les verticales.
- Les joints et interstices (profilage/détails) retiennent l'humidité et les saletés.
- Les façades difficilement accessibles, par ex. les façades inclinées, sont difficiles à nettoyer.

- Les parties ouvrantes de très grandes dimensions sont plus difficiles à manœuvrer, sensibles au vent et donc plus vulnérables.
- Les grandes vitres difficilement accessibles sont difficiles à remplacer.
- Les profilés étroits et profonds entre deux arêtes sont difficiles à revêtir par poudrage électrostatique et seront plus vulnérables à la corrosion.
- L'arrosage naturel par la pluie peut réduire le degré de salissure.
- Le revêtement s'applique plus uniformément sur les profilés arrondis.

## 15.2 Formes d'altération et de détérioration

Sans entretien, la menuiserie en aluminium sera soumise à différentes formes d'altération. Les plus fréquentes sont :

- voile de ciment qui s'incruste s'il n'est pas suffisamment nettoyé ;
- corrosion ;
- altération, décoloration, ternissement, ... de la couche superficielle ;
- rouille volante.

## 15.3 Nettoyage

L'objectif du nettoyage est d'éviter l'altération ou la détérioration à long terme. Seul un nettoyage périodique permettra de ne pas compromettre la durée de vie de la menuiserie en aluminium par des facteurs comme la saleté et l'humidité, l'action des acides, des sels et d'autres substances agressives.

Une attention particulière sera accordée au réchauffement des façades par le soleil. En été, il faut faire attention aux températures élevées à la surface des matériaux. Selon la disposition et la couleur, celles-ci peuvent facilement atteindre 70 à 80°C. Sans protection, des brûlures peuvent se produire. En outre, les produits de nettoyage

utilisés sèchent très rapidement, ce qui peut laisser des résidus nocifs et provoquer des rayures dans la couche de peinture moins résistante à ce moment. Par temps chaud, il est conseillé d'effectuer le nettoyage aux heures les plus fraîches de la journée, c'est-à-dire le matin ou le soir. À partir d'une température de surface de 40°C, il est conseillé de rincer d'abord à grande eau. Il n'est pas recommandé de nettoyer lorsque les surfaces atteignent une température supérieure à 45°C.

### 15.3.1 Fréquence et facteurs de salissement

La fréquence de nettoyage est principalement déterminée par le degré d'encrassement des éléments de façade. Ce degré de salissure peut être influencé par des facteurs qui aggravent la saleté : l'environnement, l'utilisation et l'orientation jouent un rôle, voir le paragraphe 8.2 – Impact climatique et environnements agressifs.

En présence d'un ou plusieurs de ces facteurs de salissement, on parle d'un environnement agressif, dans tous les autres cas d'une sollicitation normale.

La mesure où le traitement de surface combiné ou non avec l'aluminium peut être attaqué par les facteurs ci-dessus dépend de :

1. la nature du matériau (type d'aluminium) ;
2. le type du traitement de surface ;
3. l'application :
  - le prétraitement ;
  - la dureté du traitement de surface ;
  - le degré de brillance ;
  - la couleur ;
  - l'épaisseur de la couche ;
4. la gravité et la durée des facteurs aggravants :
  - la distance par rapport à la source de pollution ;
  - l'intensité/la concentration.

Le 4<sup>e</sup> point ne relève pas de la responsabilité du constructeur, mais de celle du client, de l'exploitant ou de l'utilisateur qui est également responsable de l'exécution effective du nettoyage, de l'entretien, de l'inspection et de la réparation.

C'est pourquoi il est important de déterminer directement après la pose, et même pendant la construction, des moments réguliers d'inspection, de nettoyage et d'entretien adaptés en fonction des besoins. Cela peut varier d'un projet à l'autre. Cette inspection doit notamment porter sur le degré et la nature de l'encrassement et sur les facteurs de salissement. La personne chargée de l'inspection disposera des connaissances et de l'expérience nécessaires. La pratique révèle que si un traitement de surface bien appliqué est régulièrement entretenu, il peut conserver pendant des décennies ses propriétés protectrices et esthétiques.

**L'entretien et le nettoyage réguliers de la façade et des vitrages est une condition de garantie.** Le tableau 15.1 indique la fréquence minimale absolue de nettoyage à effectuer pour les éléments de façade en aluminium. Il est important que le propriétaire ou les occupants d'un bâtiment tiennent un registre des intervalles de nettoyage.

S'il s'avère que la façade reste soumise à la pollution à la fréquence susmentionnée, le gestionnaire a l'obligation d'augmenter la fréquence en fonction des besoins.

A la réception, le constructeur FAC remettra les prescriptions d'entretien et les fera signer pour réception et accord.

### 15.3.2 Méthode et matériaux

Différents matériaux sont utilisés dans la menuiserie en aluminium pour la réalisation des éléments de façade. La méthode et les moyens à utiliser peuvent être différents pour les différents matériaux.

#### 15.3.2.1 Vitrages et menuiserie en aluminium

Le verre doit également être nettoyé régulièrement pour éviter que sa surface ne soit altérée par des dépôts de saletés. Pendant le nettoyage, il faut éviter que l'eau sale sèche sur les profilés des fenêtres et châssis. Les profilés et/ou panneaux en aluminium doivent donc toujours être nettoyés en même temps que le verre.

Malgré le bon fonctionnement des joints de vitrage, la pénétration d'eau dans la feuillure est prise en compte dans la construction des châssis. Le raccord du bord du vitrage isolant ne peut pas être soumis à une exposition prolongée à l'eau. Afin d'éviter que trop d'eau et de saletés ne pénètrent dans la feuillure, les joints de vitrage doivent être contrôlés périodiquement. Il convient de veiller tout particulièrement à l'assemblage correct des joints au droit des angles. Des busettes d'évacuation d'eau dans la feuillure garantissent l'évacuation de l'eau d'infiltration vers l'extérieur et la ventilation de la feuillure. Il est nécessaire de vérifier périodiquement que les trous d'évacuation d'eau ne soient pas bouchés. Le contrôle des joints des vitres et des trous d'évacuation d'eau devrait se faire à une fréquence de 1 à 3 ans, en fonction de la situation, de l'orientation et des facteurs de salissement.

#### 15.3.2.2 Mastics et caoutchoucs

Les produits agressifs, par exemple ceux qui contiennent du chlore et de l'acide acétique, doivent toujours être évités. Les joints au mastic et de vitrage doivent être inspectés superficiellement chaque année et minutieusement tous les deux ans.

Indication de la fréquence de nettoyage de la façade pour les éléments de façade en aluminium				
	Façades planes et arrosées par la pluie		Façades profilées et non arrosées par la pluie	
Facteur de saleté	Environnement agressif	Milieu normal	Environnement agressif	Milieu normal
Arrière-pays	2x par an	1x par an	3x par an	2x par an
Zone côtière	3x par an	2x par an	4x par an	3x par an

Tableau 15.1 : Fréquence de nettoyage des éléments de façade en aluminium.

### 15.3.2.3 Grilles de ventilation

Les grilles de ventilation doivent être nettoyées au moins une fois par an conformément aux instructions de nettoyage du fabricant. La même fréquence de nettoyage sera appliquée pour le nettoyage de l'aluminium et pour l'ensemble de la façade.

### 15.3.2.4 Protection solaire

Pour nettoyer la toile, il faut d'abord enlever les saletés non adhérentes avec une brosse mi-dure. Ensuite, les restes de saletés seront nettoyés à l'eau tiède. Dans le cas d'une toile de store en acrylique, utilisez un chiffon propre avec du solvant (trichloréthène 111) pour enlever les taches de doigts et de graisse. Pour les taches aqueuses : bien humidifier et frotter avec un chiffon propre et humide. N'utilisez pas de détergents ou autres produits chimiques.

Pour la protection solaire en toile Soltis, les taches peuvent être enlevées à l'eau avec un peu de détergent non agressif. Après le nettoyage, le chiffon doit toujours être rincé. Évitez de nettoyer en plein soleil : le séchage rapide de l'eau savonneuse peut laisser des taches sur le tissu.

Les profils anodisés ou émaillés sales seront nettoyés en même temps que les vitres et les profilés de fenêtre. N'utilisez jamais de produits corrosifs ou agressifs, des éponges à récurer ou d'autres abrasifs. Les appareils à haute pression et le rinçage à l'eau sous pression ne sont pas recommandés.

### 15.3.3 Produits de nettoyage à utiliser

Les produits de nettoyage et de conservation utilisés ne doivent pas endommager ou altérer les matériaux employés ni leur traitement de surface. Un produit de nettoyage ne peut pas avoir de propriétés corrosives, abrasives ou de blanchiment.

Le nettoyage des pièces en aluminium, acier, composite et acier inoxydable revêtues et anodisées doit être effectué avec un produit de nettoyage doux et non agressif. Par conséquent, aucun agent nettoyant acide, alcalin/basique ou hautement abrasif ne doit être utilisé. Pour l'entretien régulier, le nettoyage ne doit être effectué qu'avec de l'eau à 45°C maximum, à basse pression (les compagnies d'eau

potable fournissent de l'eau à une pression minimale de 200 KPa ou 20 mètres de colonne d'eau au rez-de-chaussée, soit environ 2 bars) et avec un produit de nettoyage dont il a été explicitement établi à l'avance qu'il ne possède pas de propriétés corrosives, abrasives ou de blanchiment. Pour l'exécution des activités de nettoyage spécifiques non régulières comme, par exemple, le nettoyage des bâtiments après la construction, l'enlèvement de colle, de graffitis, etc., un plan d'approche complet sera préalablement soumis à l'approbation du fournisseur de façades.

Les pièces nettoyées doivent être soigneusement rincées afin d'éliminer complètement les saletés résiduelles et les restes du produit de nettoyage. Veillez à ce que le jet d'eau soit dirigé exclusivement sur la surface de la façade ou sur l'écran solaire ou les lamelles et non directement sur l'installation électrique ou mécanique (par exemple, les grilles de ventilation).

### 15.3.4 Nettoyage de l'intérieur

Dans des conditions assez strictes, il est possible de laver la face extérieure des fenêtres par l'intérieur par une fenêtre ou un châssis ouvert. Pour pouvoir bien travailler de l'intérieur, il faut prévoir une zone au sol d'au moins 0,5 m de largeur le long de la fenêtre. Cette méthode part du principe que le laveur de vitres maintient les deux pieds au sol. Pour déterminer la subdivision des fenêtres, les distances maximales suivantes sont d'application (voir les figures 15.2 et 15.3) :

- latéralement : 0,75 m horizontalement à côté du montant de la fenêtre ouverte (à compter de l'ébrasement du montant de la fenêtre ouverte) ;
- vers le haut + latéralement : 2,20 m au-dessus du sol ;
- vers le bas + latéralement : 0,60 m sous le seuil de la fenêtre ouverte (à condition que le seuil se trouve à 1 m au moins du sol) ;
- vers le bas : 1,20 m sous le seuil, s'il ne faut pas travailler latéralement.

Toutes les mesures mentionnées sont données sans décompte de la profondeur d'éventuels obstacles qui obligent à se tenir plus éloigné de la fenêtre. Par exemple, en présence d'une tablette de fenêtre d'une largeur de 0,25 m, la distance latérale sera de 0,50 m et en oblique vers le haut 1,95 m seulement.



Figure 15.2 :  
Distance de travail  
vers le bas.

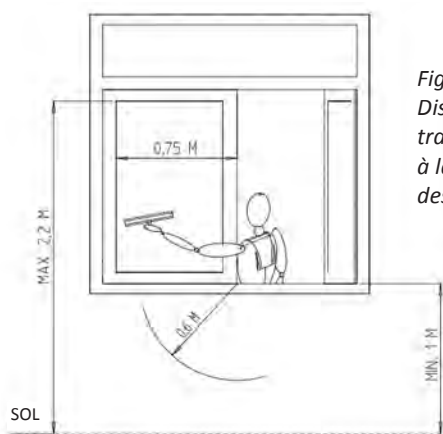


Figure 15.3 :  
Distance de  
travail ; attention  
à la profondeur  
des obstacles.

## 15.4 Entretien

En plus du nettoyage de la menuiserie en aluminium, il faut aussi considérer les parties ouvrantes. Comme toutes les parties mobiles, elles sont soumises à l'usure par l'usage à défaut d'un entretien périodique. Il est donc conseillé d'effectuer un entretien préventif. Si on attend les dégradations sans effectuer d'entretien, les frais seront nettement plus élevés qu'avec un entretien préventif. L'inspection régulière des parties mobiles est une condition de garantie.

### 15.4.1 Parties mobiles

Toutes les pièces ouvrantes seront inspectées au moins une fois par an pour vérifier s'il n'y a pas d'usure ou de saletés. A cet égard, aucune distinction n'est faite entre les pièces à manœuvre manuelle, mécanique ou électromécanique. Toutefois, le fabricant peut s'en charger : sur demande, vous recevrez une proposition d'entretien personnalisée.

Les informations du tableau de maintenance et d'inspection peuvent être utilisées comme guide de l'urgence et de la fréquence des contrôles périodiques. En fonction des matériaux et composants utilisés, ce tableau peut être adapté et/ou complété.

**Critères de classification pour l'entretien : voir tableaux.**

### 15.4.2 Matériaux

Le lavage est l'enlèvement des saletés non adhérentes à la façade.

Méthode traditionnelle : mouiller les vitrages, les remplissages et les profilés et les éponger. Ensuite, enlever l'eau avec une raclette et éponger encore une fois les parties de façade attenantes, sans oublier d'enlever l'eau du seuil.

Bâtiment/classes	Y a-t-il un facteur aggravant pour le bâtiment ?		
	Oui	Non	
Certaines parties de la façade sont-elles fort exposées au vent ?	oui	Classe A	Classe B
	non	Classe C	Classe D

Tableau d'entretien / inspection :

	Contrôle annuel
	Contrôle tous les 2 ans
	Contrôle tous les 3 ans
	Contrôle tous les 5 ans

Critères de classification prà l'entretien, la fréquence des contrôles et la nécessité d'intervention immédiate	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Après un incident
<b>DEFAUTS GRAVES</b>					
<b>Structure principale/gros oeuvre</b>					
Parties de façade arrachées					Oui
Grandes fissures dans les parties structurelles					Oui
Sérieux défauts des ancrages					Oui
Défauts aux armatures et/ou leur enrobage au droit des ancrages de façade					Oui
Manque d'éléments structuraux					Oui
Assemblages ouverts					Oui
Flexion considérable / déformation / affaissement					Oui
<b>Intrinsèque au matériau</b>					
Casse					Oui
Fissures dans la menuiserie					
Corrosion sérieuse (par contact, par piqûres)					
Dégradation des couches de protection de la structure portante en métal					
Friabilité des éléments synthétiques					
Délamination des éléments de façade					Oui
Détachement des éléments collés					Oui
<b>Qualité de base</b>					
Apparition de condensation à l'intérieur					
Pont thermique (moisissures, condensation)					
Drainage insuffisant de l'eau de pluie (débordement, conduits d'évacuation)					Oui
Drainage insuffisant des éléments structuraux					Oui
<b>Fonctions principales</b>					
Défauts d'étanchéité (fuites d'air et d'eau)					
Infiltration d'humidité					
Humidité ascensionnelle					
Ventilation insuffisante du creux du mur / ossature bois					
<b>DEFAUTS GRAVES</b>					
<b>Structure secondaire</b>					
Déformation/gauchissement/ flexion des éléments non porteurs					Oui
Fissures dans les parties non portantes					Oui
Assemblages ouverts					
Ecaillage/dégradation/fissures dans les couches de protection					
<b>Intrinsèques au matériau</b>					
Finition non adhérente					Oui
Dégâts du gel					
Ecaillage/effritement					
Dégradations sérieuses					Oui
Erosion/ altération / farinage					
Usure d'éléments					
<b>Qualité de base</b>					
Dilatation non intacte					
Manque d'élasticité des mastics e.a.					
Bavettes défectueuses					Oui
Détachement du jointoiment					
<b>Fonctions secondaires</b>					
Quincaillerie défectueuse					
Affaissement des parties ouvrantes					
Défauts au masticage du vitrage et des panneaux de façade					
<b>PETITS DEFAUTS</b>					
<b>Finition</b>					
Apparition de mousse					
Pulvérisation / saponification / farinage des couches de protection					
Corrosion filiforme des profilés en aluminium etc.					
Saletés, dépôts, décoloration, perte de brillance					
Croissance d'algues					

Lavage télescopique à l'osmose : mouiller l'ensemble de la façade, y compris les vitrages, à l'eau déminéralisée en partant du haut. Rincer les parties attenantes et les panneaux de remplissage à l'eau déminéralisée et brosser légèrement. Ensuite rincer l'ensemble avec de l'eau déminéralisée.

#### 15.4.2.1 Quincaillerie

La quincaillerie des portes et fenêtres doit être régulièrement entretenue par le maître d'ouvrage. Au moins une fois par an, le fonctionnement de la quincaillerie sera contrôlé et graissé conformément aux prescriptions d'entretien du fournisseur du système ou de la quincaillerie. Les directives du producteur seront toujours respectées. Il est par exemple demandé de lubrifier régulièrement les charnières des fenêtres tandis que celles des portes ne peuvent pas être huilées.

Si l'utilisation des systèmes d'entraînement mécaniques comme pivots, ferme-portes, actionnement automatique des portes (coulissantes) et tourniquets n'est plus aussi souple qu'au départ, la fréquence d'entretien sera adaptée conformément aux indications du fabricant/fournisseur. Il est recommandé de souscrire un contrat d'entretien avec le fournisseur qui pourra effectuer la révision régulière de la quincaillerie et des actionnements mécaniques pour assurer leur bon fonctionnement à long terme.

Pour les portes, la fréquence d'entretien peut être déduite des STS 53.1, où la fréquence d'utilisation des portes est déterminée en fonction du type de local.

#### 15.4.2.2 Mastic

Un joint est toujours soumis à des tensions sous l'influence des mouvements de la façade, des variations de température et des rayons UV. En vue de prévenir les fuites, il est indispensable d'inspecter régulièrement les joints au mastic et de les réparer le cas échéant, au moins une fois tous les deux ans.

Dans les cas de collages SSG (Structural Sealant Glazing) il faut en outre contrôler au moins une fois par an l'adhérence du collage SSG.

Lors de l'apparition de condensation entre les deux feuilles de verre du vitrage isolant, ce vitrage sera immédiatement remplacé.

Ici aussi, il est vivement conseillé de faire exécuter le contrôle par le constructeur.

#### 15.4.2.3 Ecrans solaires (screens)

Lorsque la toile est mouillée suite à une averse inattendue, on peut très bien enrouler l'écran pour le dérouler ensuite afin de le laisser sécher. L'apparition de moisissures et de taches peut être prévenue en évitant que la toile mouillée reste enroulée pendant plus de trois jours.

Une fois par an, les charnières doivent être lubrifiées avec un lubrifiant sec, spray silicone ou téflon. Les guides en PVC pour les tirettes des toiles anti-tempête doivent être lubrifiés une fois par an. Les produits à base d'huile et de graisse doivent être évités car ils attirent la poussière.

Les glissières en plastique peuvent être lubrifiées après nettoyage (petites branches et feuilles) avec un lubrifiant sec.

#### 15.4.2.3 Systèmes de portes automatiques

Les systèmes de portes automatiques doivent subir au moins une fois par an un entretien professionnel conformément au schéma d'entretien du fabricant. Chaque entretien sera consigné selon les prescriptions de la NBN EN 16005.

## 15.5 Dégradations

### 15.5.1 Distinction entre dégradation et altération esthétique

**Les dégradations** sont des déformations mécaniques ou des cassures qui se produisent entre autres en conséquence de dégâts au gros oeuvre, de vandalisme ou d'un usage impropre.

**L'altération esthétique** peut être considérée comme une dégradation visuelle de la surface d'un élément de façade en aluminium qui est perceptible à l'œil nu. Elle provient de dommages indirects au bâtiment, d'un manque d'entretien, de vandalisme (par ex. graffitis), d'un nettoyage avec des produits non adaptés et selon une méthode non appropriée, et d'un manque d'entretien.

La dégradation du verre peut mener à la réduction de sa transparence et brillance, à l'apparition de griffes, etc. La dégradation du métal revêtu peut engendrer une perte de couleur, de brillance, de dureté, d'épaisseur et être à l'origine de griffes, bosses ou fosses. D'autres matériaux peuvent aussi perdre leurs caractéristiques esthétiques. Dans tous les cas, il est indispensable d'effectuer le plus rapidement possible des réparations ou un entretien correcteur en vue de limiter les dégâts consécutifs.

Pour ces deux formes d'altération, il est indispensable d'effectuer le plus rapidement possible des réparations pour éviter la propagation des dégâts. Il est indiqué de confier ces travaux à votre constructeur qui fera ou non appel à des spécialistes.

### 15.5.2 Réparation des dégâts pendant la construction et avant la réception

Comme il est évoqué au paragraphe 11.6, la période de construction présente un risque réel pour l'apparition de dégradations de nature mécanique et esthétique et de salissures dues au processus même de construction. Le maître d'ouvrage prendra les mesures nécessaires pour prévenir ces dégradations.

La réparation des dégâts pendant la construction sous-entend : la réparation ou la remise dans l'état d'origine des dégradations occasionnées à la peinture, pendant la phase de construction ou de fabrication/production chez le fournisseur des façades ou du système. Les réparations à l'élément de façade sont généralement effectuées en atelier ou sur chantier, à l'aide de techniques d'application modernes en plein air. Le fait que ces réparations ne soient pas effectuées en usine dans des conditions particulières démontre la sensibilité de cette opération. Il est impossible d'appliquer un poudrage électrostatique sur chantier.

Les réparations sont effectuées à la peinture liquide. Avant de procéder à la réparation proprement dite, l'applicateur étudie tous les paramètres qu'il devra accorder avant d'entamer l'opération de réparation. Le point de départ est toujours la formulation des exigences de qualité et de fonctionnalité établies par le maître d'ouvrage pour l'élément de façade concerné.

Les points de qualité suivants sont importants pour les applications de peinture liquide sur chantier :

#### *Dureté de la peinture*

L'applicateur démontrera sur la base d'une fiche technique que la dureté sera équivalente après la réparation. Ici, il convient de déterminer, par exemple, la classe des poudres.

#### *L'épaisseur de la couche de peinture*

L'épaisseur de la couche sera 100 % identique à l'ouvrage d'origine.

#### *Brillance de la peinture*

Le degré de brillance sera rétabli dans son état d'origine.

#### *Couleur*

La correspondance des couleurs (colormatching) permet de retrouver la couleur d'origine. De telles réparations peuvent (au fil du temps) présenter des différences de couleur, dues à la différence d'âge et de nature de la peinture.

#### *Résistance aux UV*

Celle-ci peut être améliorée de différentes manières. Souvent, on applique une laque transparente résistante aux UV sur l'application.

Pour certaines réparations, il peut s'avérer nécessaire de combler des griffes ou des creux en accordant suffisamment d'importance à la qualité de l'adhérence au support.



# 16 MARQUAGE CE

## 16.1 Introduction

La réglementation belge en matière de construction est de plus en plus influencée par l'Europe tandis que les règles européennes sont de plus en plus d'application à la fourniture des produits de construction. Depuis le 1er juillet 2013, les produits de construction couverts par une norme harmonisée ou conformes à l'évaluation technique européenne correspondante doivent être accompagnés d'une déclaration de performance lorsqu'ils sont commercialisés. Ce chapitre décrit comment le fabricant peut obtenir le marquage CE pour les éléments de menuiserie.

On trouve des informations sur la réglementation CE sur le site du SPF Economie. Entre autres le document "Quoi de neuf pour la commercialisation des produits de construction ? – De la Directive 89/106/CEE au Règlement (UE) n° 305/2011" est disponible gratuitement au format PDF.

En ce qui concerne le marquage CE pour la quincaillerie, nous référons au chapitre 10, paragraphe 10.5.2 et pour les joints et mastics au chapitre 13, paragraphe 13.8.

## 16.2 Marquage CE

Le marquage CE est un passeport pour un produit et est valable dans l'ensemble de l'Union européenne (UE). Il traite de toutes les prescriptions légales des normes harmonisées pertinentes (c'est-à-dire déclarées d'application dans tous les pays de l'UE). Pour les façades rideaux, il s'agit de la NBN EN 13830. Pour les fenêtres et blocs portes extérieurs pour piétons qui ne présentent pas de résistance au feu et/ou dégagement de fumée, il s'agit de la NBN EN 14351-1. Pour les vitrages extérieurs collés (anodisés, à couches et isolés), il s'agit de ETAG 002.

La réglementation nationale doit être adaptée lorsqu'elle est en contradiction avec la réglementation européenne. Pour pouvoir introduire le marquage CE, toutes les méthodes et procédures d'essai ont été harmonisées au sein de l'UE.

Le cas échéant, tous les éléments de menuiserie porteront un marquage CE. Le constructeur remettra, à l'acheteur des éléments de menuiserie, une déclaration des performances ou DoP (Declaration of Performance).

Le marquage CE est d'application sur tous les éléments de façade qui quittent l'usine et sont commercialisés mais ne concerne pas la mise en oeuvre et l'installation. Le constructeur accompagnera donc la livraison d'un élément de menuiserie des documents qui décrivent et expliquent les performances de l'élément de façade (marquage CE et DoP). Ce document permet de déterminer facilement si l'élément de façade en question convient pour l'usage qui en sera fait dans l'ouvrage de construction. Les valeurs indiquées dans le marquage CE, la DoP et les publications commerciales sont considérées comme des valeurs idéales typiques. Ces valeurs sont plutôt obtenues dans des conditions d'essai idéales.

L'UE fixe également des exigences concernant le degré de certitude que le produit en question atteindra les performances spécifiées. Pour les façades rideaux, fenêtres, portes et éléments de fenêtres qui ne présentent pas de caractéristiques de résistance au feu, il s'agit du niveau 3 AVCP - Assessment and Verification of Constancy of Performance (Evaluation et vérification de la constance des performances). Cela signifie qu'un essai de type initial (ITT – Initial Type Test) doit être effectué sous la supervision d'un Notified Body (organisme notifié). Ensuite, le constructeur qui applique dans son entreprise un système de contrôle interne (SCI) peut déclarer lui-même quelles sont les performances de l'élément de façade en question. Pour les éléments de façade résistants au feu et les portes d'évacuation, le niveau AVCP 1 est requis. Cela implique que la production est également supervisée par un organisme notifié indépendant.

Le constructeur FAC assure la conformité légale avec la réglementation CE et procure les documents nécessaires comme le marquage CE et la DoP.

Nr	Designation	Units	Class or Declared value						
1	Resistance to Wind load	kN/m <sup>2</sup>	npd	Declared value					
2	Dead load	kN/m <sup>2</sup>	npd	Declared value					
3	Resistance against Impact Internal Drop height	(mm)		I0 (n.a.)	I1 (200)	I2 (300)	I3 (450)	I4 (700)	
4	External Drop height	(mm)	npd	E0 (n.a.)	E1 (200)	E2 (300)	E3 (450)	E4 (700)	
5	Air permeability Test pressure	(Pa)	npd	A1 (150)	A2 (300)	A3 (450)	A4 (600)	AE (>600)	
6	Water tightness Test pressure	(Pa)	npd	R4 (150)	R5 (300)	R6 (450)	R7 (600)	RE (>600)	
7	Airborne sound insulation R <sub>w</sub> (C:C <sub>tr</sub> )	dB	npd	Declared value					
8	Thermal transmittance U <sub>cw</sub>	W/m <sup>2</sup> K	npd	Declared value					
9	Fire resistance Integrity (E) i→o, o→i, o↔i,	(min)	npd	E15	E30	E60	E90		
10	Integrity and insulation (EI) i→o, o→i, o↔i,	(min)	npd	EI15	EI30	EI60	EI90		
11	Equipotentiality		npd	Declared value					
12	Resistance to horizontal loads	kN at m sill height	npd	Declared value					

Tableau 16.1 : Tableau de classification de la NBN EN 13830.

### 16.3 Essais ITT

Pour déterminer les performances d'un élément de façade, des essais en laboratoire et/ou des calculs seront effectués sur un prototype. Ce prototype sera représentatif de toute la série d'éléments de façade qui seront fabriqués sur la base de ce prototype. Pour les performances, on peut utiliser le tableau de classification qui figure dans les normes correspondantes. Par exemple, pour les façades rideaux, il s'agit du tableau 16.1 - Classification de la NBN EN 13830.

Les essais de type initial et la détermination des performances d'un élément de façade ne doivent être effectués qu'une seule fois, au début de la production sous marquage CE. Le constructeur peut garantir que les produits fabriqués continueront, même après longtemps, à satisfaire aux performances établies lors du test initial. Si nécessaire, le constructeur FAC peut décider d'effectuer des essais ou des calculs supplémentaires, par exemple, à l'occasion de modifications apportées à un certain type de système de façade.

Lorsque les éléments d'un système de façade qui sont déterminants pour les performances ne sont pas modifiés, il n'est pas nécessaire d'effectuer des essais complémentaires.

Les essais de type initial ITT peuvent être effectués par n'importe quel organisme notifié en Europe, à condition que celui-ci soit reconnu par l'UE. Il faut néanmoins noter qu'il n'est pas nécessaire de faire appel à un organisme notifié pour toutes les caractéristiques. Le constructeur peut déterminer lui-même les performances de certaines caractéristiques. La norme correspondante précise de quelles caractéristiques il s'agit.

Le constructeur applique un Système de Contrôle Interne (SCI) de la qualité qui garantit la traçabilité des produits fournis.

Les essais de type initial ITT peuvent être exécutés à la demande de trois parties différentes :

1. le constructeur indépendant ;
2. plusieurs constructeurs groupés ;
3. le fournisseur de systèmes.

Dans chacune des situations susmentionnées, le constructeur est responsable des performances de l'élément de façade.

Les spécificités de chacune de ces trois possibilités sont décrites dans les paragraphes suivants.

### 16.3.1 ITT indépendant

Le constructeur qui produit un système de façade unique est également responsable de l'exécution des essais de type initial (ITT) par un organisme notifié. Le constructeur est alors le propriétaire exclusif des résultats des essais et des tests. Aucun autre fabricant ne peut les utiliser. Sur la base du rapport d'essai et des manuels de production et avec l'aide d'un Système de Contrôle Interne (SCI) de la qualité, le constructeur peut déclarer de manière autonome quelles sont les caractéristiques de performance d'un élément de façade particulier.

### 16.3.2 ITT regroupé

Comme le test sur prototype indispensable pour déterminer les caractéristiques de performance est cher et compliqué, il est possible d'utiliser les résultats des essais de type initial (ITT) d'un autre constructeur ou d'un groupe de constructeurs. Pour cela, une convention doit être établie entre les différentes parties. Sur la base du rapport d'essai et des manuels de production et avec l'aide d'un Système de Contrôle Interne (SCI) de la qualité, le constructeur peut déclarer de manière autonome

quelles sont les caractéristiques de performance d'un élément de façade particulier.

### 16.3.3 ITT du fournisseur de systèmes

Si le constructeur utilise le système d'un fournisseur de systèmes, c'est le fournisseur du système qui est responsable de l'exécution de l'essai de type initial (ITT) par un organisme notifié. Le fournisseur du système est propriétaire des résultats des essais et des tests qui en découlent. Si une convention est établie entre le fournisseur du système et le constructeur, le constructeur pourra utiliser les résultats des essais et des tests. A l'aide d'un manuel de production rédigé par le fournisseur du système et à l'aide d'un Système de Contrôle Interne (SCI), le constructeur pourra déclarer de manière autonome quelles sont les caractéristiques de performance d'un élément de façade particulier.

## 16.4 Façades rideaux

Afin de réduire les frais des essais pour les façades rideaux, on peut s'appuyer sur les conventions établies au sein d'une famille déterminée de façades rideaux, aussi appelée système de façades rideaux. De cette façon, il est inutile d'effectuer un essai de type initial (ITT) pour chaque façade rideau et on peut déterminer sur base du système utilisé quelles sont les performances de la façade rideau en question. Donc, un seul prototype est testé pour chaque système de façade rideau, en appliquant le principe du scénario du pire.

La figure ci-contre montre un exemple d'un prototype représentatif en vue de déterminer les caractéristiques principales d'une façade rideau. En fonction des nécessités, d'autres caractéristiques peuvent être ajoutées.

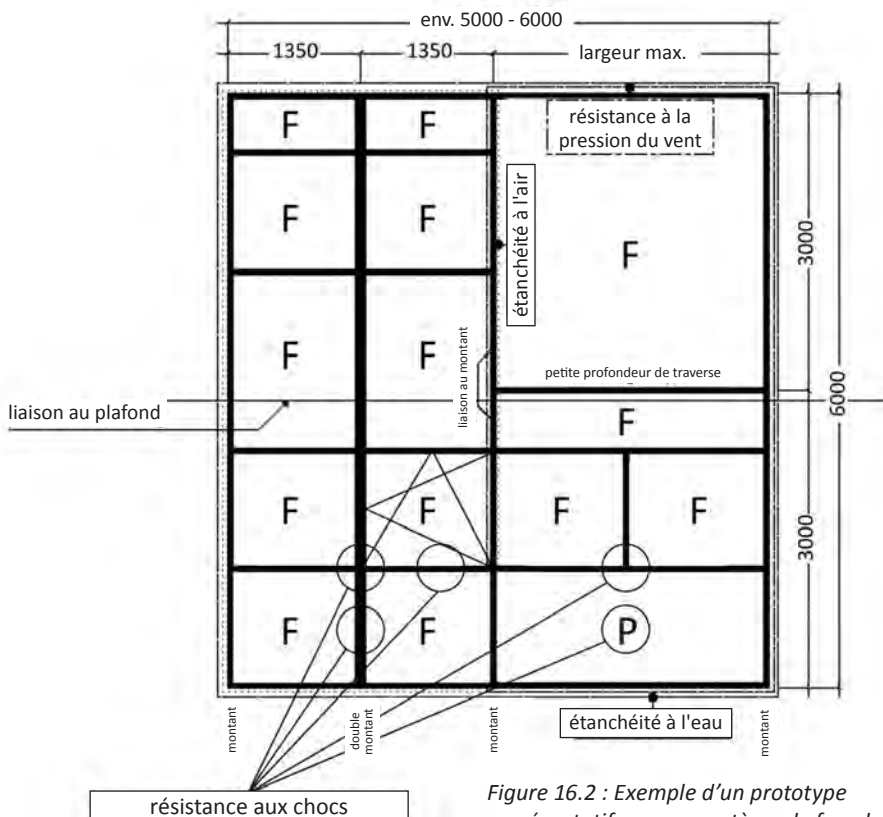


Figure 16.2 : Exemple d'un prototype représentatif pour un système de façades rideaux.

Remarque : Les lignes en pointillés indiquent les éléments pertinents pour la détermination des performances du prototype. L'essai doit évidemment être effectué sur l'élément de façade complet.

Quelquefois, des essais additionnels sont nécessaires sur des composants individuels. Le domaine d'application d'un système de façade rideau peut être retrouvé dans le tableau ci-dessous.

Le prototype devra contenir les éléments suivants :

- tous les assemblages en T et leurs variantes ;
- tous les joints possibles ;
- tous les systèmes de support ;
- les différentes profondeurs des montants et traverses ;
- tous les systèmes de drainage doivent être évalués.

Caractéristiques du prototype	Conception du prototype sur base du pire scenario	Domaines d'application
Résistance à la pression du vent (1)	Portée maximale réalisable des montants et traverses	Toutes les portées égales ou inférieures et les détails de construction identiques (avec calcul si le profil choisi est plus léger)
Portance du poids propre (2)	Poids propre maximal d'un remplissage	Toutes les portées égales ou inférieures et les détails de construction identiques (avec calcul si le profil choisi est plus léger)
Résistance aux chocs	Tous les montants et traverses d'application	Toutes les exécutions de portées égales ou inférieures et les détails de construction identiques
Étanchéité à l'air	Petites divisions, beaucoup de joints, toutes les étanchéités du système	Toutes les exécutions avec détails de construction identiques
Étanchéité à l'eau	Toutes les étanchéités du système, assemblages d'angle et en T, et tous les systèmes de drainage d'application	Toutes les exécutions avec détails de construction identiques
Isolation acoustique	À convenir avec l'organisme notifié	
Isolation thermique	$U_f$ des profils peut être calculé selon la NBN EN ISO 10077-2 ou déterminé expérimentalement selon la NBN EN ISO 12412-2. Ces valeurs sont des données du produits à communiquer par le fournisseur du système. $U_{CW}$ est calculé pour chaque système de façade.	
Caractéristiques de résistance au feu	À convenir avec l'organisme notifié	
Autres	À convenir avec l'organisme notifié	

<sup>(1)</sup> est déterminée par la résistance à la flexion horizontale des traverses et montants et la résistance des assemblages en T et appuis de montants.

<sup>(2)</sup> est déterminée par la résistance à la flexion verticale des traverses et la résistance des assemblages en T et des montants.

Tableau 16.3 : Domaines d'application des façades rideaux.

## 16.5 Documents: Marquage CE et 'Déclaration des Performances' (DoP)

### 16.5.1 Document de marquage CE

Sur le marquage CE peuvent figurer les performances des caractéristiques essentielles du produit nommées dans la hEN (norme européenne harmonisée).

Quelques caractéristiques (éventuellement) à mentionner pour les portes et fenêtres :

- résistance au feu externe ;
- réaction au feu, comportement en cas d'exposition extrême au feu ;
  - o résistance au feu (E + EI)
  - o perméabilité à la fumée
  - o portes à fermeture automatique
- étanchéité à l'eau : protégé (A) ou non protégé (B) ;
- produits dangereux ;
- résistance au vent épreuve P1 (Pa) ;
- résistance au vent flexion cadre ;
- résistance à la neige et aux charges permanentes ;
- résistance aux chocs ;
- limite de charge des équipements de sécurité ;
- résistance aux chocs, hauteur de chute ;
- déverrouillage ;
- performances acoustiques  $R_w$  (dB) ;
- transmission calorifique  $U_w$  ( $W/m^2.K$ ) ;
- caractéristiques de rayonnement : facteur solaire (g) et transmission lumineuse ( $\tau_v$ ) ;
- perméabilité à l'air ;
- ventilation ;
- efforts de manœuvre ;
- résistance mécanique (usage impropre) ;
- résistance à l'ouverture et fermeture répétées ;
- résistance à l'effraction ;
- résistance aux balles ;
- résistance à l'explosion ;
- durabilité (durée de vie).

Pour les façades rideaux, les caractéristiques essentielles sont en majorité égales. Il est toutefois référé à l'annexe ZA de la norme EN 13830.

En fonction du projet dans lequel la façade est appliquée, il se peut qu'il ne soit pas nécessaire d'expliquer toutes les caractéristiques essentielles. Par exemple, les caractéristiques concernant la résistance au feu ne sont pas toujours d'application. Dans ce cas, cette caractéristique ne devra pas figurer sur le marquage CE.

Le marquage CE qui accompagne un produit doit en tout cas comporter les données suivantes :

- l'illustration CE (selon la directive 93/68/CEE) ;
- les deux derniers chiffres de l'année d'application ;
- le nom et les données du fabricant, même s'il est situé en dehors de l'UE ;
- le code d'identification unique pour le type de produit (CO1123) ;
- la référence à la DoP correspondante (numéro DoP) ;
- la référence à la norme harmonisée correspondante (hEN), par exemple NBN EN 13830 : 2015 ;
- l'application visée selon la hEN ;
- les mêmes performances pour les caractéristiques essentielles que celles indiquées dans le DoP (remarque : les NPD de la DoP ne doivent pas être indiqués sur le marquage CE) ;
- Nom et numéro d'identification de l'organisme de contrôle notifié, le cas échéant.

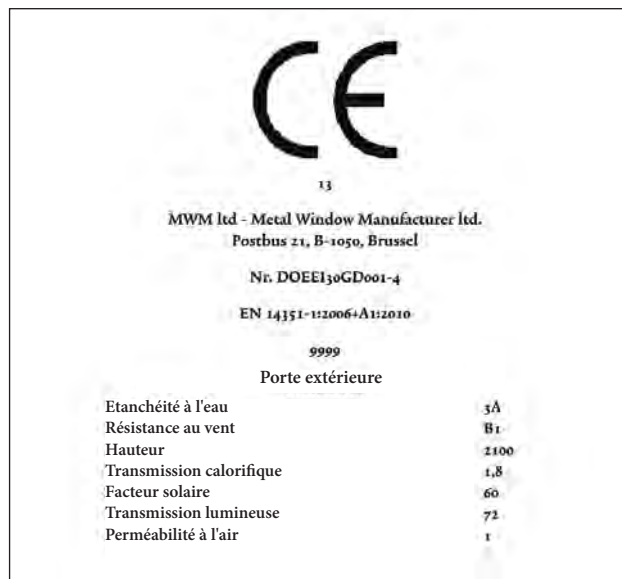


Figure 16.4 : Exemple d'un marquage CE.

### 16.5.2 Déclaration DoP

En plus du fait qu'un produit doit être accompagné d'un marquage CE, le constructeur doit remettre une déclaration des performances (DoP) à l'acheteur du produit. Ce faisant, le fabricant déclare assumer la responsabilité des performances. Ce document est établi lors de la mise sur le marché du produit, dans la langue de l'état membre où le produit est censé être commercialisé.

Cette DoP mentionnera les performances de toutes les caractéristiques essentielles. Si la performance n'est pas connue, il suffit de noter la mention 'NPD' pour 'No Performance Determined'.

Declaration of Performance						Window and Door Manufacturer ltd PO Box 21 B-1050, Brussels				LOGO		
No D0EEI30GD001						External Doors						
EN 14351-1:2006 + A1:2010			AVCP 3			Notified Body No. 9999						
Essential Characteristics:												
No	Weighting notes	Dangerous substances	Resistance to wind load	Impact resistance	Load bearing capacity of safety devices	Height (mm)	Ability to release	Acoustic perfor- mance R <sub>w</sub> (C, C <sub>w</sub> ) (dB)	Thermal transmi- ssion U <sub>L</sub> (W/m²K)	Solar factor (g)	Light transmittan- ce (τ <sub>v</sub> ) (%)	Air perme- ability
1	3A	-	B1	1	-	2200	npd	npd	1,8	60	72	1
2	3A	-	B1	1	-	2100	npd	npd	1,8	60	72	2
3	3A	-	B1	npd	-	2200	npd	npd	1,2	-	-	2
4	3A	-	B1	npd	-	2100	npd	npd	1,8	60	72	1
5	6B	-	B1	npd	-	2150	npd	npd	1,8	60	72	1
<small>                     npd = no performance determined                      The performance of the product identified with the above unique identification code is in conformity with the relevant declared performance.                      This declaration of performance is issued under the sole responsibility of Metal Window Manufacturer ltd / PO Box 21 B-1050, Brussels.                      Signed for and on behalf of the manufacturer by:                 </small>												
Name and function				Place and date of issue				Signature				

Figure 16.5 : Exemple d'une déclaration DoP.

La déclaration DoP devra en tout cas comporter les données suivantes :

1. Numéro de la DoP ;
2. Description du produit (type, identification, utilisation, ...) ;
3. Nom et données du constructeur de façade ou de son représentant mandaté ; lieu de production ;
4. Nom et adresse du laboratoire où les essais ont été effectués ou une référence au(x) fournisseur(s) du système ;
5. Référence à la norme harmonisée en question ;
6. Application(s) visée(s) selon la hEN ;
7. Pour les applications visées, une liste de toutes les caractéristiques essentielles :
  - performance (niveau / classe / description) d’au moins une caractéristique essentielle ;
  - caractéristiques essentielles sans indication de performance, notées “NPD” (No Performance Determined : pas de performance établie) ;
  - nom et numéro d’ID de l’organisme notifié, le cas échéant.
8. Déclaration de responsabilité et signature au nom du fabricant ou de son représentant mandaté.

Un exemple de déclaration DoP est représenté ci-dessus.

Les normes pour les portes intérieures (EN 14351-2) et les portes et fenêtres résistantes au feu et à la fumée (EN 16034) sont d’application depuis 2014. Pour ces produits-là, il est donc aussi obligatoire de prévoir un marquage CE et de remettre une déclaration des performances.

### 16.5.3 Document combiné

En fonction du contenu requis et de la préférence du fabricant, il est possible de combiner la DoP et le marquage CE sur la même page. Dans ce cas, le document doit répondre aux obligations des deux documents et être présenté dans les deux objectifs. Les produits finaux doivent être accompagnés du marquage CE mais la DoP peut être remise séparément.

SUIVI  
Marquage CE

## Conditions et règles de garantie

# CONDITIONS ET REGLES DE GARANTIE

Asbl Federatie Aluminium Constructeurs (FAC)

## I. Conditions générales et spécifiques

### Article 1 : Domaine d'application

- 1.1 Dans les présentes conditions générales, le membre de la FAC est dénommé « l'entrepreneur » et le client qui fait appel au membre de la FAC est dénommé « le maître d'ouvrage ».
- 1.2. Les conditions générales du maître d'ouvrage ne sont pas d'application et sont expressément rejetées.
- 1.3. Les éventuelles dérogations aux présentes conditions générales et au régime de garantie ne sont applicables que si elles ont été confirmées par écrit par l'entrepreneur au maître d'ouvrage.
- 1.4. Toute condition ou garantie déclarée illégale/nulle n'entraînera pas l'illégalité/nullité des autres conditions et garanties de la FAC.

### Article 2 : Offres

- 2.1. Sauf mention contraire, les offres de l'entrepreneur ne sont valables que pour une période de 30 jours calendrier. L'entrepreneur ne sera lié par ses offres que si l'acceptation du maître d'ouvrage lui parvient dans ce délai. Les modifications apportées aux offres de l'entrepreneur ne sont valables que si elles sont acceptées par écrit par l'entrepreneur.
- 2.2. Si le maître d'ouvrage fournit à l'entrepreneur des informations, des données, etc., l'entrepreneur pourra se fier à l'exactitude de ces informations et basera son offre sur celles-ci.

### Article 3 : Propriété intellectuelle

- 3.1. Sauf mention contraire, l'entrepreneur conserve les droits intellectuels et tous les droits de propriété industrielle des projets, illustrations, dessins, calculs, modèles d'essai, etc. fournis par lui.
- 3.2. Les droits sur les informations mentionnées au paragraphe 1 restent la propriété de l'entrepreneur, que leurs coûts de production aient été ou non mis à sa charge. Les informations ne peuvent être copiées, utilisées ou montrées à des tiers sans le consentement explicite de l'entrepreneur.
- 3.3. Le maître d'ouvrage garantit qu'aucune information au sujet des détails, de la fabrication ou de la méthode de pose choisis par l'entrepreneur ne sera copiée, montrée à des tiers, publiée ou utilisée sans l'accord explicite préalable de l'entrepreneur.

- 3.4. En cas de d'enfreinte à cet article, le maître d'ouvrage devra payer à l'entrepreneur une indemnisation de 10.000 euros, sans préjudice de tout dommage que l'entrepreneur pourra prouver suite à la non-reconnaissance de ses droits.

### Article 4 : Conseils, projets et matériaux

- 4.1. Le maître d'ouvrage ne peut tirer aucun droit des conseils et des informations qu'il reçoit de l'entrepreneur si ceux-ci ne sont pas directement liés à la mission effective.
- 4.2. Le maître d'ouvrage est responsable des dessins et calculs réalisés par lui ou en son nom et des autres informations données par lui et de l'aptitude fonctionnelle des matériaux, méthode d'application et traitement de surface prescrits par lui ou en son nom.
- 4.3. Le maître d'ouvrage sauvegarde l'entrepreneur contre toute réclamation émanant de tiers, relative à l'utilisation des dessins, calculs, matériaux, échantillons, modèles, etc. fournis par ou au nom du maître d'ouvrage.
- 4.4. Tout écart éventuel par rapport à la couleur ou au traitement de surface doit être constaté par le maître d'ouvrage avant le début de la production. Si le maître d'ouvrage laisse passer cette possibilité, le risque en sera pour son compte.

### Article 5 : Délai de livraison et/ou période d'exécution

- 5.1. A moins d'une convention contraire expresse, les délais d'exécution mentionnés par l'entrepreneur sont déterminés en jours ouvrables.  
Ne sont pas considérés comme jours ouvrables : les samedis, dimanches et jours fériés, les jours de congés annuels et les jours de récupération, ainsi que les jours où les conditions météorologiques ou leurs conséquences rendraient le travail impossible pendant au moins quatre heures.  
Les retards d'exécution qui sont uniquement imputables à l'entrepreneur donneront lieu à une indemnisation forfaitaire de 200 euros par jour de retard, avec un maximum de 5 % du montant des travaux. Cette indemnité n'est due que pour la période suivant la mise en demeure par lettre recommandée au maître d'ouvrage.
- 5.2. En déterminant le délai de livraison et/ou d'exécution, l'entrepreneur part du principe qu'il peut exécuter la commande dans les circonstances dont il a connaissance à ce moment-là.

- 5.3. Le délai de livraison et/ou d'exécution entre en vigueur lorsqu'un accord est conclu sur tous les détails techniques, que toutes les données nécessaires, les dessins définitifs, etc. sont en possession de l'entrepreneur, que les acomptes convenus ont été reçus et que les conditions nécessaires à l'exécution de la commande ont été remplies.
- 5.4. En cas de travaux supplémentaires, le délai de livraison et/ou d'exécution sera prolongé du temps nécessaire pour faire livrer les matériaux et les pièces à cet effet et pour effectuer les travaux supplémentaires. Si les travaux supplémentaires ne peuvent pas être intégrés dans le planning de l'entrepreneur, ils seront effectués dès que le planning de l'entrepreneur le permettra.
- 5.5. En cas de suspension des obligations par l'entrepreneur, la période de livraison et/ou d'exécution sera prolongée de la durée de la suspension. Si la poursuite des travaux ne peut être intégrée dans le planning de l'entrepreneur, ces travaux seront effectués dès que le planning le permettra.
- 5.6. Le dépassement, pour quelque raison que ce soit, du délai de livraison et/ou d'exécution convenu ne donne en aucun cas droit à une indemnisation autre que celle décrite au point 5.1, ni droit d'effectuer ou de faire effectuer des travaux pour l'exécution du contrat.

### Article 6 : Transfert de risque

- 6.1. Dans le cas d'un achat sans placement, la livraison a lieu "départ d'usine", c'est-à-dire que le risque de l'affaire est transféré au moment où le vendeur le met à la disposition de l'acheteur. Indépendamment des dispositions du paragraphe précédent, l'acheteur et le vendeur peuvent convenir que le vendeur organise le transport. Dans ce cas, le risque de stockage, de transport et de déchargement incombe au vendeur jusqu'au moment de la livraison où le risque est transféré à l'acheteur. Ce dernier doit recevoir et approuver les marchandises livrées et, en l'absence de protestation immédiate, ces marchandises sont présumées avoir été approuvées.
- 6.2. Dans le cas d'un contrat avec placement (une entreprise), le transfert de risque visé aux articles 1788 et 1789 du Code civil a lieu au fur et à mesure de l'avancement de l'exécution des travaux ou de la livraison des matériaux, des biens ou des installations.

### Article 7 : Modification du prix

Même dans le cas d'un forfait absolu, toute modification des salaires, des cotisations de sécurité sociale, des prix des matériaux ou de leur transport entraîne une révision des prix appliquée à la facturation des travaux et effectuée selon la formule indiquée ci-dessous :

$$p = P \times (0,40 \times s/S + 0,40 \times i/I + 0,20)$$

"P" est le montant des travaux exécutés et "p" est le montant révisé. "S" est le salaire horaire moyen déterminé par la Commission paritaire de la construction en vigueur le 10<sup>e</sup> jour

précédent la soumission de l'offre, augmenté du pourcentage total des cotisations de sécurité sociale et d'assurance acceptées par le SPF Economie à cette date ; "s" est le salaire horaire convenu avant le commencement des travaux pour lesquels un paiement partiel est demandé, augmenté du pourcentage total susmentionné accepté pendant cette période. "I" est l'indice mensuel fixé par la Commission de la mercuriale des matériaux de construction, en vigueur le 10<sup>e</sup> jour précédent la soumission de l'offre ; "i" est ce même indice repris avant le commencement des travaux et pour lequel un paiement partiel est demandé.

### Article 8 : Circonstances imprévisibles

- 8.1. Toutes les circonstances qui étaient raisonnablement imprévisibles et inévitables au moment de la soumission de l'offre et qui rendraient l'exécution du contrat financièrement ou autrement plus lourde ou plus difficile que normalement prévu, seront considérées comme des cas de force majeure. Elles donnent à l'entrepreneur le droit de demander la révision ou la résiliation du contrat.
- 8.2. Lorsque ces circonstances entraînent l'interruption des travaux, le délai d'exécution sera suspendu d'office pour la durée de l'interruption, augmentée du temps nécessaire à la reprise des travaux.
- 8.3. Ces circonstances imprévisibles comprennent, de manière non limitative : le non-respect des obligations ou le non-respect des délais d'un fournisseur ou d'un sous-traitant, les intempéries, tremblements de terre, incendies, la perte ou le vol d'outils, la perte de matériaux à mettre en œuvre, les blocages, grèves ou arrêts de travail et les restrictions à l'importation ou au commerce.

### Article 9 : Rupture de contrat

Si le maître d'ouvrage annule tout ou partie d'une commande, une indemnisation de rupture de 20 % du montant de la commande sera due, sans préjudice du droit de l'entrepreneur de demander la réparation intégrale du dommage, dans la mesure où il peut prouver que l'exécution de la commande a déjà commencé.

En outre, l'avance sera versée à l'entrepreneur au prorata du montant des travaux déjà effectués ou des matériaux commandés.

Si l'entrepreneur lui-même résilie ou annule le contrat, le maître d'ouvrage est en droit de lui réclamer un montant équivalent.

### Article 10 : Etendue des travaux

- 10.1. Le maître d'ouvrage s'assurera que tous les permis, autorisations et dispositions spatiales nécessaires à l'exécution des travaux soient obtenus à temps et d'application.
- 10.2. Le prix de l'ouvrage n'inclut pas, sauf indication contraire explicite :
- Les frais de terrassements, démolitions, fondations, maçonnerie, charpenterie, carrelage, enduits, peinture, tapisserie,

échafaudages, réparations ou autres travaux de construction aux installations et autres.

- b. Les frais de raccordement au gaz, à l'eau, à l'électricité ou autres dispositions d'infrastructure ainsi que les assurances et la répartition au prorata des coûts propres au chantier.
- c. Les frais de prévention ou de limitation des dommages aux biens présents sur le chantier.
- d. Les frais d'évacuation des débris de matériaux, déchets de tout genre.
- e. Les frais du transport vertical sur le chantier et les équipements nécessaires correspondants (par ex. une plateforme de chargement, ...).
- f. Les mesures de sécurité imposées par le coordinateur sécurité et qui ne sont pas connues au moment de la soumission de l'offre de l'entrepreneur.

### **Article 11 : Modifications et travaux supplémentaires**

- 11.1. Même en cas de forfait absolu, toutes les modifications ou travaux supplémentaires commandés par le maître d'ouvrage ainsi que l'établissement du prix pour ces travaux nécessitent l'accord préalable des deux parties et peuvent être revendiqués par tout moyen légal.
- 11.2. Toute modification aux travaux entraîne en tout cas des travaux en plus ou en moins lorsque :
  - a. Il est question d'une modification du projet ou du cahier des charges.
  - b. Les informations fournies par le maître d'ouvrage ne correspondent pas à la réalité.
  - c. Les tolérances mesurées dans l'ouvrage ne correspondent pas aux accords convenus à ce sujet.
- 11.3. Les travaux supplémentaires sont calculés sur la base de la valeur des facteurs déterminant le prix en vigueur au moment où les travaux supplémentaires sont prévus. Les travaux en moins sont comptés sur la base des facteurs de détermination des prix en vigueur au moment de la conclusion du contrat.

### **Article 12 : Exécution des travaux**

- 12.1. Le maître d'ouvrage garantit que :
  - a. Conformément aux exigences du plan de Sécurité et Santé, tous les dispositifs de sécurité nécessaires sont mis en place au début des travaux et qu'ils sont maintenus pendant les travaux. Ces dispositifs tiendront également compte de tout règlement ou de toute exigence imposée par la législation en vigueur et ce autant pour les personnes que pour les marchandises/matériaux.
  - b. L'entrepreneur et ses préposés/sous-traitants pourront commencer les travaux immédiatement après leur arrivée sur le chantier.
  - c. Les travaux pourront être effectués pendant les heures de travail normales. L'entrepreneur pourra déroger à ces dispositions uniquement si le maître d'ouvrage l'a informé à

temps de la nécessité de fixer l'heure de début et de fin des travaux en dehors des heures de travail normales.

- d. Les voies d'accès au chantier et l'endroit de livraison seront adaptés aux véhicules de transport de l'entrepreneur ou de son sous-traitant.
- e. Le chantier désigné conviendra à l'exécution de la pose et, selon l'avis de l'entrepreneur, comportera suffisamment d'espace de stockage au sec et verrouillable pour entreposer les matériaux sur les lieux mêmes ou à proximité.
- f. Il y aura, autour du bâtiment ou de l'objet concerné, un revêtement accessible en vue de l'utilisation de grues mobiles ainsi qu'une bande de terrain égalisée d'une largeur d'au moins 5 mètres.
- g. Les matériaux à mettre en œuvre seront mis à la disposition de l'entrepreneur à proximité directe des travaux à exécuter à ce moment.
- h. Il y aura, sur une distance de 50 m du lieu de travail, suffisamment de possibilités de raccordement à l'eau, à l'éclairage et à l'électricité et le raccordement électrique conviendra pour 230/380V avec une puissance suffisante.
- i. Les traits de niveaux et axes de chantier seront appliqués clairement et en nombre suffisant dans le bâtiment. Cette obligation n'est pas d'application si le maître d'ouvrage est qualifié de consommateur.
- j. Il y aura sur le chantier des baraques ou autres dispositifs sanitaires pour le personnel de l'entrepreneur et pour toutes les autres personnes désignées par l'entrepreneur pour assurer la mise en œuvre.
- 12.2. Lorsque, malgré les précautions mentionnées au point 1, l'entrepreneur est tenu responsable pour n'avoir pas respecté les règles, le maître d'ouvrage est obligé de préserver l'entrepreneur des frais qui en découlent, dont explicitement les frais liés à d'éventuelles sanctions ou mesures imposées par les autorités compétentes.
- 12.3. Lorsqu'il est impossible de travailler, entre autres en raison des conditions atmosphériques, la période de livraison et d'exécution de l'entrepreneur sera prolongée de la période d'arrêt du travail.
- 12.4. L'entrepreneur n'acceptera aucune responsabilité pour les équipements et les moyens qui lui sont mis à disposition par le maître d'ouvrage et contre lesquels le maître d'ouvrage le sauvegarde en cas de dommages.
- 12.5. Le maître d'ouvrage est tenu de contrôler la conformité des matériaux entreposés qui ne peuvent pas être posés immédiatement après la livraison, avec les accords conclus. Tout écart sera directement communiqué par écrit à l'entrepreneur. Si le maître d'ouvrage omet de contrôler les matériaux, l'administration de l'entrepreneur sera déterminante.
- 12.6. Le maître d'ouvrage est responsable de tous les préjudices résultant de la perte, du vol ou de l'endommagement des outils, des matériaux et autres biens de l'entrepreneur dès que ceux-ci se trouvent sur le lieu de travail ou de stockage provisoire désigné à cet effet.

12.7. Si le maître d'ouvrage ne respecte pas ses obligations telles que décrites dans les dispositions précédentes et que cela engendre un retard dans l'exécution des travaux, ceux-ci seront exécutés dès que le planning de l'entrepreneur le permettra. En outre, le maître d'ouvrage est responsable de tous les dommages qui en résultent pour l'entrepreneur.

### **Article 13 : Réception**

- 13.1. Dès que les travaux sont terminés, le maître d'ouvrage devra procéder à la réception provisoire des travaux. Les imperfections mineures ou les travaux inachevés dont la valeur est inférieure à 10 % du montant du marché ne peuvent en aucun cas être invoqués pour refuser la réception provisoire. Dans ce cas, le maître d'ouvrage ne devra payer qu'au prorata de ce qui a été pris en compte dans la réception et les défauts éventuels seront solutionnés dans le mois. Si les travaux ne nécessitent pas une double réception, la réception pourra s'effectuer en une seule fois et la réception provisoire coïncidera avec la réception définitive.
- 13.2. Si le maître d'ouvrage néglige d'être présent à la réception ou de s'y laisser représenter dûment dans les 15 jours après y avoir été invité, la réception provisoire sera considérée comme acquise à partir de la fin de cette période de 15 jours.
- 13.3. Lorsque le maître d'ouvrage a occupé l'ensemble ou une partie de l'ouvrage, la réception provisoire sera considérée comme acquise tacitement à partir de l'occupation et pour la partie occupée.
- 13.4. La réception provisoire implique l'approbation par le maître d'ouvrage des travaux à réceptionner et exclut tout recours en raison de vices apparents. La date de la réception provisoire détermine le départ de la garantie décennale.
- 13.5. Les travaux reconnus en état de réception sont présumés, jusqu'à preuve du contraire, l'avoir été à la date de leur achèvement effectif que l'entrepreneur a mentionnée dans sa demande de réception.
- 13.6. La réception définitive aura lieu au plus tard 12 mois après la réception provisoire, sans autre formalité que l'écoulement du délai de 12 mois.
- 13.7. Si le maître d'ouvrage n'approuve pas les travaux, il est tenu d'en informer l'entrepreneur par écrit en invoquant les raisons. A cet effet, les parties utiliseront les dispositions de la directive FAC Conseils et Exigences de Qualité comme guide d'évaluation et d'autres sources en complément.
- 13.8. Si le maître d'ouvrage n'approuve pas les travaux, il permettra à l'entrepreneur de réceptionner à nouveau les travaux. Les dispositions du présent article seront à nouveau d'application.

### **Article 14 : Responsabilité / Généralités**

14.1. L'entrepreneur est responsable des dommages subis par le maître d'ouvrage et qui sont la conséquence directe et exclusive de manquements de la part de l'entrepreneur.

L'indemnisation portera uniquement sur les dégâts pour lesquels l'entrepreneur est assuré.

- 14.2. N'entrent pas en considération pour l'indemnisation :
- Les dégâts à l'entreprise dont, par exemple, le manque à gagner et les dégâts suite à l'arrêt des travaux ;
  - Les dégâts aux biens qui font l'objet des travaux ou aux biens qui se trouvent à proximité du lieu où les travaux sont exécutés, occasionnés par ou pendant l'exécution des travaux.
- 14.3. Le maître d'ouvrage préserve l'entrepreneur de tout recours de tiers pour cause de responsabilité des produits en raison d'un défaut du produit livré par le maître d'ouvrage à un tiers et qui consistait (en partie) de produits et/ou matériaux livrés par l'entrepreneur.
- 14.4. Par cet article, l'entrepreneur ne se soustrait pas à sa faute grave ou malveillance ou à celle de ses préposés.

### **Article 15 : Responsabilité de l'entreprise**

- 15.1. Pendant une période d'un an après la réception provisoire, l'entrepreneur est responsable pour les légers vices cachés qui ne sont pas couverts par les articles 1792 et 2270 du Code Civil. Sous peine de déchéance de la responsabilité de l'entrepreneur, le vice doit être dénoncé par le maître d'ouvrage dans les 2 mois suivant sa découverte ou à compter du jour où il aurait dû être connu.
- 15.2. Toute action en justice fondée sur ce motif n'est recevable que si elle est intentée dans un délai de six mois à compter du jour où le maître d'ouvrage a eu ou aurait dû avoir connaissance du défaut.

### **Article 16 : Responsabilités à l'achat**

- 16.1. Conformément aux articles 1649bis à 1649octies du Code Civil, le consommateur acheteur bénéficie de la garantie légale pour défaut de conformité qui existerait au moment de la délivrance du bien et qui surviendrait pendant un délai de deux ans à compter de cette délivrance.
- 16.2. Le défaut est toutefois considéré comme inexistant si le consommateur connaissait ou ne pouvait raisonnablement pas ignorer ce défaut au moment de la conclusion du contrat.
- 16.3. Le défaut de conformité allégué doit être notifié à l'entrepreneur par lettre recommandée au plus tard deux mois après la découverte du défaut.
- 16.4. Après un délai de deux ans à compter de la livraison, la responsabilité de l'entrepreneur envers le consommateur ou l'entreprise cliente est limitée à la garantie des vices cachés de droit commun, telle que déterminée dans les articles 1641 à 1649 du Code Civil. Le délai pour invoquer le défaut est de deux mois à compter de la découverte du défaut.
- 16.5. Les garanties de l'entrepreneur ne couvrent pas les dégâts dus à la pose réalisée par des tiers et qui est contraire aux règles de l'art et/ou du manuel remis par nous, à un usage impropre ou à un mauvais entretien des biens par le maître d'ouvrage.

**Article 17 : Garanties**

Voir la partie II : Conditions de garantie.

**Article 18 : Plaintes**

- 18.1. Le maître d'ouvrage est tenu de contrôler les biens achetés au moment de la livraison et/ou de la pose.
- 18.2. Toute plainte pour vices apparents sera déposée par le maître d'ouvrage, sous peine de déchéance, dans les 8 jours suivant la livraison/le placement des marchandises, par lettre recommandée, ou notifiée à l'entrepreneur lors de la réception des marchandises.
- 18.3. L'entrepreneur n'est pas responsable :
  - a. De l'usage impropre des marchandises ;
  - b. Des dégâts causés par le hasard et/ou la force majeure ;
  - c. De l'acte ou de la faute intentionnelle de toute personne (sauf l'entrepreneur ou son préposé), y compris le maître d'ouvrage ou son préposé ;
  - d. De l'utilisation des biens autre que celle qui est raisonnablement prévisible.
- 18.4. En cas de réclamation fondée, la responsabilité de l'entrepreneur est limitée à remplacer les marchandises non correspondantes ou à compléter les marchandises manquantes, à l'exclusion de toute indemnisation.
- 18.5. Envers le consommateur acheteur, cet article n'affecte pas l'article 1649 quinquièmes du Code Civil.
- 18.6. Aucune plainte n'autorise le maître d'ouvrage de suspendre, omettre ou considérer comme nulle l'exécution de ses obligations.

**Article 19 : Obligations non remplies par le maître d'ouvrage**

- 19.1. Lorsque l'entrepreneur est empêché, dans l'exécution de ses obligations, par une cause qui relève des risques du maître d'ouvrage et si l'entrepreneur est disposé et en mesure de remplir ses obligations en vertu du contrat, le maître d'ouvrage sera responsable du manque à gagner et des dommages subis par l'entrepreneur.
- 19.2. Les marchandises non récupérées après l'écoulement du délai de livraison et/ou de la période d'exécution de l'ensemble de la livraison, des travaux de l'entreprise, des travaux partiels ou des livraisons partielles, seront stockées aux frais et risques du maître d'ouvrage et resteront à sa disposition dans les limites raisonnables.

**Article 20 : Paiement**

- 20.1. Le paiement sera effectué au siège de l'entrepreneur ou sur un compte indiqué par l'entrepreneur et ce dans les 30 jours suivant la date de facturation.
- 20.2. Sauf convention contraire explicite, le paiement sera effectué comme suit : 10 % du prix total à la commande ; 10 % du

prix total au début de la production ; 80 % du prix total en fonction de la pose sur chantier, en tranches mensuelles.

- 20.3. La TVA, les autres prélèvements et redevances, et leurs modifications, sont toujours à la charge du maître d'ouvrage.
- 20.4. Le droit du maître d'ouvrage de compenser ses créances envers l'entrepreneur est exclu, sauf si l'entrepreneur est déclaré en faillite.
- 20.5. La demande de paiement intégral sera immédiatement exigible lorsque :
  - a. Un délai de paiement est dépassé.
  - b. Le maître d'ouvrage est déclaré en faillite, lorsqu'il est en grève ou demande l'application de la LCE.
  - c. Les biens ou les créances du maître d'ouvrage sont saisis.
  - d. Le maître d'ouvrage, dans le cas d'un entrepreneur, est arrêté, dissout ou mis en liquidation.
  - e. Le maître d'ouvrage, dans le cas d'une personne physique, est placé sous tutelle ou décède.
- 20.6. A défaut de paiement à la date d'échéance, les montants dus produiront, de plein droit et sans mise en demeure, un intérêt au taux de 8,5 % par an, calculé au prorata du nombre de jours de retard de paiement.
- 20.7. A défaut de paiement à la date d'échéance, le maître d'ouvrage sera, légalement et sans mise en demeure, tenu de payer à l'entrepreneur tous les frais extrajudiciaires de recouvrement de la facture, y compris une indemnité forfaitaire de 10 % avec un minimum de 100 euros, majorée des frais de justice et d'exécution.

**Article 21 : Réserve de propriété**

- 21.1. Même après leur incorporation, les matériaux livrés dans le cadre du présent accord resteront la propriété de l'entrepreneur et le maître d'ouvrage n'en sera le détenteur que jusqu'au paiement intégral du prix. L'entrepreneur peut détacher et reprendre les matériaux sans le consentement du maître d'ouvrage. Par conséquent, le maître d'ouvrage autorise l'entrepreneur à entrer sur le lieu où se trouvent ces articles. Ce droit expire et la propriété est transmise dès que le maître d'ouvrage a payé toutes ses dettes à l'entrepreneur. En cas d'invocation du droit de reprise, l'entrepreneur peut conserver les avances versées pour compenser sa perte. Lorsque l'entrepreneur exerce ce droit, il en informera le maître d'ouvrage par lettre ordinaire et recommandée et ce dernier sera réputé en avoir pris connaissance le 3<sup>e</sup> jour ouvrable suivant l'expédition.
- 21.2. Tant que les marchandises livrées sont soumises à une réserve de propriété, le maître d'ouvrage ne peut les aliéner ou les grever en dehors du cadre de ses activités commerciales normales.

**Article 22 : Droit applicable**

- 22.1. Tous les accords auxquels ces conditions générales s'appliquent en tout ou en partie sont régis par le droit belge, à l'exclusion de tout autre système juridique.
- 22.2 La Convention de Vienne sur les contrats de vente internationale de marchandises (C.I.S.G.), la Convention de New York et toutes les autres réglementations internationales qui peuvent être exclues sont exclues.

**Article 23 : Attribution de compétence**

En cas de litige au sujet de la validité, de l'exécution ou de l'interprétation du présent contrat, seuls les tribunaux du domicile/siège de l'entrepreneur seront compétents.

Si le maître d'ouvrage est un "consommateur" au sens de l'article I.1, 2° du Code du Droit Economique, il devra saisir les tribunaux du domicile/siège de l'entrepreneur. Ils sont les seuls compétents.

**Article 24 : Traitement des données personnelles (GDPR)**

Nous recueillons et traitons les données personnelles que vous nous communiquez à des fins d'exécution du contrat, de gestion de la clientèle, de comptabilité et d'activités de marketing. Les fondements juridiques sont l'exécution de l'accord, le respect des obligations légales et réglementaires et/ou l'intérêt légitime. Le responsable du traitement est désigné par l'entrepreneur et exerce au siège de l'entrepreneur. Ces données personnelles seront uniquement transmises aux sous-traitants, destinataires et/ou tiers dans la mesure des nécessités dans le cadre des objectifs de traitement.

Le maître d'ouvrage porte la responsabilité de l'exactitude des données personnelles qu'il nous transmet et s'engage à respecter le règlement général sur la protection des données à l'égard des personnes dont il nous a transmis les données personnelles, ainsi qu'à l'égard de toutes les données personnelles éventuelles qu'il pourrait recevoir de notre part et de nos employés.

Le maître d'ouvrage confirme qu'il a été correctement informé au sujet du traitement de ses données personnelles et de ses droits d'accès, de rectification, de suppression et d'opposition.

## II. Règlement de garantie

### 1. Conditions générales de garantie

Si les dispositions de garantie suivantes sont invoquées, le membre de la FAC réparera lui-même les dommages ou les fera réparer par une entreprise compétente. L'entrepreneur fournira gratuitement les matériaux nécessaires pour remplacer les matériaux défectueux, si cela s'avère nécessaire pour effectuer la réparation.

La prise en charge des coûts concerne les travaux requis, y compris la pose et les ragréages nécessaires, à l'exception des garanties spécifiques décrites ci-dessous. Le montant total des coûts est limité à la valeur convenue à l'origine pour ces prestations. Les autres coûts ne seront pas pris en charge.

### 2. Délais de garantie et conditions spécifiques

Les délais de garantie indiqués entrent en vigueur à la livraison des pièces ou de la pose chez le maître d'ouvrage, sauf si les conditions de garantie en décident autrement. La nouvelle livraison de matériaux ou l'exécution des travaux ne donne pas lieu à un nouveau départ de la période de garantie.

Des garanties spécifiques sont d'application pour les aspects de l'ouvrage qui ne concernent pas la stabilité des ouvrages et peuvent être spécifiées pour chaque type et produit : vitrages, quincaillerie, peinture, joints, applications électriques.

Lorsque des marchandises de tiers sont livrées ou mises en œuvre, les conditions de garantie du producteur ou fournisseur concerné seront d'application.

Sous réserve de dispositions spécifiques pour le produit en question de la part du producteur ou du fournisseur, les garanties suivantes sont d'application de la part des membres de la FAC :

#### 2.1 Vitrage isolant : période de garantie de 10 ans à compter de la date de fabrication.

Il est garanti que pendant la période de garantie, il ne pourra pas se produire de diminution de la transparence due à la formation de condensation ou au dépôt de poussière à l'intérieur du vide des vitrages. Cette garantie est basée sur les normes NBN B 25-002-1 et NBN S23-002, ainsi que sur les notes d'informations techniques NIT 214 – Le verre et les produits verriers – Les fonctions des vitrages, NIT 221 - La pose des vitrages en feuillure. La garantie comprend une livraison rapide des vitrages de remplacement, hors frais de pose.

Les dommages suivants ne sont pas couverts par la garantie :

- altération par les agents atmosphériques et/ou usure dans des conditions normales d'utilisation ;
- usage impropre ou anormal ;
- l'absence d'entretien ou de nettoyage conformément aux dispositions à ce sujet reprises dans les Conseils et Exigences de Qualité de la FAC, en vigueur trois mois avant la conclusion du contrat ;
- toute installation, pose, modification, réparation ou ajout par le maître d'ouvrage ou des tiers ;

- de petites imperfections dans la finition, qui n'affectent pas la qualité du produit ;
- les dégradations résultant de modifications de la forme des structures portantes, de travaux non conformes exécutés à la structure, de la mauvaise exécution de réparations, nettoyages ou autres ou de l'utilisation de matériaux inadaptés à leur destination ;
- les dégradations résultant d'influences nocives imprévues, temporaires ou permanentes de l'environnement ;
- des choses, matériaux, méthodes de travail et constructions qui s'écartent des prescriptions et conseils donnés dans les Exigences de qualité et Conseils FAC, pour autant qu'ils aient été appliqués selon les instructions explicites du maître d'ouvrage ;
- \* les matériaux livrés par le maître d'ouvrage ou en son nom ;
- la corrosion filiforme ;
- des différences de couleur et/ou la perte de brillance conformément aux indications dans les Conseils et Exigences de Qualité de la FAC, en vigueur trois mois avant la conclusion du contrat ;
- les défauts qui auraient pu être constatés au moment de la réception ;
- les dégradations et/ou défauts survenus pendant ou après la réception suite à des influences de l'extérieur ;
- la pose ou l'utilisation de protections solaires, installations de nettoyage des vitres, échelles, etc. ;
- la casse thermique et mécanique des vitres pouvant survenir suite à la protection ou couverture partielle des vitres ou à des différences de température substantielles ;
- les dégâts survenus suite à une charge thermique supérieure à 70°C ;
- le masticage, sauf en ce qui concerne l'étanchéité à l'eau ;
- les écarts optiques (interférences, écran de couleur suite à la trempe) dans les limites des tolérances ;
- les influences barométriques conduisant à certaines déformations dans la réflexion d'images ;
- l'apparition de condensation à l'intérieur et à l'extérieur du vitrage isolant.

#### 2.2 Joints au mastic : période de garantie de 5 ans

Pendant cette période, la résistance des joints mastiqués est garantie conformément aux STS 56.1. Dans le cas des joints structurels (SSG), la garantie est soumise à la condition attestée de l'inspection une fois par an au moins de l'adhérence durable des collages SSG par un organisme de contrôle compétent. En cas de condensation entre les feuilles de verre du vitrage isolant, ce vitrage sera immédiatement remplacé.

#### 2.3 Traitement de surface : période de garantie de 10 ans

Cette garantie est dégressive dans le temps et s'applique au décollement, à l'écaillage et à la formation de boursoufflures dans la couche superficielle. La garantie ne couvre pas la corrosion filiforme et l'atténuation naturelle des couleurs et du degré de brillance. Pour les couleurs métalliques, il est impossible, en raison des caractéristiques particulières de ces poudres, de donner une garantie sur l'apparition de nuages et de différences de couleur.

La garantie ne peut être valablement invoquée que si l'ayant droit démontre que :

- Les surfaces laquées/anodisées sont dûment nettoyées et entretenues.
- Le nettoyage est effectué par une entreprise spécialisée, à démontrer à l'appui d'une facture. Cette condition n'est pas d'application pour les maisons d'habitation ou les propriétés privées.
- Les dégâts ne résultent pas d'un traitement non professionnel des éléments laqués ou anodisés.
- Les éléments traités ne sont soumis ou n'ont été soumis à aucune autre charge de chaleur supérieure à 70°C que l'ensoleillement.
- Aucun changement n'est survenu dans les conditions atmosphériques auxquelles les éléments sont exposés.
- Les éléments traités n'ont eu aucun contact direct ou indirect qui soit préjudiciable aux éléments en aluminium laqué/anodisé (sels d'épandage, acides, ...).
- Les dégâts ne sont dus à aucun endommagement mécanique de la couche de peinture (projections de soudure, résidus de meulage, ...).

#### 2.4 Quincaillerie : période de garantie de 2 ans

Cette garantie couvre le bon fonctionnement de la quincaillerie selon la NBN B25- 002. L'application de cette clause de garantie ne peut pas être invoquée en cas d'usage impropre ou lorsque l'entretien normal ne peut pas être démontré. Le maître d'ouvrage peut obtenir des directives spécifiques pour la manœuvre et l'entretien auprès du membre FAC.

#### 2.5 Volets et protections solaires : période de garantie de 2 ans

Cette garantie couvre le bon fonctionnement des volets roulants et des protections solaires selon les normes NBN EN 13561 et NBN EN 13659. La garantie comprend la fourniture gratuite des pièces de rechange ou la réparation gratuite dans l'atelier de l'entrepreneur. Le maître d'ouvrage ou son successeur légal ne peut prétendre à aucune autre compensation ou intervention comme les frais de pose (déplacement et main-d'oeuvre).

#### 2.6 Composants électriques

Les composants électriques prévus par l'entrepreneur sont testés préalablement à la livraison sur chantier dans l'atelier de l'entrepreneur. Il peut y apposer une marque (par ex. une étiquette) avec la mention de la date du contrôle du bon fonctionnement.

Après la pose des marchandises, le risque de bon fonctionnement est transféré au maître d'ouvrage.

Sauf mention contraire explicite, le membre FAC n'est pas chargé du raccordement de ces composants au réseau d'électricité ou au poste de commande.

Le raccordement, le réglage et l'application des composants périphériques (transformateurs, sondes, panneaux à touches tactiles, dispositifs de sécurité, etc.) et toutes les circonstances d'utilisation ne sont pas comprises dans la mission de base du membre FAC qui n'assume donc pas la responsabilité des aspects susmentionnés.

Le client/maître d'ouvrage doit toujours respecter les prescriptions d'utilisation et d'installation. L'utilisation ou le raccordement

incorrects ainsi que l'application des sondes et/ou transfo's impropres, etc. peut entraîner la perte de la garantie d'usine. De même, le mauvais réglage des anémomètres ou la pose d'un nombre insuffisant de sondes peut provoquer des dégâts irréparables à l'installation.

Le client/maître d'ouvrage veillera à ce que les protections solaires, volets et autres éléments à commande électrique puissent se déplacer librement et fassent l'objet d'un entretien annuel, conformément aux indications dans les prescriptions d'entretien afin de garantir le bon fonctionnement

#### 2.7 Installations électriques : période de garantie de 1 an à compter de la date de fabrication

La garantie couvre le bon fonctionnement des installations électriques conformément aux directives 89/336/EEG, 89/106/ EEG et 73/23/EEG. Pour les systèmes de portes automatiques, la garantie est d'application conformément aux prescriptions de la norme EN 16005.

#### 2.8 Moustiquaires : période de garantie de 1 an

La garantie couvre la solidité des moustiquaires. Limite de garantie : la gaze est exclue de la garantie.

### 3. Exclusions de la garantie

- 3.1. Les garanties susmentionnées ne sont valables que si le maître d'ouvrage fournit la preuve qu'il a respecté les directives de manœuvre et d'entretien qu'il peut obtenir auprès de l'entrepreneur, et si l'instabilité ou le défaut survenu n'est pas imputable au non-respect de ces directives.
- 3.2. La garantie couvre uniquement les éventuels défauts de fabrication et/ou les défauts en cas d'usage normal des biens et/ou matériaux conformément à leur destination habituelle et normale et dans la mesure où le maître d'ouvrage a respecté ses obligations envers l'entrepreneur.
- 3.3. L'entrepreneur n'est pas responsable de tout autre dommage subi par le maître d'ouvrage ou des tiers.
- 3.4. Les exclusions de garantie suivantes s'appliquent à toutes les garanties accordées par le membre FAC :

- Si le maître d'ouvrage effectue ou laisse effectuer des travaux aux pièces livrées sans l'accord explicite de l'entrepreneur ;
- En cas de dégâts suite aux travaux d'un tiers ;
- En cas de dégâts suite au changement néfaste durable de l'environnement ;
- Les dégâts résultant d'une tempête, d'un incendie, d'une guerre, d'émeutes ou d'autres catastrophes naturelles ;
- Les dégâts résultant de faits de violence ;
- Les dégâts résultant de l'application d'un produit d'entretien agressif ou inapproprié ;
- L'utilisation non compétente des pièces livrées ;
- Si la pose n'a pas été effectuée par un membre FAC, la garantie couvre uniquement les pièces livrées ;
- Les ouvrages qui n'ont pas été réalisés par un membre FAC ne font pas l'objet de la présente garantie.



# INDICATION DES SOURCES

## 1. Normes

Les normes auxquelles ce manuel réfère sont reprises par ordre numérique dans la liste suivante.

Type	Année	Description
NBN S 01-400	1977	Acoustique - Critères de l'isolation acoustique
NBN S 01-400-1	2008	Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation
prNBN S 01-401-1	2019	Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation
NBN S 01-400-2	2012	Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires
NBN S 01-401	1988	Acoustique - Valeurs limites des niveaux de bruit en vue d'éviter l'inconfort dans les bâtiments
NBN EN 2	1994	Classes de feux (+A1:2004)
NBN S 21-100-1	2015	Systèmes de détection et d'alarme incendie Partie 1: Règles pour l'analyse des risques et l'évaluation des besoins, l'étude et la conception, le placement, la mise en service, le contrôle, l'utilisation, la vérification et la maintenance (+A1:2018)
NBN S 21-100-2	2015	Systèmes de détection et d'alarme incendie - Partie 2: Qualifications et compétences
NBN S 21-204	1982	Protection contre l'incendie dans les bâtiments - Bâtiments scolaires - Conditions générales et réaction au feu
prNBN S 21-204-2	2018	Protection contre l'incendie dans les bâtiments - Bâtiments scolaires - Partie 2: Protection contre l'incendie des nouveaux bâtiments scolaires
NBN S 21-208-2	2014	Protection incendie dans les bâtiments - Conception des systèmes d'évacuation des fumées et de la chaleur (EFC) des parkings fermés
NBN S 23-002	2007	Vitrierie (+A1:2010)
NBN S 23-002-2	2020	Vitrierie - Partie 2 : Calcul des épaisseurs de verre
NBN S 23-002-3	2020	Vitrierie - Partie 3 : Calcul des épaisseurs de verre en façade
NBN B 25-002-1	2019	Menuiserie extérieure - Partie 1: Prescription des performances générales – Fenêtres et façades rideaux
NBN B 25-210	1980	Méthodes d'essais des fenêtres - Essais mécaniques (norme européenne EN 107-1980)
NBN D 50-001	1991	Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation
NBN B 62-002	2008	Performances thermiques de bâtiments - Calcul des coefficients de transmission thermique (valeurs U) des composants et éléments de bâtiments - Calcul des coefficients de transfert de chaleur par transmission (valeur HT) et par ventilation (valeur Hv)
NBN B 62-004	1987	Calcul du coefficient k de transmission thermique des vitrages
NBN B 62-301	2008	Performance d'isolation thermique des bâtiments - Niveau K d'isolation thermique globale des bâtiments
NBN EN 179	2008	Quincaillerie pour le bâtiment - Fermetures d'urgence pour issues de secours manoeuvrées par une béquille ou une plaque de poussée, destinées à être utilisées sur des voies d'évacuation - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 356	2000	Verre dans la construction - Vitrage de sécurité - Mise à essai et classification de la résistance à l'attaque manuelle
NBN EN 410	2011	Verre dans la construction - Détermination des caractéristiques lumineuses et solaires des vitrages
NBN EN 485-1	2016	Aluminium et alliages d'aluminium - Tôles, bandes et tôles épaisses - Partie 1: Conditions techniques de contrôle et de livraison
NBN EN 485-2	2013	Aluminium et alliages d'aluminium - Tôles, bandes et tôles épaisses - Partie 2: Caractéristiques mécaniques (+A1:2018)
NBN EN 485-3	2003	Aluminium et alliages d'aluminium - Tôles, bandes et tôles épaisses - Partie 3: Tolérances de dimensions et de forme des produits laminés à chaud
NBN EN 485-4	1994	Aluminium et alliages d'aluminium - Tôles, bandes et tôles épaisses - Partie 4: Tolérances sur forme et dimensions des produits laminés à froid

NBN EN 486	2009	Aluminium et alliages d'aluminium - Billettes de filage - Spécifications
NBN EN 487	2009	Aluminium et alliages d'aluminium - Plaques de laminage - Spécifications
NBN EN 515	2017	Aluminium et alliages d'aluminium - Produits corroyés - Désignation des états métallurgiques
NBN EN 546-1	2007	Aluminium et alliages d'aluminium - Feuille mince - Partie 1 : Conditions techniques de contrôle et de livraison
NBN EN 546-2	2007	Aluminium et alliages d'aluminium - Feuille mince - Partie 2 : Caractéristiques mécaniques
NBN EN 546-3	2007	Aluminium et alliages d'aluminium - Feuille mince - Partie 3 : Tolérances sur dimensions
NBN EN 546-4	2007	Aluminium et alliages d'aluminium - Feuille mince - Partie 4 : Exigences de propriétés particulières
NBN EN 572-2	2012	Verre dans la construction - Produits de base : verre de silicate sodo-calcique - Partie 2 : Glace flottée
NBN EN 573-1	2004	Aluminium et alliages d'aluminium - Composition chimique et forme des produits corroyés - Partie 1 : Système de désignation numérique
NBN EN 573-2	1995	Aluminium et alliages d'aluminium - Composition chimique et forme des produits corroyés - Partie 2: Système de désignation fondé sur les symboles chimiques
NBN EN 573-3	2019	Aluminium et alliages d'aluminium - Composition chimique et forme des produits corroyés – Partie 3 : Composition chimique et forme des produits
NBN EN 573-5	2007	Aluminium et alliages d'aluminium - Composition chimique et forme des produits corroyés – Partie 5: Codification des produits corroyés normalisés
NBN EN 673	2011	Verre dans la construction - Détermination du coefficient de transmission thermique, U - Méthode de calcul
NBN EN 674	2011	Verre dans la construction - Détermination du coefficient de transmission thermique, U - Méthode de l'anneau de garde
NBN EN 675	2011	Verre dans la construction - Détermination du coefficient de transmission thermique, U - Méthode du fluxmètre
NBN 713-020	1968	Protection contre l'incendie - Comportement au feu des matériaux et éléments de construction - Résistance au feu des éléments de construction (avec erratum) (+A1:1982/+A2:1985/+A3:1994)
NBN EN ISO 717-1	2013	Acoustique - Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 1: Isolement aux bruits aériens
NBN EN ISO 717-2	2013	Acoustique - Évaluation de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction - Partie 2: Protection contre le bruit de choc
NBN EN 755-1	2016	Aluminium et alliages d'aluminium - Barres, tubes et profilés filés - Partie 1 : Conditions techniques de contrôle et de livraison
NBN EN 755-2	2016	Aluminium et alliages d'aluminium - Barres, tubes et profilés filés - Partie 2 : Caractéristiques mécaniques
NBN EN 755-3	2008	Aluminium et alliages d'aluminium - Barres, tubes et profilés filés – Partie 3: Barres rondes, tolérances sur dimensions et forme
NBN EN 755-4	2008	Aluminium et alliages d'aluminium - Barres, tubes et profilés filés Partie 4: Barres carrées, tolérances sur dimensions et forme
NBN EN 755-5	2008	Aluminium et alliages d'aluminium - Barres, tubes et profilés filés Partie 5: Barres rectangulaires, tolérances sur dimensions et forme
NBN EN 755-6	2008	Aluminium et alliages d'aluminium - Barres, tubes et profilés filés Partie 6: Barres hexagonales, tolérances sur dimensions et forme
NBN EN 755-7	2016	Aluminium et alliages d'aluminium - Barres, tubes et profilés filés Partie 7 : Tubes filés sur aiguille, tolérances sur dimensions et forme
NBN EN 755-8	2016	Aluminium et alliages d'aluminium - Barres, tubes et profilés filés Partie 8 : Tubes filés à pont, tolérances sur dimensions et forme
NBN EN 755-9	2016	Aluminium et alliages d'aluminium - Barres, tubes et profilés filés - Partie 9 : Profilés, tolérances sur dimensions et forme
NBN EN 1026	2016	Fenêtres et portes - Perméabilité à l'air - Méthode d'essai
NBN EN 1027	2016	Fenêtres et portes - Etanchéité à l'eau - Méthode d'essai
NBN EN 1036-1	2008	Verre dans la construction - Miroirs en glace argentée pour l'intérieur Partie 1: Définitions, exigences et méthodes d'essai
NBN EN 1036-2	2008	Verre dans la construction - Miroirs en glace argentée pour l'intérieur Partie 2: Evaluation de la conformité; norme de produit
NBN EN 1063	2000	Verre dans la construction - Vitrage de sécurité - Mise à essai et classification de la résistance à l'attaque par balle
NBN EN 1090-1	2009	Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 1: Exigences pour l'évaluation de la conformité des éléments structuraux (+A1 :2012)
NBN EN 1090-2	2018	Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 2: Exigences techniques pour les structures en acier

NBN EN 1090-3	2019	Exécution des structures en acier et des structures en aluminium - Partie 3: Exigences techniques pour l'exécution des structures en aluminium
NBN EN 1096-1	2012	Verre dans la construction - Verre à couche - Partie 1: Définitions et classification
NBN EN 1125	2008	Quincaillerie pour le bâtiment - Fermetures anti-panique manoeuvrées par une barre horizontale, destinées à être utilisées sur des voies d'évacuation - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 1154	1997	Quincaillerie pour le bâtiment - Dispositifs de fermeture de porte avec amortissement - Prescriptions et méthodes d'essai (+A1:2003/+AC:2006)
NBN EN 1155	1997	Quincaillerie pour le bâtiment - Dispositifs de retenue électromagnétique pour portes battantes - Prescriptions et méthodes d'essai (A1:2003/AC:2006)
NBN EN 1158	1997	Quincaillerie pour le bâtiment - Dispositifs de sélection de vantaux - Prescriptions et méthodes d'essai (A1:2003/AC:2006)
NBN EN 1191	2013	Fenêtres et portes - Résistance à l'ouverture et fermeture répétée - Méthode d'essai
NBN EN 1279-1	2018	Verre dans la construction - Vitrage isolant Partie 1 : Généralités, description du système, règles de substitution, tolérances et qualité visuelle
NBN EN 1279-2	2018	Verre dans la construction - Vitrage isolant Partie 2 : Méthode d'essai de longue durée et exigences en matière de pénétration d'humidité
NBN EN 1279-3	2018	Verre dans la construction - Vitrage isolant - Partie 3 : Méthode d'essai à long terme pour le débit de fuite et prescriptions pour les tolérances de concentration en gaz
NBN EN 1279-4	2018	Verre dans la construction - Vitrage isolant Partie 4: Méthodes d'essai des propriétés physiques des composants et inserts
NBN EN 1279-5	2018	Verre dans la construction - Vitrage isolant - Partie 5: Norme de produit
NBN EN 1279-6	2002	Verre dans la construction - Vitrage isolant - Partie 6: Contrôle de production en usine et essais périodiques
NBN EN 1288-1	2000	Verre dans la construction - Détermination de la résistance du verre à la flexion - Partie 1: Principes fondamentaux des essais sur le verre
NBN EN 1303	2015	Quincaillerie pour le bâtiment - Cylindres de serrures - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 1363-1	2020	Essais de résistance au feu - Partie 1 : Exigences générales
NBN EN 1364-1	2015	Essais de résistance au feu des éléments non porteurs - Partie 1: Murs
NBN EN 1364-3	2014	Essais de résistance au feu des éléments non-porteurs dans les bâtiments - Partie 3: Murs rideaux - Configuration en grandeur réelle (assemblage complet)
NBN EN 1364-4	2014	Essais de résistance au feu des éléments non-porteurs - Partie 4: Murs rideaux - Configuration partielle
NBN EN 1365-1	2012	Essais de résistance au feu des éléments porteurs - Partie 1: Murs (+AC:2013)
NBN EN ISO 1461	2009	Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier - Spécifications et méthodes d'essai
NBN EN 1522	1998	Fenêtres, portes, fermetures et stores - Résistance aux balles - Prescriptions et classification
NBN EN 1523	1998	Fenêtres, portes, fermetures et stores - Résistance aux balles - Méthode d'essai
NBN EN 1527	2019	Quincaillerie du bâtiment - Quincaillerie pour portes coulissantes et portes pliantes - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 1627	2011	Blocs-portes pour piétons, fenêtres, façades rideaux, grilles et fermetures - Résistance à l'effraction - Prescriptions et classification
NBN EN 1628	2011	Blocs-portes pour piétons, fenêtres, façades rideaux, grilles et fermetures - Résistance à l'effraction - Méthode d'essai pour la détermination de la résistance à la charge statique (+A1:2016)
NBN EN 1629	2011	Blocs-portes pour piétons, fenêtres, façades rideaux, grilles et fermetures - Résistance à l'effraction - Méthode d'essai pour la détermination de la résistance à la charge dynamique (+A1:2016)
NBN EN 1630	2011	Blocs-portes pour piétons, fenêtres, façades rideaux, grilles et fermetures - Résistance à l'effraction - Méthode d'essai pour la détermination de la résistance aux tentatives manuelles d'effraction (+A1:2016)
NBN EN 1634-1	2014	Essais de résistance au feu et d'étanchéité aux fumées des portes, fermetures, fenêtres et éléments de quincailleries - Partie 1: Essais de résistance au feu des portes, fermetures et fenêtres (+A1:2018)
NBN EN 1634-2	2009	Essai de résistance au feu et d'étanchéité aux fumées des portes, fermetures, fenêtres et éléments de quincailleries - Partie 2: Caractérisation de la résistance au feu pour les éléments de quincaillerie
NBN EN 1634-3	2004	Essais de résistance au feu et d'étanchéité aux fumées des portes, fermetures, fenêtres et éléments de quincailleries – Partie 3: Essais d'étanchéité aux fumées des portes et fermetures (+ AC:2006)
NBN EN 1670	2007	Quincaillerie pour le bâtiment - Résistance à la corrosion - Exigences et méthodes d'essai (+ AC:2008)
NBN EN 1863-1	2012	Verre dans la construction - Verre de silicate sodo-calcique durci thermiquement - Partie 1: Définition et description
NBN EN 1863-2	2004	Verre dans la construction - Verre de silicate sodo-calcique thermodurci - Partie 2: Evaluation de la conformité

NBN EN 1906	2012	Quincaillerie pour le bâtiment - Béquilles et boutons de porte - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 1935	2002	Quincaillerie pour le bâtiment - Charnières axe simple - Prescriptions et méthodes d'essai (+AC:2003)
NBN EN 1990	2002	Eurocodes structuraux - Eurocodes: Bases de calcul des structures (+A1:2006; +ANB:2013)
NBN EN 1991-1-1	2015	Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-1 : Actions générales - Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation bâtiments (version consolidée, comprenant AC:2013/+ANB:2008)
NBN EN 1991-1-2	2015	Eurocode 1: Actions sur les structures - Partie 1-2: Actions générales - Actions sur les structures exposées au feu (Version consolidée, AC:2013/+ANB:2008 compris)
NBN EN 1991-1-3	2003	Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-3: Actions générales - Charges de neige (+AC:2009/+A1:2015)
NBN EN 1991-1-4	2005	Eurocode 1: Actions sur les structures - Partie 1-4: Actions générales - Actions du vent (Version consolidée, AC:2010, ANB:2010 et A1:2010 compris)
NBN EN 1991-1-5	2015	Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-5 : Actions générales - Actions thermiques (Version consolidée, AC:2009+ANB:2019 compris)
NBN EN 1991-1-7 NL	2015	Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-7 : Actions générales - Actions accidentelles (+A1 :2014 ; ANB :2012/AC:2017)
NBN EN 1991-3	2006	Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 3: Actions induites par les appareils de levage et les machines (+AC: 2012/+ANB:2011)
NBN EN 1992-1-2	2005	Eurocode 2: Calcul des structures en béton - Partie 1-2: Règles générales - Calcul du comportement au feu (+AC:2008/+ANB:2010)
NBN EN 1999-1-1	2007	Eurocode 9: Calcul des structures en aluminium - Partie 1-1: Règles générales (+A1:2009)
NBN EN 1999-1-2	2011	Eurocode 9 : Calcul des structures en aluminium - Partie 1-2 : Calcul du comportement au feu - Annexe nationale (+ AC:2009/+ANB:2011)
NBN EN 1999-1-3	2011	Eurocode 9: Calcul des structures en aluminium - Partie 1-3: Structures sensibles à la fatigue
NBN EN 1999-1-4	2011	Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-4 : Tôles de structure formées à froid (+ AC:2009)
NBN EN 1999-1-5	2013	Eurocode 9 - Calcul des structures en aluminium - Partie 1-5 : Coques (+ AC:2009)
NBN EN ISO 3506-1	2020	Fixations - Caractéristiques mécaniques des fixations en acier inoxydable résistant à la corrosion - Partie 1: Vis, goujons et tiges filetées de grades et classes de qualité spécifiés (ISO 3506-1:2020)
NBN EN ISO 4287	1998	Spécification géométrique des produits (GPS) - Etat de surface: Méthode du profil - Termes, définitions et paramètres d'état de surface (ISO 4287:1997)(+ AC:2008)
NBN EN ISO 9972	2015	Performance thermique des bâtiments - Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments - Méthode de pressurisation par ventilateur
NBN EN ISO 10077-1	2017	Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures - Calcul du coefficient de transmission thermique - Partie 1: Généralités (ISO 10077-1:2017, Version corrigée 2020-02)
NBN EN ISO 10077-2	2017	Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures - Calcul du coefficient de transmission thermique - Partie 2 : Méthode numérique pour les encadrements
NBN EN ISO 10140-1	2016	Acoustique - Mesurage en laboratoire de l'isolation acoustique des éléments de construction - Partie 1: Règles d'application pour produits particuliers (ISO 10140-1:2016)
NBN EN ISO 10140-2	2010	Acoustique - Mesurage en laboratoire de l'isolation acoustique des éléments de construction - Partie 2: Mesurage de l'isolation au bruit aérien (ISO 10140-2:2010)
NBN EN ISO 10140-3	2010	Acoustique - Mesurage en laboratoire de l'isolation acoustique des éléments de construction - Partie 3: Mesurage de l'isolation au bruit de choc (ISO 10140-3:2010/A1:2015)
NBN EN ISO 10140-4	2010	Acoustique - Mesurage en laboratoire de l'isolation acoustique des éléments de construction - Partie 4: Exigences et modes opératoires de mesure (ISO 10140-4:2010)
NBN EN ISO 10140-5	2010	Acoustique - Mesurage en laboratoire de l'isolation acoustique des éléments de construction - Partie 5: Exigences relatives aux installations et appareillage d'essai (ISO 10140-5:2010/A1:2014)
NBN EN ISO 11600	2004	Construction immobilière - Produits pour joints - Classification et exigences pour les mastics (+A1:2011)
NBN EN 12020-1	2008	Aluminium et alliages d'aluminium - Profilés de précision filés en alliages EN AW-6060 et EN AW-6063 - Partie 1: Conditions techniques de contrôle et de livraison
NBN EN 12020-2	2016	Aluminium et alliages d'aluminium - Profilés de précision filés en alliages EN AW-6060 et EN AW-6063 - Partie 2 : Tolérances sur dimensions et forme (+AC:2017)
NBN EN 12046-1	2003	Forces de manoeuvre - Méthode d'essai - Partie 1: Fenêtres
NBN EN 12046-2	2000	Forces de manoeuvre - Méthode d'essai - Partie 2: Portes
NBN EN 12051	1999	Quincaillerie pour le bâtiment - Verrous de portes et de fenêtres - Prescriptions et méthodes d'essai
NBN EN 12114	2000	Performance thermique de bâtiments - Perméabilité à l'air des composants et parois de bâtiments - Méthode d'essai en laboratoire

NBN EN 12150-1	2015	Verre dans la construction - Verre de silicate sodocalcique de sécurité trempé thermiquement - Partie 1: Définition et description (+A1:2019)
NBN EN 12150-2	2004	Verre dans la construction - Verre de silicate sodocalcique de sécurité trempé thermiquement - Partie 2 : Evaluation de la conformité/Norme de produit
NBN EN 12152	2002	Façades rideaux - Perméabilité à l'air - Exigences de performance et classification
NBN EN 12153	2000	Façades rideaux - Perméabilité à l'air - Méthode d'essai
NBN EN 12154	2000	Façades rideaux - Etanchéité à l'eau - Exigences de performance et classification
NBN EN 12155	2000	Façades rideaux - Détermination de l'étanchéité à l'eau - Essai de laboratoire sous pression statique
NBN EN 12179	2000	Façades rideaux - Résistance à la pression du vent - Méthode d'essai
NBN EN 12207	2017	Fenêtres et portes - Perméabilité à l'air - Classification
NBN EN 12208	2000	Fenêtres et portes - Perméabilité à l'eau - Classification
NBN EN 12209	2016	Quincaillerie pour le bâtiment - Serrures mécaniques et gâches - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 12210	2016	Fenêtres et portes - Résistance au vent - Classification
NBN EN 12211	2016	Fenêtres et portes - Résistance au vent - Méthode d'essai
NBN EN 12216	2018	Fermetures, stores extérieurs et stores intérieurs - Terminologie, glossaire et définitions
NBN EN 12217	2015	Portes - Forces de manoeuvre - Prescriptions et classification
NBN EN 12258-1	2012	Aluminium et alliages d'aluminium - Termes et définitions - Partie 1: Termes généraux
NBN EN 12258-2	2005	Aluminium et alliages d'aluminium - Termes et définitions - Partie 2: Analyse chimique
NBN EN 12258-3	2003	Aluminium et alliages d'aluminium - Termes et définitions - Partie 3: Scrap (matières premières pour recyclage)
NBN EN 12258-4	2005	Aluminium et alliages d'aluminium - Termes et définitions - Partie 4: Résidus de l'industrie de l'aluminium
NBN EN 12320	2012	Quincaillerie pour le bâtiment - Cadenas et porte-cadenas - Exigences et méthodes d'essai
NBN EN 12365-1	2003	Quincaillerie pour le bâtiment - Profilés d'étanchéité de vitrage entre ouvrant et dormant pour portes, fenêtres, fermetures et façades rideaux - Partie 1: Exigences de performance et classification
NBN EN 12365-2	2003	Quincaillerie pour le bâtiment - Profilés d'étanchéité de vitrage entre ouvrant et dormant pour portes, fenêtres, fermetures et façades rideaux Partie 2: Méthodes d'essai pour déterminer la réaction linéique à la déformation
NBN EN 12365-3	2003	Quincaillerie pour le bâtiment - Profilés d'étanchéité de vitrage entre ouvrant et dormant pour portes, de fenêtres, fermeture et façades rideaux - Partie 3: Méthode d'essai pour déterminer la reprise élastique
NBN EN 12365-4	2003	Quincaillerie pour le bâtiment - Profilés d'étanchéité de vitrage entre ouvrant et dormant pour portes, fenêtres, fermetures et façades rideaux - Partie 4: Méthode d'essai pour déterminer la reprise élastique après vieillissement
NBN EN 12400	2002	Fenêtres et portes - Durabilité mécanique - Prescriptions et classification
NBN EN 12412-2	2003	Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures - Détermination du coefficient de transmission thermique par la méthode de la boîte chaude - Partie 2: Encadrements
NBN EN 12412-4	2003	Performance thermique des fenêtres, portes et fermetures - Détermination du coefficient de transmission thermique par la méthode de la boîte chaude - Partie 4: Coffres de volets roulants
NBN EN 12519	2018	Fenêtres et portes pour piétons - Terminologie
NBN EN ISO 12543-1	2011	Verre dans la construction - Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité Partie 1: Définitions et description des composants
NBN EN ISO 12543-2	2011	Verre dans la construction - Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité - Partie 2: Verre feuilleté de sécurité
NBN EN ISO 12543-3	2011	Verre dans la construction - Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité - Partie 3: Verre feuilleté
NBN EN ISO 12543-4	2011	Verre dans la construction - Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité - Partie 4: Méthodes d'essai concernant la durabilité
NBN EN ISO 12543-5	2011	Verre dans la construction - Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité - Partie 5: Dimensions et façonnage des bords
NBN EN ISO 12567-1	2010	Isolation thermique des fenêtres et portes - Détermination de la transmission thermique par la méthode à la boîte chaude - Partie 1: Fenêtres et portes complètes (+ AC:2010)
NBN EN 12600	2003	Verre dans la construction - Essai au pendule - Méthode d'essai d'impact et classification du verre plat
NBN EN ISO 12631	2017	Performance thermique des façades-rideaux - Calcul du coefficient de transmission thermique
NBN EN 12758	2019	Verre dans la construction - Vitrages et isolation aux bruits aériens - Descriptions de produits, détermination des propriétés et règles d'extension
NBN EN 12845	2015	Installations fixes de lutte contre l'incendie - Systèmes d'extinction automatique du type sprinkleur - Conception, installation et maintenance (+AC:2016/A1:2020)
NBN EN ISO 12944-2	2018	Peintures et vernis - Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture - Partie 2: Classification des environnements

NBN EN 13022-1	2014	Verre dans la construction - Système de vitrage extérieur collé (VEC) - Partie 1: Produits verriers pour système VEC pour produits monolithiques et produits multiples calés (+A1:2010)
NBN EN 13022-2	2014	Verre dans la construction - Système de vitrage extérieur collé (VEC) - Partie 2: Règles d'assemblage
NBN EN 13030	2001	Ventilation des bâtiments - Bouches d'air - Essai de performance des grilles d'air extérieur soumises à une pluie simulée
NBN EN 13049	2003	Fenêtres - Choc de corps mou ou lourd - Méthode d'essai, prescriptions de sécurité et classification
NBN EN 13050	2011	Façades rideaux - Etanchéité à l'eau - Essai en laboratoire sous pression d'air dynamique et projection d'eau
NBN EN 13115	2001	Fenêtres - Classification des propriétés mécaniques - Charge verticale, torsion et efforts de manoeuvre
NBN EN 13116	2001	Façade rideaux - Résistance structurelle au vent - Prescriptions de performance
NBN EN 13123-1	2001	Fenêtres, portes et fermetures - Résistance à l'explosion - Prescriptions et classification - Partie 1: Tube à effet de souffle (shock tube)
NBN EN 13123-2	2004	Portes, fenêtres et fermetures - Résistance à l'explosion - Exigences et classification - Partie 2: Essai en plein air
NBN EN 13124-1	2001	Fenêtres, portes et fermetures - Résistance à l'explosion - Méthode d'essai - Partie 1: Tube à effet de souffle (shock tube)
NBN EN 13124-2	2004	Portes, fenêtres et fermetures - Résistance à l'explosion - Méthode d'essai - Partie 2: Essai en plein air
NBN EN 13126-1	2012	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 1: Exigences communes à tous les types de ferrures
NBN EN 13126-2	2011	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 2: Poignées à ergot de verrouillage
NBN EN 13126-3	2012	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 3: Poignées, ferrures d'oscillo-battant, de battant-oscillant et d'ouvrant pivotant
NBN EN 13126-4	2008	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 4 : Crémones-verrous
NBN EN 13126-5	2014	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 5: Dispositifs limiteurs d'ouverture des fenêtres et portes-fenêtres (+A1:2014)
NBN EN 13126-6	2018	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 6 : Compas à géométrie variable (avec ou sans système de friction)
NBN EN 13126-7	2007	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 7: Verrous de ferme-imposte
NBN EN 13126-8	2017	Quincaillerie pour le bâtiment - Ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 8 : Exigences et méthodes d'essai pour les ferrures d'oscillo-battant, de battant-oscillant et d'ouvrant pivotant
NBN EN 13126-9	2013	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 9: Ferrures pour fenêtres basculantes et pivotantes
NBN EN 13126-10	2009	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 10: Compas à projection
NBN EN 13126-11	2009	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 11: Ferrures pour ouvrants à l'italienne réversibles à axe horizontal supérieur
NBN EN 13126-12	2009	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 12: Ferrures pour ouvrants à projection de l'axe latéral réversibles
NBN EN 13126-13	2012	Quincaillerie pour le bâtiment - Ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Exigences et méthodes d'essai - Partie 13 : Contrepoids pour mécanismes à guillotine
NBN EN 13126-14	2012	Quincaillerie pour le bâtiment - Ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Exigences et méthodes d'essai - Partie 14: Verrouillages à came
NBN EN 13126-15	2019	Quincaillerie pour le bâtiment - Ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Exigences et méthodes d'essai - Partie 15 : Roulements pour fenêtres coulissantes à l'horizontale et ferrures pour fenêtres coulissantes en accordéon
NBN EN 13126-16	2019	Quincaillerie pour le bâtiment - Ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Exigences et méthodes d'essai - Partie 16 : Ferrures pour fenêtres coulissantes à levage
NBN EN 13126-19	2011	Quincaillerie pour le bâtiment - Exigences et méthodes d'essai des ferrures de fenêtres et portes-fenêtres - Partie 19: Dispositifs de verrouillage pour ouvrants coulissants (SCD)
NBN EN 13501-1	2019	Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 1: Classement à partir des données d'essais de réaction au feu
NBN EN 13501-2	2016	Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 2: Classement à partir des données d'essais de résistance au feu à l'exclusion des produits utilisés dans les systèmes de ventilation
NBN EN 13501-3	2013	Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 3: Classement utilisant des données d'essais de résistance au feu de produits et éléments utilisés dans des installations d'entretien: Conduits et clapets résistants au feu

NBN EN 13501-4	2016	Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 4: Classement à partir des données d'essais de résistance au feu des composants de dispositifs de contrôle de fumée
NBN EN 13501-5	2016	Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 5: Classement utilisant des données d'essais au feu des toitures exposées à un feu extérieur
NBN EN 13561	2015	Stores extérieurs - Exigences de performance, y compris la sécurité (+AC:2016)
NBN EN 13659	2015	Fermetures et stores vénitiens extérieurs - Exigences de performance y compris la sécurité
NBN EN 13830	2015	Façades rideaux - Norme de produit
NBN EN 13920-1	2003	Aluminium et alliages d'aluminium - Scrap (matières premières pour recyclage) - Partie 1: Exigences générales, échantillonnage et essais
NBN EN 13920-2	2003	Aluminium et alliages d'aluminium - Scrap (matières premières pour recyclage) - Partie 2: Scrap en aluminium non allié
NBN EN 13920-3	2003	Aluminium et alliages d'aluminium - Scrap (matières premières pour recyclage) - Partie 3: Scrap de câble et fils
NBN EN 13920-4	2003	Aluminium et alliages d'aluminium - Scrap (matières premières pour recyclage) - Partie 4: Scrap en un seul alliage de corroyage
NBN EN 13920-5	2003	Aluminium et alliages d'aluminium - Scrap (matières premières pour recyclage) - Partie 5: Scrap composé de deux ou plusieurs alliages de corroyage de la même série
NBN EN 13920-6	2003	Aluminium et alliages d'aluminium - Scrap (matières premières pour recyclage) - Partie 6: Scrap composé de deux ou plusieurs alliages de corroyage
NBN EN 14019	2016	Façades rideaux - Résistance au choc - Prescriptions de performance
NBN EN 14024	2004	Profilés métalliques à rupture de pont thermique - Performances mécaniques - Exigences, preuve et essais pour évaluation
NBN EN 14179-1	2016	Verre dans la construction - Verre de silicate sodo-calcique de sécurité trempé et traité Heat Soak - Partie 1: Définition et description
NBN EN 14179-2	2005	Verre dans la construction - Verre de silicate sodo-calcique de sécurité trempé et traité Heat Soak - Partie 2: Evaluation de la conformité/Norme de produit
NBN EN 14351-1	2006	Fenêtres et portes - Norme produit, caractéristiques de performance - Partie 1 : Fenêtres et blocs portes extérieurs pour piétons (+A2:2016)
NBN EN 14449	2005	Verre dans la construction - Verre feuilleté et verre feuilleté de sécurité - Evaluation de la conformité/Norme de produit (+ AC:2005)
NBN EN 14608	2004	Fenêtres - Détermination de la résistance à une charge verticale (contreventement)
NBN EN 15254-4	2019	Extension du champ d'application des résultats des essais de résistance au feu - Éléments non-porteurs - Partie 4 : Constructions vitrées
NBN EN 15254-5	2018	Application étendue des résultats d'essais de résistance au feu - Murs non porteurs - Partie 5 : Panneaux sandwichs métalliques pour la construction
NBN EN 15254-6	2014	Application étendue des résultats d'essais de résistance au feu - Murs non-porteurs - Partie 6: Murs rideaux
NBN EN 15434+A1	2010	Verre dans la construction - Norme de produits pour produit de collage et de scellement structurel et/ou résistants aux rayonnements ultraviolets (utilisé pour les vitrages extérieurs collés et/ou pour les vitrages isolants à bords exposés)
NBN EN 15657	2017	Propriétés acoustiques des éléments de construction et des bâtiments - Mesurage en laboratoire des bruits structuraux des équipements de bâtiment pour toute condition d'installation
NBN EN 15998	2010	Verre dans la construction - Sécurité en cas d'incendie, résistance au feu - Méthodologie d'essai du verre à des fins de classification
NBN EN 16005	2012	Blocs-portes motorisés pour piétons - Sécurité d'utilisation - Exigences et méthodes d'essai (+AC: 2015)
NBN EN 16034	2014	Blocs-portes pour piétons, portes et fenêtres industrielles, commerciales et de garage - Norme de produit, caractéristiques de performance - Caractéristiques de résistance au feu et/ou d'étanchéité aux fumées

## 2. Références

ETAG 002 *Guideline for European technical approval for Structural Sealant Glazing Kits (SSGK)*

STS 52.2 *Menuiseries extérieures en aluminium*

STS 53.1 *Portes*

STS 56 *Vitrages extérieurs collés (VEC)*

STS 56.1 *Mastics d'étanchéité des façades*

Transmissiereferentiedocument (28 décembre 2018)

Document de référence pour les pertes par transmission (Moniteur belge, 1 février 2021)

NIT 188 (CSTC, 1993) – *La pose des menuiseries extérieures.*

NIT 206 (CSTC, 1997) – *Protection mécanique de la menuiserie et des vitrages contre l'effraction.*

NIT 214 (CSTC, 1999) – *Le verre et les produits verriers - Les fonctions des vitrages.*

NIT 221 (CSTC, 2001) – *La pose des vitrages en feuillure.*

NIT 222 (CSTC, 2001) – *Dimensionnement des menuiseries sous l'action du vent.*

NIT 242 (CSTC 2011 + correctifs de février 2015) – *Ouvrages particuliers en verre. Partie 1: applications structurales.*

NIT 255 (CSTC 2015) – *L'étanchéité à l'air des bâtiments.*

NIT 261 (CSTC 2017) – *Ouvrages particuliers en verre. Partie 2: applications non structurales (vitrines, portes et ensembles en verre trempé).*

NIT 264 (CSTC 2017 + correctifs du 01/08/2018) – *Détails de référence pour les murs creux.*

CSTC, Rapport 11 (2009) – *Application des Eurocodes à la conception des menuiseries extérieures.*

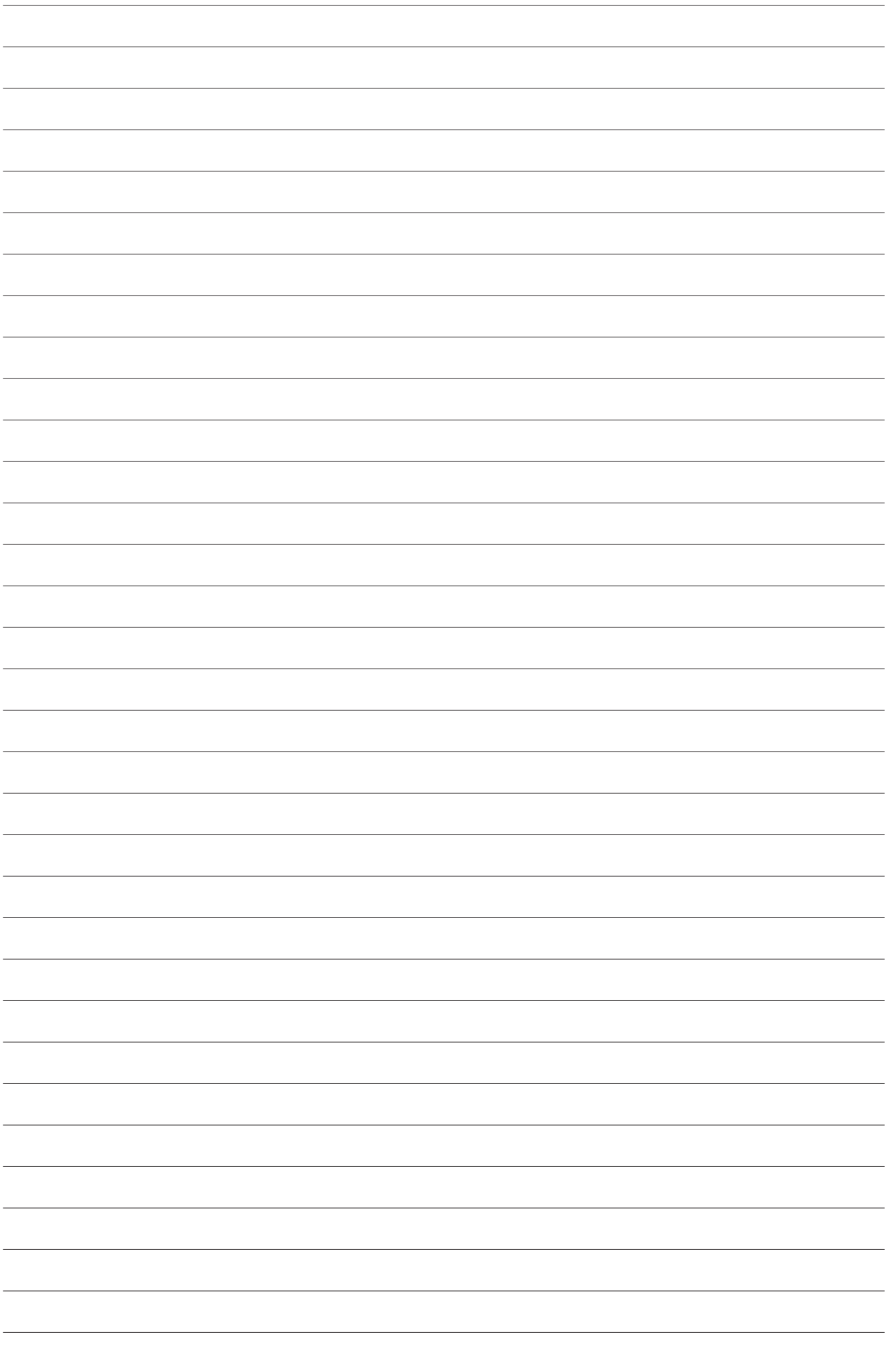
CSTC, Rapport 16 (2016) – *Calcul des raidisseurs de vitrines.*

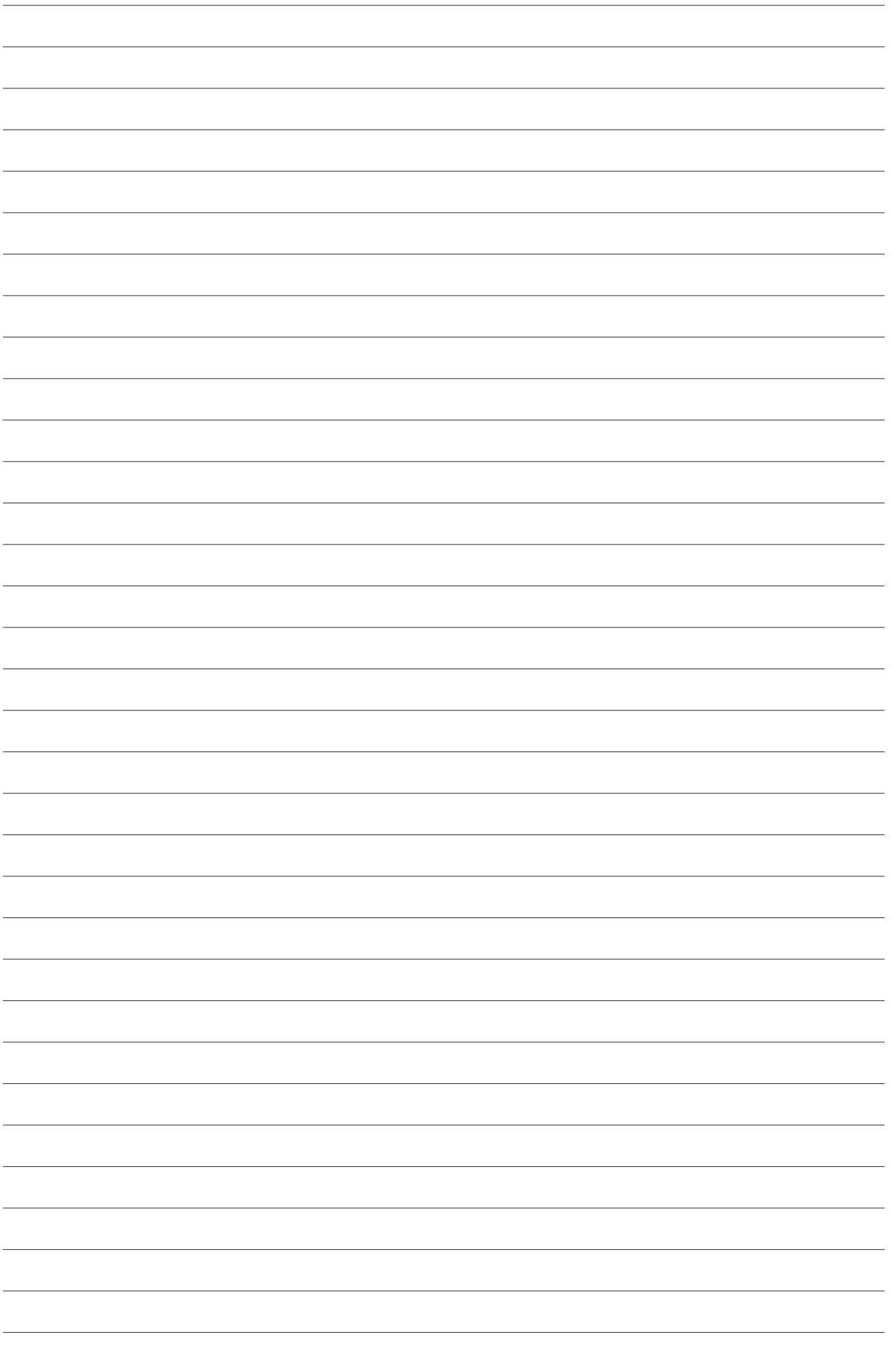
CSTC (2017) – *Sécurité incendie des façades de bâtiments multiétagés.*

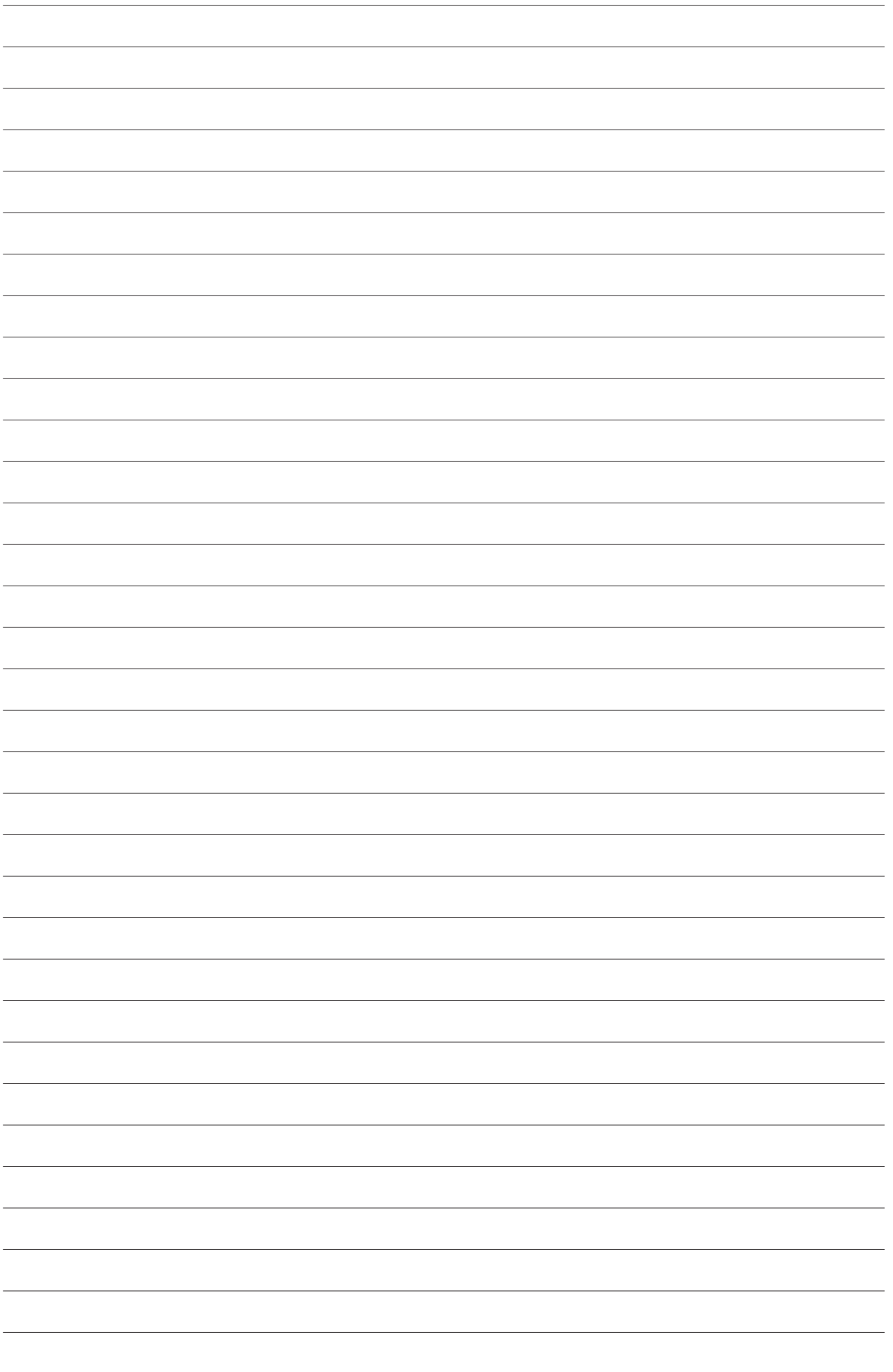
VGI-FIV (2011), Note FIV 03 – *Méthodes et critères d'acceptabilité des vitrages transparents du bâtiment.*

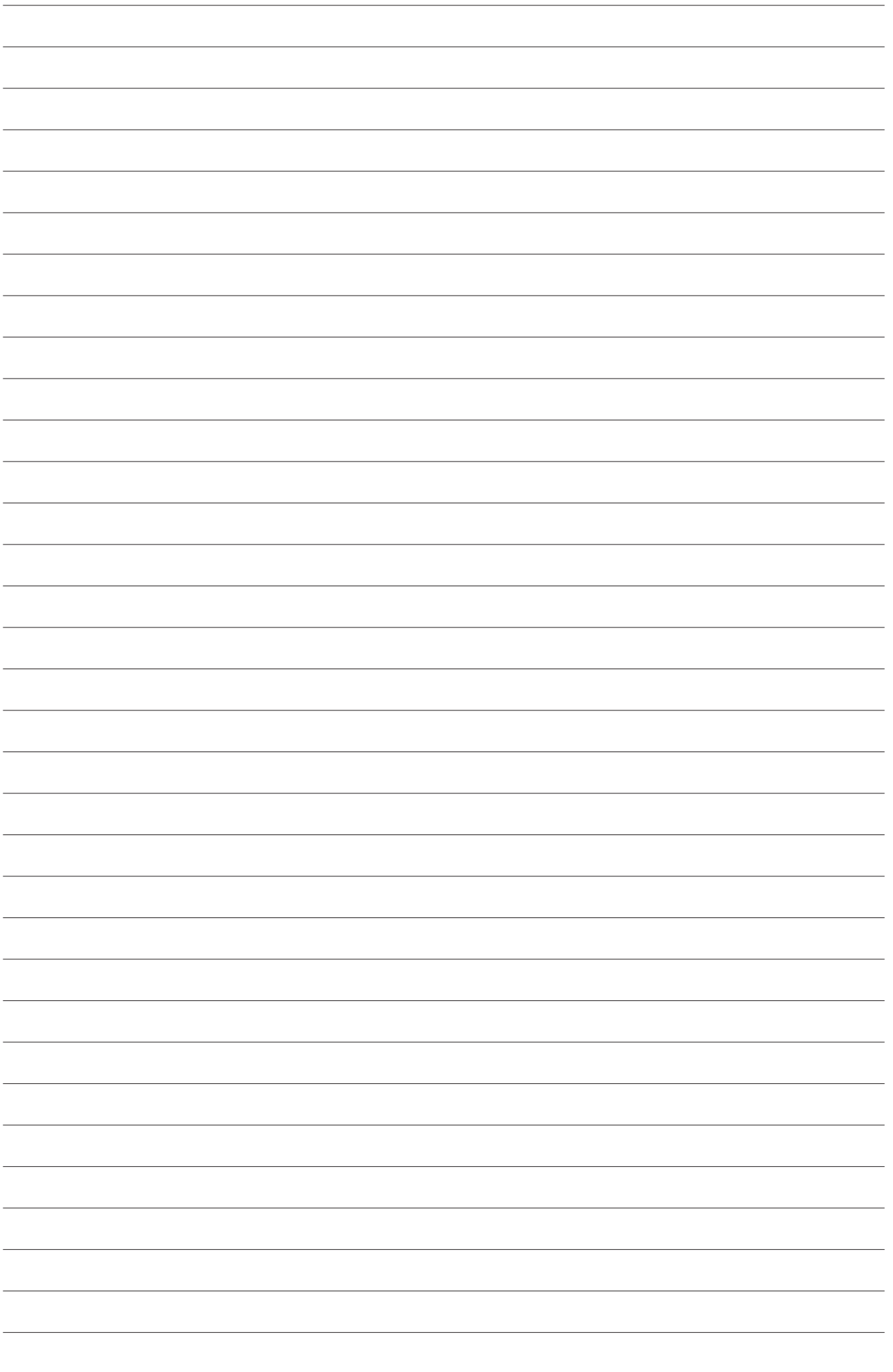
VMRG, *Kwaliteitseisen en Adviezen 2021.*

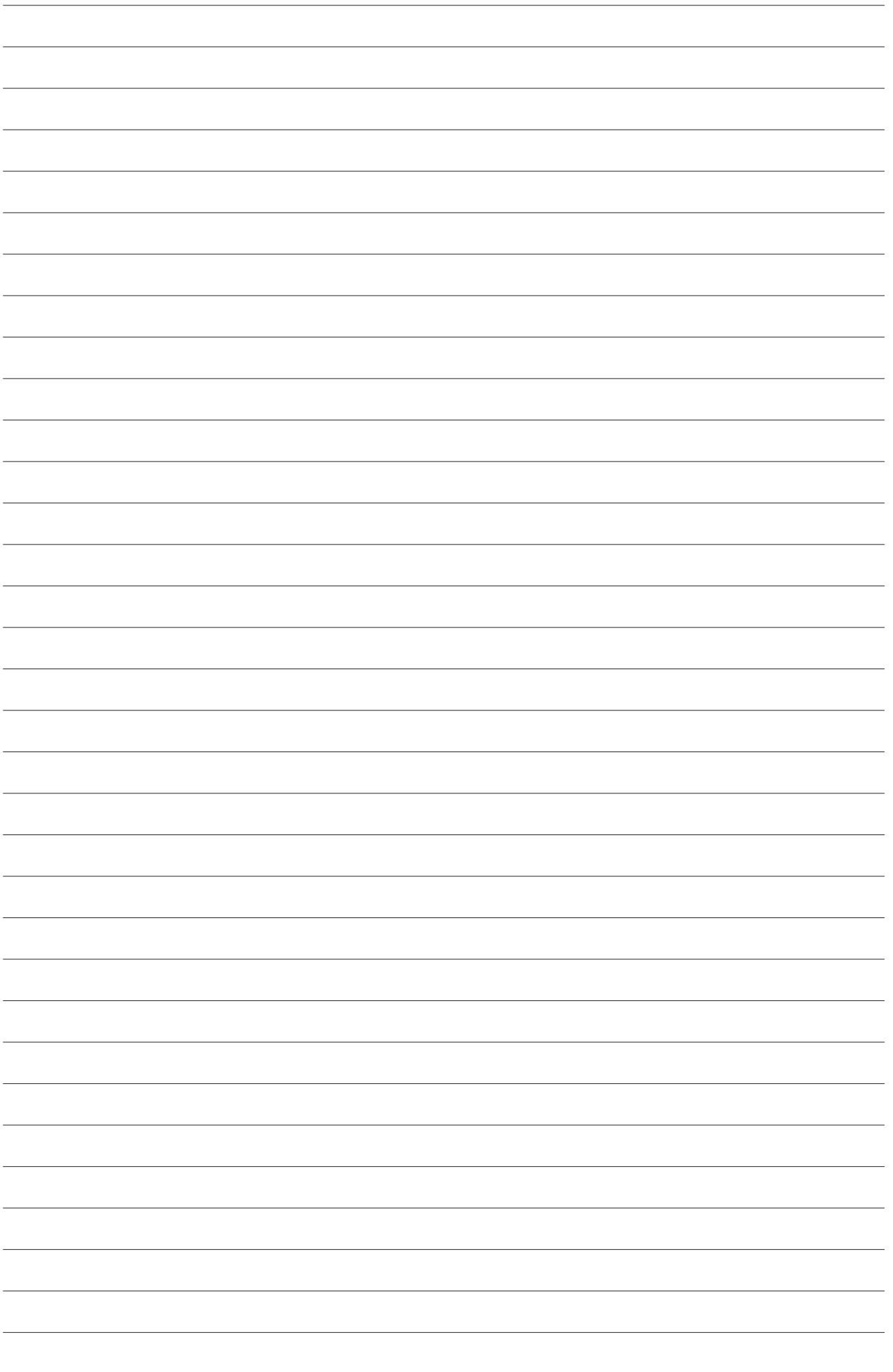
VNVI (2006), *Factsheet Afdichtingskiten.*











## Remerciements

Cet ouvrage n'a pu voir le jour que grâce à la collaboration et la contribution de nombreux experts dont le travail se déroule dans le domaine de la menuiserie et des éléments de façade en aluminium. A cet égard, Cyriel Clauwaert mérite une mention spéciale. Il a mis toute son expérience dans l'examen minutieux de chaque chapitre et a complété quelques lacunes.

Les organisations suivantes ont prêté leur collaboration à la réalisation de cet ouvrage et/ou des précédents :

**Aluminium Center Belgium** - [www.aluminiumcenter.be](http://www.aluminiumcenter.be)

**BCCA** - [www.bcca.be](http://www.bcca.be)

**KGC, Kennis Centrum Gevelbouw** - [www.kenniscentrumgevelbouw.nl](http://www.kenniscentrumgevelbouw.nl)

**QUALUBEL** - [www.qualubel.be](http://www.qualubel.be)

**SECO** - [www.seco.be](http://www.seco.be)

**SKG, Stichting Kwaliteit Gevelbouw** - [www.skg.nl](http://www.skg.nl)

**UGent, Testcentrum Gevelementen** - [Nathan.VanDenBossche@UGent.be](mailto:Nathan.VanDenBossche@UGent.be)

**VEROZO** - [www.verozo.be](http://www.verozo.be)

**VGI-FIV, Fédération de l'industrie du verre** - [www.vgi-fiv.be](http://www.vgi-fiv.be)

**VOM, Belgische Vereniging voor Oppervlaktetechnieken van Materialen** - [www.vom.be](http://www.vom.be)

**VMRG, Vereniging Metalen Ramen en Gevelbranche** - [www.vmrg.nl](http://www.vmrg.nl)

**WTCB** - [www.CSTC.be](http://www.CSTC.be)

## Conception graphique et impression

Imprimerie De Canck, Wetteren

## Couverture

*Projet:* Innovatiecentrum De Grote Beer

*Architecte:* Stijn Goethals

*Dessin:* Ilse Claeys

## Quatrième de couverture

*Projet:* Nelissen Steenfabriek, Lanaken

*Architecte:* UAU collectief, Hasselt

*Photo:* Johan Vandormael

## Décharge de responsabilité

La FAC s'est efforcée de reproduire correctement les informations publiées. Il est néanmoins conseillé au lecteur d'utiliser ces informations uniquement à des fins générales. La FAC asbl, ses membres, collaborateurs et conseillers déclinent toute responsabilité pour les pertes, dommages ou blessures qui pourraient survenir sur la base des informations publiées.

## Droits d'auteur

La FAC conserve tous les droits de traduction dans n'importe quelle langue ainsi que la reproduction, la réutilisation des illustrations, exposés et diffusions. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, sauvegardée ou transmise sous quelque forme électronique, mécanique, enregistrée ou photocopiée que ce soit sans l'autorisation préalable de l'éditeur (FAC asbl, Belgique). Les infractions peuvent donner lieu à des poursuites judiciaires et à une indemnisation ainsi qu'au remboursement des frais et honoraires de justice. Elle est soumise à la loi belge sur les droits d'auteur et aux réglementations en vigueur au sein de l'Union européenne.

**FAC** est une association professionnelle de **constructeurs de menuiseries et façades en aluminium**. Son objectif est d'offrir un confort optimal aux maîtres d'ouvrage et utilisateurs, en étroite **collaboration** avec les partenaires du secteur. **Le label FAC** est une garantie de Qualité.