

Problembereiche richtig abdichten

Fenster und Fassaden müssen ihre Dichtheit oftmals unter schwierigsten Bedingungen unter Beweis stellen. Gerade bei der Planung und Ausführung von Problembereichen wie Baukörperanschlüssen und Dachverglasungen mit geringer Neigung ist grösste Sorgfalt gefordert. Text/Bilder: Dipl.-Ing. (FH) Rolf Schnitzler - Produktmanager Fassaden, ift Rosenheim, Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Benitz-Wildenburg, Leiter PR & Kommunikation, ift Rosenheim

Schlagregendichtheit muss von Fenstern und Fassaden oft unter extremsten Bedingungen gewährleistet werden - man denke nur an Hochhäuser, die in mehreren hundert Metern Höhe Orkanen standhalten müssen. Deshalb zählt die Prüfung der Luft- und Schlagregendichtheit neben dem Schall- und Wärmeschutz sowie sicherheitsrelevanten Prüfungen wie Windlast, Absturzsicherheit oder dem Feuerwiderstand zu den wichtigsten Nachweisen. Die meisten Fassadensysteme, die von Systemgebern angeboten werden, verfügen über die notwendigen Prüfungen und Nachweise. Wichtig zu wissen ist dabei, dass die Schalldämmung von Baukörperanschlüssen direkt abhängig von der Luftdichtheit ist, und es gilt «luftdicht gleich schalldicht» (Bild 1).

Dichtheit und Tauwasserbildung beachten

Gerade bei komplexeren Aufgaben sollte der Metallbauer aber einen genaueren Blick in die Prüfzeugnisse werfen, um zu kontrollieren, ob auch knifflige Details geprüft wurden. Hierzu zählen vor allem Stösse, Übergänge, die Einbindung von Bauelementen wie Türen und Fenstern sowie die Baukörperanschlüsse, für die es oft nur Musterdetails für Standardausführungen gibt. Deshalb liegt ein Fokus der Werkplanung auf der Entwicklung geeigneter Baukörperanschlüsse und Montagedetails sowie Spezialfällen wie Dachverglasungen mit geringer Neigung, deren Umsetzung im Weiteren vorgestellt wird.

Neben der Dichtheit ist auch die Vermeidung von Wärmebrücken und des damit verbundenen Tauwasserausfalls, eine wesentliche Aufgabe, nicht nur bei Passivhaus-tauglichen Fassaden.

Abdichtung von Baukörperanschlüssen

Die Prüfung der Schlagregendichtheit erfolgt in der Regel im Rahmen der Systemprüfungen durch den Systemgeber. Der Nachweis der «Tauwasserfreiheit» von Baukörperanschlüssen erfolgt über die Bestimmung des fRSI-Faktors und ist eine Planungsaufgabe. Für den grundlegenden Aufbau des Verglasungssystemsystems und für die Detailausbildungen bietet sich für Fassaden die konstruktive Planung auf Basis eines Ebenenmodells an. Dabei werden die Konstruktionen in drei Zonen eingeteilt (Bild 2).

Die Ebene 1 trennt das Raum- vom Aussenklima (rote Linie), muss in einer durchgängigen Ebene erfolgen und darf auch bei Anschlüssen und Durchdringungen nicht unterbrochen werden. Die Ebene muss in Bereichen liegen, deren Oberflächentemperaturen über der für das Schimmelpilzwachstum kritischen Temperatur von 10 °C liegen (fRSI-Faktor). Die Tauwasserbildung für die üblichen klimatischen Randbedingungen kann durch folgende Massnahmen minimiert werden:

- Thermisch getrennte Profilsysteme,
- Wärmetechnisch verbesserter Randverbundsysteme des Mehrscheiben-Isolierglases,

- Vermeidung ungünstiger Geometrien, die die Anströmung der Konstruktionen mit warmer Raumluft reduzieren, beispielsweise ungünstig angeordnete Sonnenschutzvorrichtungen auf der Raumseite.

Die Luftdurchlässigkeit und der Eintrag von Wasserdampf in die Konstruktionsfugen (wie beispielsweise die Anbindung von Glas zum Verglasungsprofil oder Stossfugen der Profile), muss ausgeschlossen werden, um Tauwasserbildung in der Konstruktion zu vermeiden, Lüftungswärmeverluste zu minimieren und die Schalldämmung nicht zu verschlechtern.

Ebene 2 ist der Funktionsbereich (gelb), in dem Funktionen wie Statik, Wärme- und Schallschutz erfüllt werden und in dem auch Fensterflügel, Antriebe usw. aufgenommen werden. Der Funktionsbereich muss vom Raumklima zur Vermeidung von Tauwasserbildung getrennt sein. Der Glasfalzraum muss zwecks Belüftung mit dem Aussenklima verbunden sein. In den Funktionsbereich eingedrungenes Wasser muss gesammelt und definiert nach aussen abgeführt werden, um eine dauerhafte Durchfeuchtung der Konstruktionen zu vermeiden.

Ebene 3 ist die äussere Wetterschutzebene (blau), in der ein Eintritt von Regenwasser auf der Aussenseite verhindert wird. Da dies dauerhaft nicht absolut sichergestellt werden kann, müssen kleinere Mengen von eingedrun-

Bien étanchéfier les zones critiques

L'étanchéité des fenêtres et façades doit souvent faire ses preuves dans les conditions les plus difficiles. En particulier, la planification et la réalisation de zones critiques, telles que les raccordements au corps de bâtiment et les vitrages de toit faiblement inclinés, exigent la plus grande prudence.

Les fenêtres et les façades doivent souvent assurer l'étanchéité à la pluie battante dans les conditions les plus extrêmes. Il suffit par ex. de penser aux ouragans sur plusieurs centaines de mètres de hauteur. C'est pourquoi

les tests d'étanchéité à l'air et à la pluie battante comptent parmi les essais les plus importants, au même titre que les tests d'isolation acoustique et thermique, mais aussi les tests de sécurité, tels que la résistance au vent, au feu et à l'écrasement. La

plupart des systèmes de façades proposés par des fournisseurs spécialisés en la matière disposent des attestations nécessaires. À ce sujet, il est à noter que l'isolation acoustique des raccordements au corps de bâtiment dépend directement de l'étanchéité à

l'air. Donc, qui dit « étanche à l'air », dit « étanche au bruit ». (Figure 1)

Attention à l'étanchéité et à la condensation

Néanmoins, pour les chantiers plus complexes, le constructeur métal-



Bild 1: Prüfung der Luft- und Schlagregendichtheit sowie des Windwiderstands an einem Fassadenelement im ift-Prüflabor mit Dokumentation der Kennwerte im ift-Produktpass.

Fig. 1 Contrôle de l'étanchéité à l'air et à la pluie battante ainsi que de la résistance au vent sur un élément de façade au laboratoire ift, avec documentation des valeurs clés dans le « passeport produit ift ».



Bild 3: Beispiel von Wasser- und Schmutzansammlungen trotz geringer Bauhöhe der Pressleiste am Riegel.

Fig. 3 Exemple d'accumulation d'eau et de saleté malgré la faible hauteur du profilé serreur de la traverse.

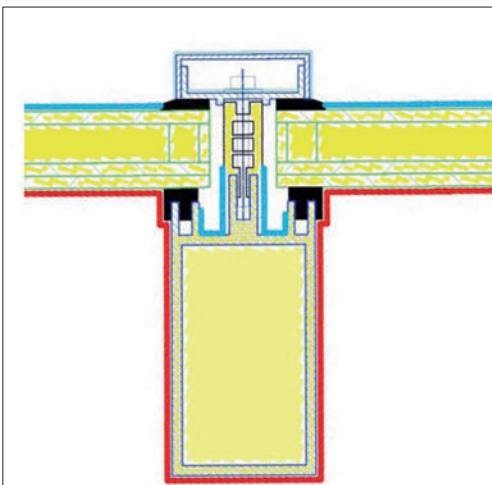


Bild 2: Ebenenmodell an einem typischen Fassaden-Grundprofil mit den drei Funktionsebenen.

Fig. 2 Le modèle des trois niveaux appliqué à un profilé de façade typique.

Ebene 3: Wetterschutz. Wasserführung auf äusseren Oberflächen und Profalfälzen.

Ebene 2: Funktionsbereich. Statik, Wärmeschutz, Schalldämmung.

Ebene 1: Trennung von Raum- und Aussenklima.

Niveau 3 : Protection contre les intempéries. Évacuation de l'eau au niveau des surfaces extérieures et des rainures des profilés.

Niveau 2 : Zone fonctionnelle. Statique, isolation thermique et acoustique.

Niveau 1 : Séparation du climat intérieur et extérieur.

genem Wasser im Profil kontrolliert direkt nach aussen abgeführt werden. Dies stellt vor allem bei grossflächigen Überkopfverglasungen eine Herausforderung dar. Da für eine Entwässerung über den Glasfalzraum zur Traufe die Wasseraufnahmekapazität sehr begrenzt ist, sollte das Eindringen von Wasser in diesen Bereich möglichst ganz verhindert werden. Trotzdem ist aber für eine ausreichende Belüftung des Falzgrundes zu sorgen. Die beschriebenen Prinzipien gelten auch für Baukörperanschlüsse und Durchdringungen. Dabei müssen bei der Auswahl des richtigen Dichtsystems folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Lastabtragung in den Baukörper mit Bewegungen und Verformungen der Konstruktion,
- Vorhandene Bautoleranzen,
- Gestalterische Belange (Sichtfugen),
- Zu erwartende Bewegungen/Verformungen (Deckendurchbiegung, Längenänderung aufgrund Temperatur oder Feuchte),
- Beschaffenheit der Fugenflanken und der angrenzenden Materialien (Aluminium, Beton, Mauerwerk, Natursteinverkleidungen, Holz etc.),
- Fugengeometrie.

lique doit examiner de plus près les certificats de contrôle afin de vérifier si les détails épineux ont eux aussi été testés. Il s'agit surtout des raccords, des transitions, de l'intégration d'éléments, tels que les portes et fenêtres, ainsi que des raccords aux corps de bâtiment, dont les détails ne sont généralement fournis que pour des versions standard. Dès lors, la planification de l'ouvrage se concentre notamment sur la conception de raccords et de détails de montage adaptés ainsi que

sur des cas particuliers, comme les vitrages de toit à faible pente, dont la mise en œuvre est présentée ci-après. En outre, elle a aussi pour mission d'éviter les ponts thermiques et la condensation qui en résulte, et pas uniquement dans le cas des façades passives.

L'étanchéité des raccords au corps de bâtiment

En général, l'étanchéité à la pluie battante est testée par le fournis-

seur du système dans le cadre des contrôles de systèmes. La vérification de l'absence de condensation au niveau des raccords au corps de bâtiment se fait en calculant le facteur fRSI, une tâche qui relève de la planification. En ce qui concerne le système fondamental de profilés de vitrage et la réalisation des détails des façades, la planification structurelle peut se baser sur un modèle en niveaux. Celui-ci consiste à subdiviser les structures en trois zones (Figure 2).

Le niveau 1 sépare le climat intérieur de l'extérieur (ligne rouge), doit être un niveau continu et ne peut en aucun cas être interrompu, même en présence de raccords ou de percements. Le niveau doit se trouver dans des zones dont les températures superficielles sont supérieures à la température critique pour l'apparition de moisissures, soit 10 °C (facteur fRSI). Les mesures suivantes permettent de minimiser la condensation dans les conditions climatiques habituelles :

FENSTER UND FASSADEN

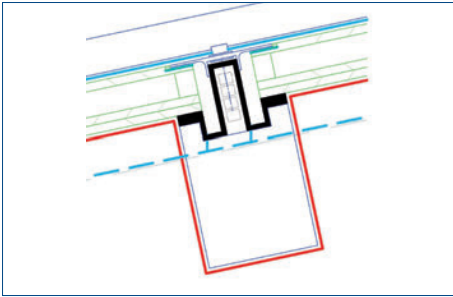


Bild 4a: Spezialdruckleiste und Glasscheiben mit eingeschlifften Falz im Kantenbereich. Zu beachten:

- Ebener Übergang ohne grosse Behinderung des Wasserablaufs,
- Aufwändige und teure Glasausbildung durch eingeschlifften Falz.

Fig. 4a : profilé serreur spécial et vitres avec rainure creusée dans l'arête. Important :

- Transition plate sans gros obstacle à l'écoulement de l'eau.
- Structure en verre complexe et onéreuse en raison de la rainure creusée.

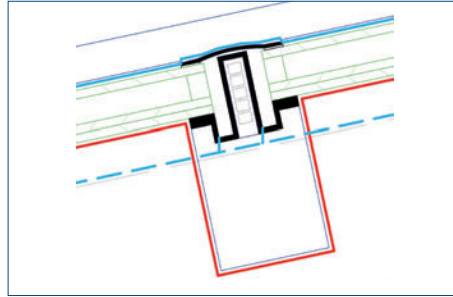


Bild 4b: Geklebtes Dichtprofil zur Stossüberdeckung. Zu beachten:

- Fehlender Anpressdruck einer Pressleiste ist kritisch bei Windsog-Belastung und muss bei der Glasdimensionierung berücksichtigt werden.
- Geringer Vorsprung der Dichtung ist nicht zu vermeiden.
- Übergang zur seitlichen Dichtung in der Pressleiste am Sparren kann durch geeignete Konstruktionen dicht ausgeführt werden.

Fig. 4b : profilé d'étanchéité collé pour couvrir le raccord. Important :

- Le manque de pression de serrage des profilés serreurs peut poser problème en cas de dépression du vent et doit être pris en compte lors du dimensionnement de la vitre.
- Une faible proéminence des joints est inévitable.
- La transition vers le joint latéral dans le profilé serreur du chevron peut être réalisée de façon étanche à l'aide de structures adaptées.

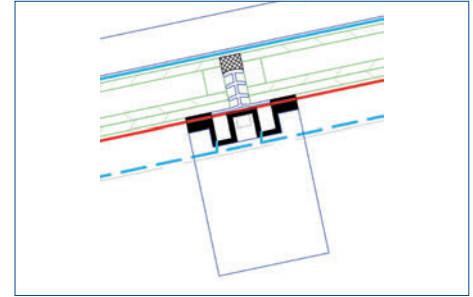


Bild 4c: Abdichtung mit Dichtstoff und Dichtprofil als «Wetterfuge». Zu beachten:

- Fehlender Anpressdruck einer Pressleiste ist kritisch bei Windsog-Belastung
- Muss bei der Glasdimensionierung berücksichtigt werden.
- Wird auf den Riegel ganz verzichtet (Ausführung Ganzglasstoss), sind nochmals erhöhte Anforderungen bei der Glasdimensionierung zu berücksichtigen.

Fig. 4c : étanchéité à l'aide d'une masse et d'un profilé d'étanchéité en guise de protection contre les intempéries. Important :

- Le manque de pression de serrage des profilés serreurs peut poser problème en cas de dépression du vent et doit être pris en compte lors du dimensionnement de la vitre.
- Si l'on renonce complètement aux traverses (raccord tout verre), le dimensionnement des vitres est soumis à des exigences encore plus strictes.

> Glasdächer mit geringer Neigung

Bei Überkopfverglasungen werden die Basisprofile eines Fassadensystems häufig abgeändert. So werden spezielle Dachformen mit Gärten und Absätzen, Glasstössen und Einsetzele-

menten mit Sonderprofilen gelöst, mit denen sich bis zu einer Dachneigung von mehr als 15° relativ gut gebrauchstaugliche Konstruktionen erstellen lassen. Bei Dachverglasungen mit weniger als 15° Gefälle entstehen Probleme

durch schlecht abzuführendes Wasser, eine eingeschränkte Belüftung der Konstruktionen (Glasfalz), eine Zunahme von Verschmutzungen und damit zu folgenden erschwerten Bedingungen (Bild 4a, 4b, 4c):

FENÊTRES ET FAÇADES

- les systèmes de profilés à isolation thermique ;
- les systèmes de joint périphérique thermiquement améliorés du vitrage isolant multicouche ;
- éviter les géométries défavorables réduisant les courants d'air intérieur chaud dans les structures, par exemple la mauvaise disposition des pare-soleil du côté pièce.

La perméabilité à l'air et la pénétration de vapeur d'eau dans les joints (par ex., le raccord entre la vitre et le profilé ou les joints verticaux des profilés) doivent être exclues afin d'éviter la formation de condensation dans les structures, de minimiser les pertes de chaleur par ventilation et de préserver l'isolation acoustique.

Le niveau 2 est la zone fonctionnelle (jaune), où sont remplies les fonctions telles que la statique, l'isola-

tion thermique et acoustique. Celle-ci comprend également les vantaux de fenêtre, les mécanismes d'entraînement, etc. La zone fonctionnelle doit être séparée du climat intérieur afin d'éviter la formation de condensation. L'espace de la rainure doit communiquer avec l'air extérieur à des fins d'aération. L'eau pénétrant dans la zone fonctionnelle doit être collectée et évacuée vers l'extérieur de manière définie, afin d'éviter l'humidification durable des structures.

Le niveau 3 est le niveau extérieur de protection contre les intempéries (bleu) qui empêche la pénétration de la pluie côté extérieur. Étant donné que cela ne peut être parfaitement garanti à long terme, les faibles quantités d'eau qui parviennent dans le profilé doivent être évacuées directement vers l'extérieur

de façon contrôlée, ce qui représente un défi, notamment pour les vitrages de toiture de grande dimension. La capacité d'évacuation de l'eau par la rainure vers la gouttière étant très limitée, il convient d'éviter au maximum la pénétration d'eau dans cette zone. Il faut néanmoins veiller à ce que le fond de la rainure soit suffisamment ventilé. Les principes décrits ci-dessus s'appliquent également aux raccords aux corps de bâtiment et aux percements. Dès lors, il convient de prendre en compte les aspects suivants pour choisir le bon système d'étanchéité :

- le transfert de charges dans le corps du bâtiment, y compris les déformations de la structure ;
- les tolérances de la construction existantes ;
- les contraintes esthétiques (joints apparents) ;

- les déformations escomptées (fléchissement des plafonds, variation de longueur à cause de la température ou de l'humidité) ;
- la nature des flancs de joints et des matériaux environnants (aluminium, béton, maçonnerie, revêtement en pierre naturelle, bois, etc.) ;
- la géométrie des joints.

Les toitures vitrées à faible pente

Pour les vitrages de toiture, on adapte souvent les profilés de base d'un système de façade. On peut ainsi concevoir des formes de toitures particulières avec des arêtes, des retraits, des raccords de vitres et des éléments d'insertion, à l'aide de profilés spéciaux permettant de construire des structures relativement fonctionnelles avec une inclinaison de toit de plus de 15°. En revanche, les vitrages de toiture dont la pente est

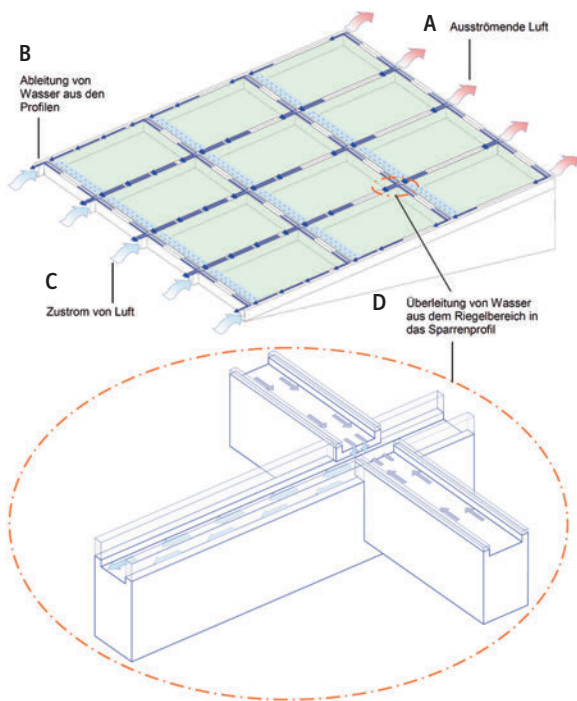


Bild 5: Belüftung und Wasserführung in der Konstruktion gering geneigter Dachverglasungen.

- A - Ausströmende Luft
- B - Ableitung von Wasser aus den Profilen
- C - Zustrom von Luft
- D - Überleitung von Wasser aus dem Riegelbereich in das Sparrenprofil

Aération et évacuation de l'eau dans la construction de vitrages de toiture faiblement inclinés.

- A - Air sortant
- B - Évacuation de l'eau hors des profilés
- C - Air entrant
- D - Transfert de l'eau de la traverse vers le profilé du chevron

- Wasserablauf - Tropfen laufen auf den ausenliegenden Oberflächen unter 10° Gefälle nicht mehr sicher ab. Bei verschmutzten Oberflächen verschlechtert sich dies zusätzlich. Im Profilinneren ist der Wasserablauf ebenfalls erheblich eingeschränkt.
- Belüftung - Durch die geringeren Höhenunterschiede zwischen Traufe und First sind ein geringerer Druckunterschied und veringertem thermischer Auftrieb vorhanden und der Luftdurchsatz in den Profilen wird reduziert. Das Austrocknen der Profile kann in der Übergangszeit und im Winter ohne längere Sonnenscheinperioden zum Erliegen kommen.
- Schmutzansammlungen - Schmutzpartikel und pflanzliche Teile werden durch die geringe

Fließgeschwindigkeit des Regenwassers nicht mehr fortgespült und sammeln sich an Stellen wie Glasstößen, Wölbungen der Scheiben oder an Presseleisten. Neben der eigentlichen Verschmutzung hält sich die Feuchtigkeit in diesen Bereichen und kann auf die Bauteile länger einwirken. Deshalb kommen spezielle Presseleisten, Dichtprofile und Dichtstoffe an Glasstößen zum Einsatz, um Vorsprünge zu minimieren. Durch spezielle, niedrig bauende Presseleistensysteme oder versenkte Haltesysteme kann der notwendige Anpressdruck bei gleichzeitig minimierter Aufbauhöhe erzeugt werden. Beim Verzicht auf die Presseleiste ist das Glas nicht mehr allseitig gehalten, so dass Probleme durch Windsogkräfte entstehen. Für das eingesetzte Glas sind UV-beständige Randverbundsysteme vorzuse-

hen, um dessen Funktionsfähigkeit auch bei fehlender äusserer Abdeckung sicherzustellen. Die Durchbiegung der Scheiben aufgrund des Eigengewichts führt zur verstärkten Bildung von Wassersäcken, so dass eine entsprechende Dimensionierung der Glasdicken und geringere Stützweiten sinnvoll sind.

Profilkonstruktion

Die Glasfälze des Profils dienen als zweite wasserführende Ebene, bilden aber nur einen geringen freien Querschnitt. Durch die Tendenz zu schmalen Profilen (50 mm oder weniger) werden bei den sich ergebenden Falzmassen Untergrenzen erreicht, die den Wasserablauf erschweren. Unter 5 mm zwischen Glasrand und thermischer Trennung des Profils überbrücken die Wassertropfen aufgrund von deren hohen Oberflächenspannung diese Distanz und bilden einen Widerstand - der Wasserablauf wird eingeschränkt und die Trocknung des Falzes verlangsamt. Deshalb sollten breitere Profile und Falzräume genutzt werden und notwendige Leitungen für Sonnenschutzantriebe nicht in Profilbereichen verlegt werden, die eine wasserableitende Funktion haben. An den Übergängen von Pfosten/Sparren zum Riegel/Pfette muss durch eine überlappende Ausführung der Profile und Dichtungen eine definierte Wasserübergabe stattfinden. Die Stöße der eingesetzten Dichtungen müssen mit Klebstoffen, Formteilen etc. dicht geschlossen sein. Stumpfe Dichtungsstöße sind in der Regel nicht sicher dauerhaft dicht. ■

Das Fachregelwerk Metallbauerhandwerk - Konstruktions-technik enthält im Kap. 2.8 wichtige Informationen zum Thema «Warmfassaden».



inférieure à 15° posent problème en raison des difficultés d'évacuation de l'eau, de la faible aération des structures (rainure), de l'accumulation de saletés. Par conséquent, ils présentent les difficultés suivantes :

- Écoulement d'eau : les gouttes ne s'écoulent pas parfaitement sur les surfaces extérieures dont la pente est inférieure à 10°, et cela s'accroît lorsque la surface est sale. L'écoulement d'eau est également fortement limité à l'intérieur du profilé.
- Aération : la faible différence de hauteur entre le faite et la gouttière a pour effet de réduire l'écart de pression et l'ascendance thermique ainsi que le débit d'air dans les profilés. Le séchage des profilés à la mi-saison et en hiver peut en pâtir, en l'absence de périodes ensoleillées prolongées.

• Accumulation de saleté : les particules de saleté et les végétaux ne sont plus rincés par l'eau de pluie en raison de la faible vitesse d'écoulement, et s'accumulent à des endroits, comme les raccords de vitres, les bombements ou les profilés serreurs. En plus de la saleté en elle-même, l'humidité se fixe dans ces zones et peut à long terme abîmer les composants. C'est pourquoi on utilise des profilés serreurs, des profilés et des masses d'étanchéité spéciaux pour les raccords de vitres afin de minimiser les protubérances. Les systèmes de profilés serreurs plats ou de supports encastrés permettent de générer la pression de serrage nécessaire tout en minimisant la hauteur de la structure. Si l'on renonce au profilé serreur, la vitre n'est plus tenue de tous les côtés, et la dépression du

vent peut engendrer des problèmes. Il convient de prévoir des systèmes de joint périphérique résistants aux UV afin d'assurer la fonctionnalité du verre utilisé, même en l'absence de protection extérieure. Le fléchissement de la vitre en raison de son poids favorise la formation de sacs d'eau. C'est pourquoi il est judicieux de déterminer l'épaisseur du verre en conséquence, et de réduire la distance entre les portées.

Structure des profilés

Servant de deuxième niveau d'évacuation de l'eau, les rainures des profilés ne disposent que d'une faible section libre. La tendance aux profilés étroits (50 mm voire moins) réduit l'espace des rainures au minimum, ce qui complique l'évacuation de l'eau. Lorsque la distance entre le bord du verre et l'isolation thermique

du profilé est inférieure à 5 mm, les gouttes d'eau comblent cette distance en raison de leur forte tension superficielle et forment une résistance. Celle-ci limite l'écoulement de l'eau et ralentit le séchage de la rainure. C'est pourquoi il faudrait utiliser des profilés et des rainures plus larges et éviter de placer les câbles des mécanismes de pare-soleil dans les parties des profilés servant à évacuer l'eau. Aux transitions entre poteaux/chevrons et traverse/panne, le chevauchement des profilés et des joints doit assurer un certain transfert de l'eau. Les raccords des joints utilisés doivent être fermés de façon étanche à l'aide de colle, de pièces moulées, etc. L'étanchéité des raccords de joints bout à bout n'est généralement pas fiable à long terme. ■