

Façades légères en détail

Pierre Martin

EXPERTISE
TECHNIQUE
EDITIONS
LE MONITEUR

2^e édition

Sommaire

	Sigles et abréviations.....	7
	Préface.....	9
CHAPITRE 1	Référentiel et typologie des façades légères.....	23
CHAPITRE 2	Composants d'une façade légère.....	41
CHAPITRE 3	Résistance mécanique et stabilité des façades légères	107
CHAPITRE 4	Sécurité des personnes	159
CHAPITRE 5	Habitabilité et performances	243
CHAPITRE 6	Réalisation, entretien et maintenance	275
CHAPITRE 7	Détails de construction.....	295
CHAPITRE 8	Références	363
	Index	373
	Table des matières.....	377

Grille de lecture de l'ouvrage et questionnement préalable sur la maîtrise des risques techniques

Cette introduction a pour but d'orienter les acteurs de la construction vers les bonnes interrogations afin qu'ils puissent mener à bien et de manière efficace leur évaluation des risques techniques lors de la conception et de la réalisation des ouvrages de façades légères.

L'importance des interrogations détaillées ci-après est à apprécier en fonction de l'importance de l'ouvrage, de la destination de l'établissement, du contexte du chantier, de la phase du chantier et du rôle des divers intervenants.

Afin de guider le lecteur, un renvoi systématique est proposé vers les paragraphes de cet ouvrage concernés par chaque interrogation.

Stabilité des ouvrages

La façade légère est-elle compatible avec les déformations attendues de l'ossature primaire ?

La façade est-elle recoupée au droit des joints de fractionnement ou de dilatation de l'ossature primaire ?

La déformation des planchers sous charges d'exploitation et charges appliquées après la mise en œuvre de la façade (charges d'exploitation ou fluage du béton par exemple) est-elle compatible avec le système de façade ? Cette interrogation se pose, par exemple, lorsque les rives de dalles béton ou une charpente bois ou métallique ont une portée importante.

Lorsque l'aléa sismique est à prendre en compte, l'ossature primaire du bâtiment est-elle dimensionnée conformément au § 4.4.3 (limitation des dommages) de l'Eurocode 8 (EC8) en considérant la limite de déplacement entre étages pour des éléments non structuraux composés de matériaux fragiles ?

RÉFÉRENCES

Le paragraphe 3.1 (p. 107) fournit les informations nécessaires pour répondre à ces interrogations.

La stabilité de la façade légère est-elle assurée ?

Quelles sont les hypothèses de chargement à prendre en compte ?

RÉFÉRENCES

Le paragraphe 3.2 (p. 121) détaille les sollicitations applicables aux façades légères :

- § 3.2.1 (p. 122) : charges permanentes ;
- § 3.2.2 (p. 122) : charges de neige et actions du vent sur les façades à simple peau, façades multiples et façades multiparois ;
- § 3.2.3 (p. 144) : charges d'exploitation ;
- § 3.2.4 (p. 144) : actions thermiques ;
- § 3.2.5 (p. 145) : actions sismiques.

La maîtrise des déformations et la résistance mécanique des ossatures secondaires et leurs fixations ainsi que des remplissages est-elle assurée ? Les dispositions constructives permettant la libre dilation des éléments sont-elles maîtrisées ?

RÉFÉRENCES

Les vérifications nécessaires sont détaillées dans les paragraphes suivants :

- § 3.3.1 (p. 147) pour les ossatures secondaires et cadres de façades ;
- § 3.3.2 (p. 152) pour les dispositifs de liaison à l'ossature primaire ;
- § 3.3.3 (p. 152) pour les vitrages ;
- § 3.3.4 (p. 155) pour les façades VEC ;
- § 3.3.5 (p. 156) pour les façades avec vitrages à clameaux ;
- § 2.5 (p. 99) pour les fermetures et protections solaires.

Sécurité des usagers

La sécurité des personnes en cas de séisme est-elle assurée ?

Quelles sont les exigences réglementaires et quel est le principe de sécurité ?

La structure primaire est-elle adaptée pour la mise en œuvre de façades légères lorsque l'aléa sismique doit être pris en compte ?

Les dispositions applicables aux ossatures secondaires et à leurs attaches sont-elles prises en compte ?

Les dispositions applicables aux remplissages et à leurs maintiens sont-elles prises en compte ?

RÉFÉRENCES

Les informations nécessaires pour répondre à ces interrogations sont détaillées dans les paragraphes suivants :

- § 4.2.1 et 4.2.2 (p. 162 et p. 165) : exigences réglementaires et principes de sécurité ;
- § 3.1.1.1 (p. 108) : compatibilité en cas de séisme de la façade légère avec l'ossature primaire ;
- § 3.2.5.2 et 3.3.1.5 (p. 145 et p. 150) : actions sismiques et dispositions applicables aux ossatures secondaires et leurs attaches ;
- § 4.2.2.2 (p. 167) : dispositions applicables aux remplissages et à leurs maintiens.

La protection des personnes vis-à-vis du risque de chute dans le vide est-elle assurée ?

Y a-t-il un risque de chute dans le vide ?

La hauteur de protection de 1 mètre à partir du sol fini et les dispositions géométriques de la norme NF P 01-012 sont-elles respectées ?

RÉFÉRENCES

Les paragraphes 4.3.1 et 4.3.2 (p. 170) fournissent les informations nécessaires pour répondre à ces interrogations.

La composition des vitrages en allège est-elle adaptée pour que l'ouvrage puisse assurer la sécurité des personnes vis-à-vis des risques de chute dans le vide ?

Quels sont les essais de résistance au choc de sécurité à réaliser ? Y a-t-il un procès-verbal d'essais contenant les informations nécessaires à sa bonne application ?

La prise en feuillure des vitrages est-elle adaptée à cette fonction ?

RÉFÉRENCES

Les informations nécessaires pour répondre à ces interrogations sont détaillées au chapitre 4 dans les paragraphes suivants :

- § 4.1 (p. 159) et 4.3.4 (p. 172) : vitrages de sécurité ;
- § 4.3.6 (p. 174) : parois comportant des vitrages simples ;
- § 4.3.7 (p. 175) et 4.3.8 (p. 178) : parois comportant des doubles et triples vitrages ;
- § 4.3.5 (p. 173) : prise en feuillure des vitrages ;
- § 4.3.9 (p. 178) : méthode d'essai de résistance aux chocs des parois contigües à un vide (critères, méthodologie et PV d'essai) ;
- § 4.3.10 (p. 188), 4.3.11 (p. 188), 4.3.12 (p. 188) et 4.3.13 (p. 190) : cas particuliers des façades VEC, vitrages à clameaux, façades multiples et façades multiparois.

La sécurité d'utilisation des ouvrants et portes extérieures est-elle assurée ?

Cas des ouvrants de fenêtres

Le maître d'œuvre a-t-il défini les classes de résistance des ouvrants décrits dans les normes NF P 20-302 et NF P 20-501 ?

Les essais mécaniques et d'endurance sur les ouvrants dans les dimensions et poids du chantier permettent-ils d'atteindre les classes définies par le maître d'œuvre ? Il est important de s'interroger sur la faisabilité des ouvrants de grandes dimensions, des ouvrants à l'italienne, des ouvrants à l'anglaise et des ouvrants à projections parallèle.

Lorsque les ouvrants peuvent venir battre sur un montant ou tableau de baie, un limiteur d'ouverture est-il prévu afin de limiter les efforts secondaires dans les organes de rotation et risques de chute d'ouvrant ?

Afin de limiter le risque de défenestration, les dispositifs d'ouverture des fenêtres ouvrant vers l'extérieur sont-elles situées à moins de 0,60 m à compter à partir du parement intérieur du mur (ou de tout mobilier permanent situé juste au-dessous de la fenêtre et pouvant de ce fait avoir une influence sur la distance de manœuvre de cette fenêtre) ?

Pour un bon fonctionnement des ouvrants (OF et OB), la poignée doit être positionnée entre le milieu et tiers inférieur de l'ouvrant. Lorsque l'exigence réglementaire d'accessibilité PMR ($0,90 \text{ m} \leq h_{\text{poignée/sol fini}} \leq 1,30 \text{ m}$) conduit à positionner la poignée dans le tiers

inférieur de l'ouvrant, les essais mécaniques ont-ils été réalisés avec la bonne hauteur de poignée ?

RÉFÉRENCES

Les informations nécessaires pour répondre à ces interrogations sont détaillées au chapitre 4 dans les paragraphes suivants :

- § 4.4.1 (p. 191) : sécurité d'utilisation des ouvrants de confort ;
- § 4.4.2 (p. 196) : sécurité d'utilisation des ouvrants de maintenance, de désenfumage et d'accès pompiers.

Cas des portes extérieures

Le maître d'œuvre a-t-il défini les classes de résistance mécanique et notamment d'endurance à l'ouverture/fermeture des portes extérieures (norme NF EN 12400) en fonction de l'utilisation prévue par l'exploitant (portes « occasionnelles » jusqu'aux portes dites « grand trafic ») ?

Les essais de résistance mécanique et à l'endurance ouverture/fermeture sur les portes de grandes dimensions ou de poids important ont-ils été réalisés et permettent-ils d'atteindre les classes définies par le maître d'œuvre ?

Lorsque les ouvrants peuvent venir battre sur un montant ou tableau de baie, une butée est-elle prévue afin de limiter les efforts secondaires dans les organes de rotation et les risques de chute de vantail ?

Les ouvrants motorisés répondent-ils à la directive machine 2006/42/CE permettant de se prémunir, entre autres, des risques de pincement ou d'écrasement ?

RÉFÉRENCES

Le paragraphe 4.4.3 (p. 197) fournit les informations nécessaires pour répondre à ces interrogations vis-à-vis de la sécurité d'utilisation des ouvrants des portes extérieures.

La sécurité des usagers est-elle assurée vis-à-vis des risques de chute d'éléments dangereux ?

Le risque de chute de morceaux de verre dangereux est-il maîtrisé en cas de casse de vitrage en façade ?

Lorsque la façade est inclinée à plus de 5° par rapport à la verticale, y a-t-il un vitrage feuilleté en sous-face du vitrage isolant à l'aplomb des zones d'activités ?

En cas de passage traversant sous une façade comportant des vitrages trempés d'épaisseur supérieure à 10 mm, un auvent de protection est-il prévu ?

En cas d'emploi de vitrages trempés en façade et afin de limiter le risque de casse spontanée des vitrages trempés par inclusion de sulfure de nickel, l'emploi de vitrages trempés ayant subi un *Heat Soak Test* selon la norme NF EN 14179 est vivement recommandé.

RÉFÉRENCES

- Les paragraphes 4.5.1.1 et 4.5.1.2 (p. 199) fournissent les informations nécessaires pour répondre à ces interrogations.
- Le paragraphe 2.3.1.2 (p. 57) donne des informations utiles à la compréhension du phénomène de casse spontanée des vitrages trempés.

EXEMPLE

- 4-16-4 : vitrage recuit extérieur de 4 mm, lame d'air de 16 mm et vitrage recuit intérieur de 4 mm.
- 44.2 PVB-16-4 : vitrage recuit extérieur 44.2 PVB, lame d'air de 16 mm et vitrage recuit de 4 mm.

Les verres des vitrages isolants peuvent comporter des couches sur leurs différentes faces. La dénomination des faces est la suivante (fig. 2.10) :

- face 1 : face située côté extérieur du bâtiment du composant extérieur ;
- face 2 : face située côté intérieur du bâtiment du composant extérieur ;
- face 3 : face située côté extérieur du bâtiment du composant intérieur ;
- face 4 : face située côté intérieur du bâtiment du composant intérieur.

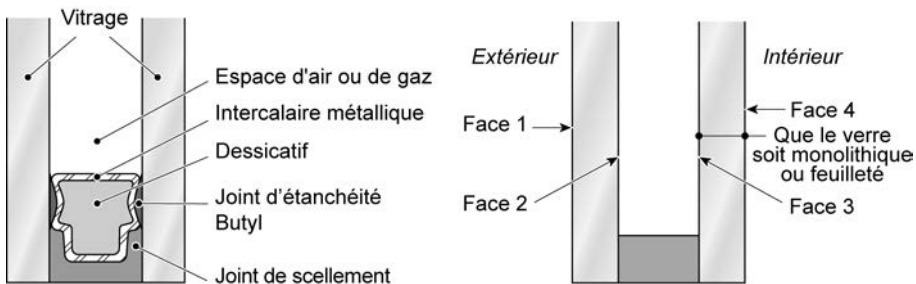


Fig. 2.10. Vitrage isolant à double barrière – Définition des composants et des faces

EXEMPLE

- 4T-16-6 lowE F3 : vitrage trempé de 4 mm, lame d'air de 16 mm et vitrage recuit de 6 mm à couche faiblement émissive en face 3.
- 4 lowE F2-12 Argon 85 %-4 -12 Argon 85 %-4 lowE F5 : vitrage extérieur recuit de 4 mm à couche faiblement émissive en face 2, lame d'argon de 12 mm avec un taux de remplissage de 85 %, vitrage recuit de 4 mm, seconde lame d'argon de 12 mm avec un taux de remplissage de 85 %, et vitrage intérieur recuit de 4 mm à couche faiblement émissive en face 5.

• Vitrage isolant à double barrière

Le joint du vitrage isolant est composé d'un intercalaire métallique en aluminium, en acier galvanisé ou inoxydable, etc., contenant un déshydratant, et de deux mastics constituant les barrières d'étanchéité (butyle ou polyisobutylène), que complète un joint de scellement (voir fig. 2.10). L'intercalaire métallique peut être remplacé par un intercalaire en matériau de synthèse comportant un feuillard en aluminium ou en acier inoxydable remplissant des fonctions de pare-vapeur.

REMARQUE

Ce type de vitrage nécessite une évaluation technique spécifique telle qu'un DTA du groupe spécialisé n° 6.

• Vitrage isolant collé à espaceur préformé

Cette technique consiste à dérouler sur le verre un ruban préformé d'EPDM, de silicone, etc. contenant un déshydratant.

Une seconde barrière en silicone, polyuréthane, polysulfure ou thermofusible vient compléter le scellement (fig. 2.11).

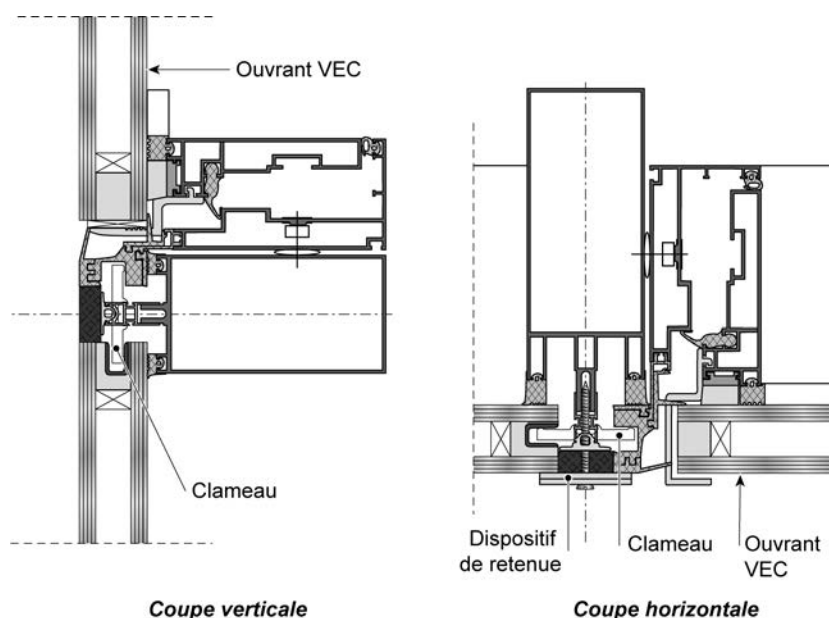


Fig. 2.31. Système de façade avec vitrages fixes maintenus par clameaux et un ouvrant VEC
(source : extrait gamme Wicline 90SG SBS WICONA)

Technologie des systèmes de vitrages à clameaux

Le vitrage intérieur du vitrage isolant est maintenu par des clameaux ponctuels ou non.

Le vitrage extérieur du vitrage isolant est maintenu par collage (VI-VEC) sur le vitrage intérieur selon les exigences du *Cahier du CSTB* n° 3488_V2.

Référentiel applicable au système de façade avec vitrages à clameaux

Toutes les prescriptions de la norme NF DTU 33.1 P1-1 sont applicables aux façades dont les remplissages sont conçus avec la technique des vitrages à clameaux. Cependant, du fait du maintien ponctuel des vitrages isolants et du collage du composant extérieur, le système de façade nécessite une évaluation spécifique (type DTA ou ATE_x). Les points importants liés à cette technique sont les suivants :

- la compatibilité du système de façade avec les déformations attendues de la structure primaire (voir *infra* § 3.1) : une analyse particulière des jeux disponibles et de la capacité de mouvement doit être menée notamment au droit des liaisons clameaux et vitrages ;
- la solidité du système (vitrages, clameaux, collage...) et la sécurité en cas de séisme (voir *infra* § 3.3.5 et § 4.2.2.2) ;
- la sécurité des personnes vis-à-vis des risques de chute dans le vide (voir *infra* § 4.3.11) ;
- la sécurité des personnes en cas de casse du composant intérieur du vitrage isolant ou en cas de décollement du composant extérieur du vitrage isolant (voir *infra* § 4.5.6) ;
- la durabilité de la barrière de scellement des vitrages de scellement en fonction du système de clameaux retenu (voir *infra* § 5.5.5) ;

FICHE
7.28

Détails de construction

Façade rideau avec vitrages à clameaux

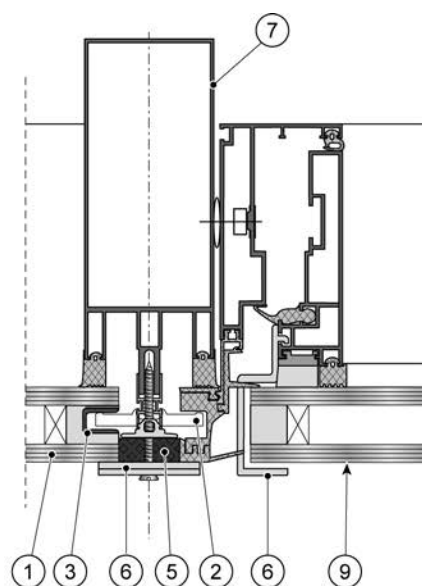
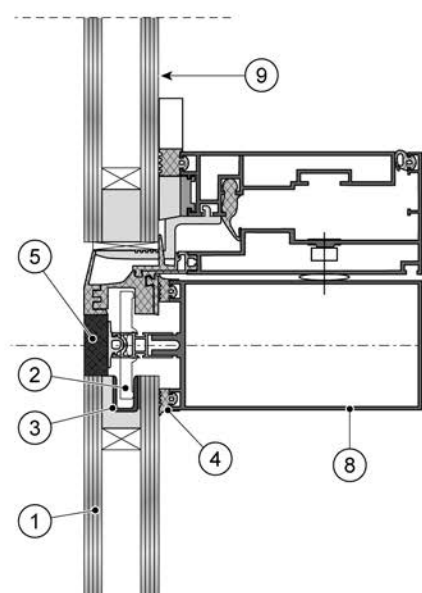
Il s'agit d'une technique de maintien particulier des vitrages sur l'ossature secondaire permettant d'obtenir une façade d'aspect lisse, où l'ossature secondaire devient invisible de l'extérieur, comme les façades VEC.

Les vitrages isolants (repère 1) sont maintenus par des clameaux (repère 2) ponctuels ou non, mis en œuvre au droit du scellement du vitrage isolant (repère 3). Cette technique a l'avantage d'éviter le collage des vitrages sur des cadres rapportés. Il existe de nombreux systèmes plus ou moins complexes de mise en œuvre des clameaux.

Les vitrages maintenus par clameaux sont nécessairement fixes. Lorsque des ouvrants sont souhaités, et afin de maintenir un aspect lisse de la façade, des ouvrants VEC (repère 9) peuvent être insérés.

Ce détail est inspiré de la gamme Wicona.

- 1 – Vitrage isolant à clameaux
- 2 – Clameau
- 3 – Profilé inséré dans le joint de scellement du vitrage isolant
- 4 – Résilient entre vitrage et profilé (repère 2)
- 5 – Mastic de calfeutrement
- 6 – Dispositif de retenu
- 7 – Montant
- 8 – Traverse
- 9 – Ouvrant VEC

Façade rideau avec vitrages à clameaux**Coupe horizontale****Coupe verticale**

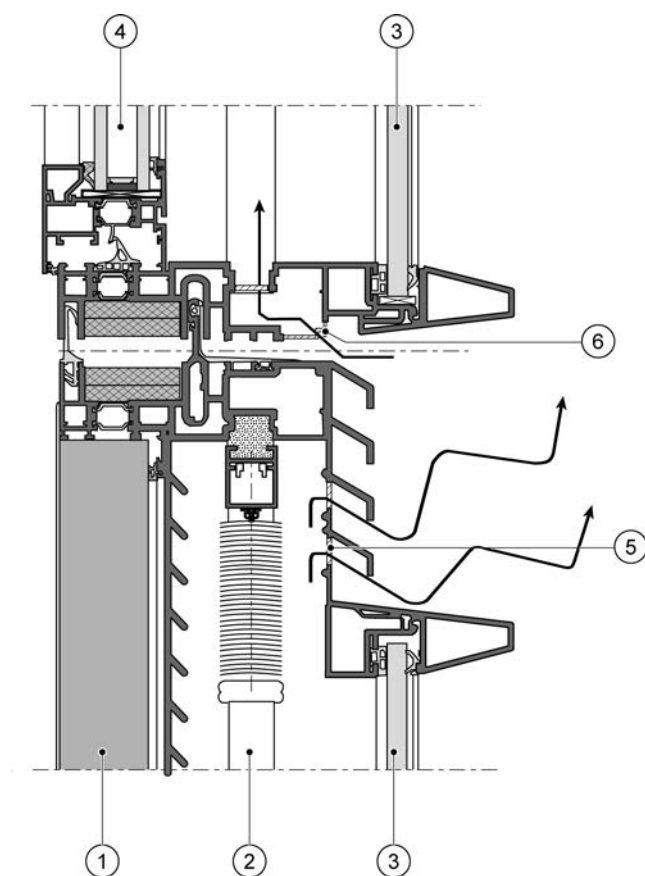
Il s'agit d'une technique de façade multiparoi composée d'un vitrage extérieur simple (repère 3) et d'un vitrage isolant intérieur (repère 4), avec mise en communication de la lame d'air avec l'extérieur par des orifices de ventilation haut (repère 5) et bas (repère 6) : l'objectif est de permettre une légère convection de la lame d'air afin de ne pas engendrer de condensation sur le vitrage extérieur. Les orifices de ventilation (repères 5 et 6) peuvent comporter des filtres disposés sur une même ligne horizontale, évitant la pénétration de poussières et d'insectes.

Un ouvrant (repère 4) permet l'accès à la lame d'air afin de pouvoir réaliser l'entretien et la maintenance du store et sa motorisation, ainsi que le nettoyage des faces de vitrages positionnées côté lame d'air.

Cette technique améliore le confort acoustique et thermique des façades. Les protections solaires par stores (repère 2) sont incluses dans la lame d'air et donc protégées des intempéries.

Dès lors que les orifices de ventilation haut et bas n'ont pas une largeur de 5 cm en continu, les façades faiblement ventilées ne sont pas considérées comme traditionnelles : elles doivent bénéficier d'une évaluation technique spécifique (voir *supra* § 2.3.2.2) telle qu'un document technique d'application (DTA) ou une ATEx. Le store vénitien inclus dans la lame d'air doit répondre aux spécifications du *Cahier du CSTB* n° 3677_V2.

- 1 – Remplissage opaque
- 2 – Store vénitien dans la lame d'air
- 3 – Vitrage simple extérieur
- 4 – Vitrage isolant intérieur
- 5 – Orifice de ventilation en partie haute de la lame d'air
- 6 – Orifice de ventilation en partie basse de la lame d'air

Façade faiblement ventilée

FICHE
7.31

Détails de construction

Façade cadre avec vitrages respirants

Il s'agit d'une technique de façade multiparoi composée d'un vitrage extérieur simple (repère 1) et d'un vitrage isolant intérieur (repère 2), avec mise en communication de la lame d'air avec l'extérieur au moyen d'orifices de respiration en traverse basse (repère 3) permettant la diffusion de la vapeur d'eau sans mouvement d'air.

La lame d'air respirante tend à se mettre en équilibre avec l'extérieur par les orifices de respiration (repère 3). Dans les climats tempérés, en hiver, la migration de l'humidité se fait de l'intérieur du bâtiment vers l'extérieur, c'est-à-dire de l'ambiance la plus chargée en humidité vers la moins chargée en humidité. À cette fin, le plan d'étanchéité à la vapeur d'eau contenue dans l'air doit être particulièrement étanche (repère 8).

Cette technique améliore le confort acoustique et thermique des façades. Les protections solaires par stores sont incluses dans la lame d'air et donc protégées des intempéries.

Les remplissages respirants ne sont pas considérés comme traditionnels : ils doivent bénéficier d'une évaluation spécifique (voir *supra* § 2.3.2.1) telle qu'un document technique d'application (DTA). La conception et la fabrication de ce type de façade doivent respecter les spécifications du *Cahier du CSTB* n° 3759. Le store vénitien inclus dans la lame d'air doit répondre aux spécifications du *Cahier du CSTB* n° 3677_V2.

- 1 – Vitrage simple extérieur
- 2 – Vitrage isolant intérieur
- 3 – Orifice de respirant
- 4 – Mastic de collage
- 5 – Espaceur
- 6 – Cadre démontable support de collage
- 7 – Isolant dans le remplissage opaque ventilé
- 8 – Joint extérieur du vitrage isolant devant assurer une étanchéité à l'air parfaite
- 9 – Parclose

Façades légères en détail

Éléments d'ossature verticaux et horizontaux ancrés sur la structure du bâtiment, les façades légères – ou façades rideaux – présentent de nombreux avantages : légèreté, esthétique, transparence, fonctionnalité, durabilité, confort, performance, mise en œuvre par préfabrication réduisant les délais de construction, utilisation de matériaux finis divers, etc. En outre, elles peuvent être utilisées pour tous types de bâtiments (logements, bureaux, etc.) et sont de plus en plus mises en œuvre.

Cet ouvrage dresse un panorama complet des multiples composants et de la mise en œuvre des façades légères. Il décrit leurs performances ainsi que leur entretien et leur maintenance, afin d'éviter usure et vieillissement prématuré.

Outre les comportements mécaniques des façades légères et thermomécaniques des vitrages, il détaille les dispositions constructives issues de l'instruction technique n° 249 relative aux façades. Un chapitre spécifique est dédié à la sécurité des personnes décrite dans le fascicule de documentation FD DTU 39 P5, modifié en juillet 2017.

La dernière partie de l'ouvrage présente, sous forme de fiches pratiques, de nombreux détails de construction courants et reproductibles de façades double peau, vitrages isolants maintenus par des clameaux, systèmes d'étanchéité des vitrages, etc. pour tous types de bâtiments.

Cette 2^e édition tient compte des nouvelles dispositions réglementaires et normatives, notamment pour les façades en zones sismiques, ainsi que des recommandations professionnelles des règles Rage « Façade multiple double peau ventilée naturellement sur l'extérieur ». Elle intègre également les évolutions et innovations technologiques récentes (vitrages à clameaux, vitrages à intercalaire rigide, façades

légères très faiblement ventilées et respirantes, etc.). Enfin, les chapitres ont été enrichis de conseils pratiques et de nombreux détails de construction.

Cet outil indispensable est aussi bien un aide-mémoire utile aux ingénieurs d'études, projeteurs, maîtres d'œuvre ou maîtres d'ouvrage, architectes qu'une synthèse pratique de tous les procédés constructifs pour les formateurs, étudiants et professeurs.

Pierre Martin préside le groupe spécialisé n° 6 chargé de formuler les avis techniques des composants de baies et vitrages ainsi que la commission de normalisation P01A en charge de la révision de la norme NF P 01-012. Il est également spécialiste national « Façades légères, ouvrages verriers et menuiseries extérieures » au service Bâtiment – Génie civil d'Apave.

Sommaire

- ▶ Référentiel et typologie des façades légères
- ▶ Composants d'une façade légère
- ▶ Résistance mécanique et stabilité des façades légères
- ▶ Sécurité des personnes
- ▶ Habitabilité et performances
- ▶ Réalisation, entretien et maintenance
- ▶ Détails de construction
- ▶ Références

EXPERTISE
TECHNIQUE

EDITIONS

LE MONITEUR



Photographie de couverture : Okko Hotels, Porte de Versailles ;
architecte : Wilmotte & Associés ; © Cristina Cordera

ISSN 2262-5089
ISBN 978-2-281-14147-4



9 782281 141474