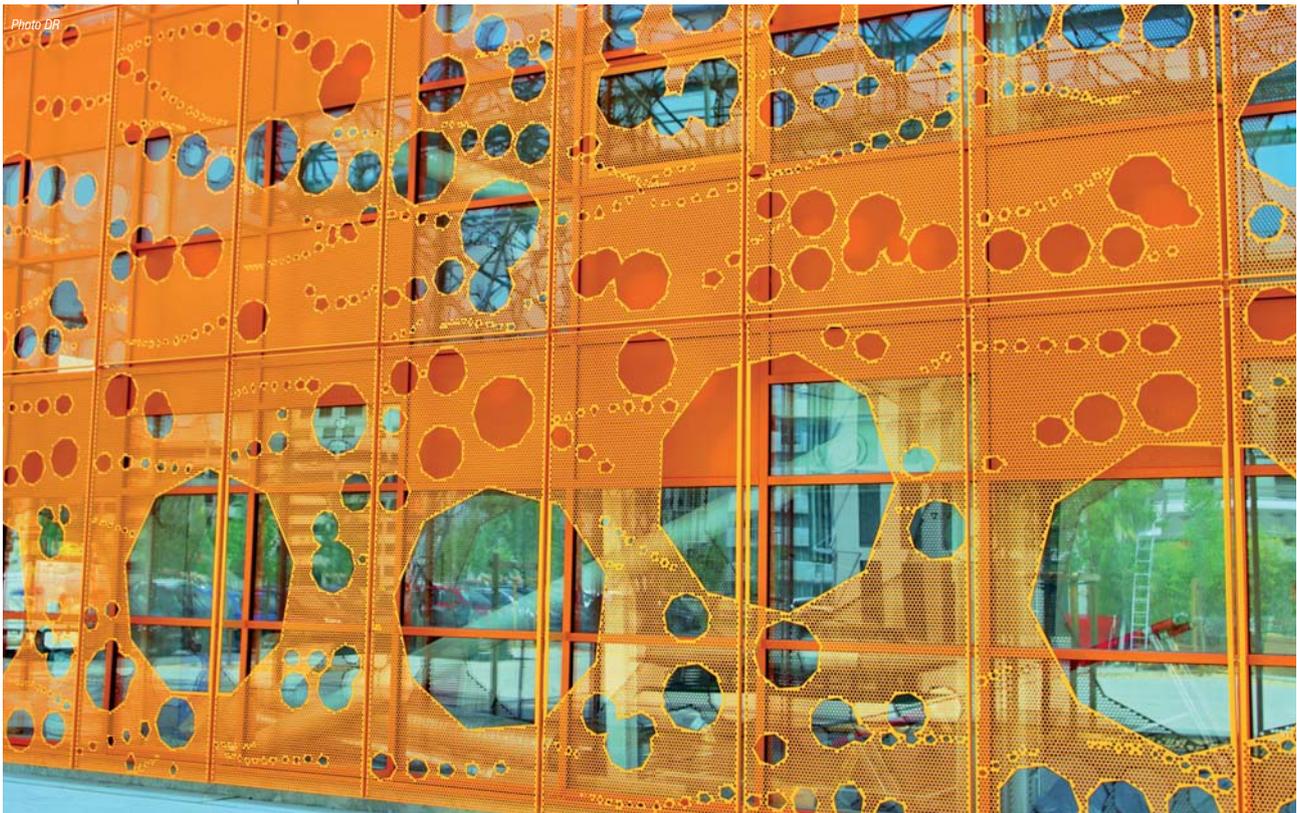


PROTECTIONS SOLAIRES

# UNE PROBLÉMATIQUE CENTRALE DES BÂTIMENTS PERFORMANTS

TEXTE : PASCAL POGGI  
PHOTOS : 3M, DR, SCHÜCO, SORES  
DELCHEVALERIE, TECHNAL, WAREMA

Les protections solaires influent sur la consommation d'énergie et le confort visuel. Les calculs de la RT 2012 deviennent plus complexes, les produits de plus en plus sophistiqués et assujettis à un pilotage automatisé.



Le « Cube Orange », construit par le cabinet d'architectes Jakob + Macfarlane dans le quartier Confluence à Lyon, est revêtu sur quatre faces par une résille métallique. Outre le symbole esthétique, elle apporte une protection solaire efficace à l'ouest et au sud. C'est un exemple de protection solaire non industrialisée, conçue par les architectes comme une partie intégrante du bâtiment.

Le rôle principal des protections solaires est thermique : protéger l'intérieur de la chaleur du soleil en été et favoriser sa pénétration dans le bâtiment en hiver. Leur second rôle concerne leur contribution à la gestion de l'éclairage naturel, et est intimement lié au premier. La maîtrise des apports thermiques ne doit en effet pas s'exercer au détriment de l'éclairage naturel. Occulter les ouvrants mais allumer la lumière n'est pas le meilleur arbitrage possible dans un bâtiment où chaque kWh consommé compte. De plus, les bienfaits de l'éclairage naturel sur l'organisme et son influence positive sur la productivité au travail sont aujourd'hui évidents pour tous. Pour autant, il est nécessaire de protéger les occupants contre l'éblouissement en cas de fort ensoleillement direct. Sous le régime de la RT 2012, l'équilibre devient très délicat entre ces fonctions. Dans un bâtiment très isolé dont les consommations d'énergie sont très faibles, une petite variation de température ou l'emploi d'un peu trop d'éclairage naturel sont immédiatement perceptibles dans le bilan annuel en kWh/m<sup>2</sup>. Les protections solaires se trouvent ainsi au cœur d'arbitrages rendus nécessaires par la recherche d'une performance élevée, et, comme de nombreuses

autres questions dans les bâtiments consommant très peu d'énergie, elles ne peuvent plus être envisagées de manière isolée. Les calculs de prise en compte des protections solaires ont évolué pour refléter ces nouveaux arbitrages, et demandent désormais davantage de données.

### De fortes évolutions dans les calculs réglementaires

Dans la RT 2012, les caractéristiques thermiques et lumineuses du couple fenêtre et protections solaires sont exprimées par trois coefficients :

- le coefficient  $U_{ws}$  de transmission thermique de la fenêtre et des protections, c'est-à-dire leur faculté à retenir la chaleur à l'intérieur du bâtiment ;
- leur facteur solaire  $S_{ws}$ , c'est-à-dire la quantité de chaleur qui peut pénétrer de l'extérieur vers l'intérieur ;
- et le facteur de transmission lumineuse  $TL_{ws}$ .

Avant la RT 2012, il suffisait de minimiser la valeur de  $U_{ws}$  pour augmenter la performance du bâtiment au sens de la réglementation. Aujourd'hui, étant donné les très faibles consommations d'énergie demandées par la RT 2012, il faut arbitrer entre les trois coefficients simultanément :

**“Le rôle principal des protections solaires est thermique : protéger l'intérieur de la chaleur du soleil en été et favoriser sa pénétration dans le bâtiment en hiver”**

# RAYONNEMENT SOLAIRE ET PROTECTION SOLAIRE

Le rayonnement solaire qui atteint la terre est composé de 3 % d'ultraviolets dans les longueurs d'onde courtes, 44 % de lumière visible (longueurs d'onde moyennes) et 53 % d'infrarouges (grandes longueurs d'onde). Au total, l'irradiation solaire peut représenter une puissance supérieure à 1 000 W/m<sup>2</sup> sous un ciel parfaitement bleu. Idéalement, une protection solaire intercepte le rayonnement infrarouge en le réfléchissant le plus possible plutôt que de l'absorber, de façon à éviter l'échauffement de la protection solaire elle-même. Le facteur solaire du couple ouvrant + protection est la somme du rayonnement reçu et directement transmis à l'intérieur (par la partie du



Photo DR

vitrage non protégée) et du rayonnement reçu et absorbé par la protection puis retransmis vers l'intérieur. Le facteur solaire dépend :

- de l'angle d'incidence du flux solaire, c'est-à-dire de la position du soleil ;
- de l'orientation de la baie et de la période de l'année.

En été, l'orientation la plus défavorable est l'ouest, car le moment où l'énergie solaire incidente est la plus importante, à savoir l'après-midi, correspond au moment où la température extérieure est la plus élevée. Une baie à l'est reçoit en été la même quantité d'énergie qu'une baie à l'ouest, mais le matin, à un moment où la température extérieure est moins élevée. ■

- réduire les besoins de chauffage en hiver en minimisant  $U_{ws}$  et en maximisant  $S_{ws}$  (la quantité de chaleur solaire transmise à travers le vitrage) ;
  - réduire aussi en été les besoins de rafraîchissement en minimisant  $S_{ws}$ . C'est dans ce mouvement de balancier entre un  $S_{ws}$  élevé en hiver et faible en été que les protections solaires revêtent un nouvel intérêt ;
  - et, en toute saison, minimiser les consommations d'électricité pour l'éclairage grâce à une utilisation aussi importante que possible de l'éclairage naturel, c'est-à-dire en maximisant  $TL_{ws}$ . Le rôle des protections dans la transmission de la lumière extérieure était négligeable auparavant, au sens réglementaire. Il devient important et se fait sentir directement dans le calcul du  $B_{bio}$ .
- Le calcul des baies vitrées et de leur protection effectuée dans le moteur RT 2012 est donc nettement plus poussé que dans la RT 2005. Deux types de modifications apparaissent. Tout d'abord, l'ancien coefficient  $U_{jn}$  ou coefficient de transmission thermique jour-nuit de la RT 2005 disparaît, au profit, dans la RT 2012 et selon les règles Th-S, d'un facteur solaire d'été et d'un facteur solaire d'hiver qui comportent chacun trois composantes :
- la transmission sous forme de rayonnement de courte longueur d'onde, noté  $S_{ws1}$  s'il s'applique à l'ensemble baie + protection solaire (et  $S_{w1}$  s'il ne s'applique qu'à la baie) ;
  - la transmission sous forme de rayonnement à grande longueur d'onde et l'échange de chaleur par convection, notée  $S_{ws2}$  ou  $S_{w2}$  ;
  - et, s'il y a lieu, le flux lié à la ventilation de la lame d'air entre la baie et la protection solaire intérieure, noté  $S_{ws3}$ .

## POUR EN SAVOIR PLUS DOCUMENTATIONS

- **Guide de la fermeture et de la protection solaire** du SNFPSPA (Syndicat national de la fermeture, de la protection solaire et des professions associées), à commander sur [www.eyrolles.com](http://www.eyrolles.com).
- **Guide des caractéristiques de performances énergétiques des fenêtres et de leurs fermetures et protections solaires associées** du SNFPSPA, téléchargeable sur [www.fermeture-store.org](http://www.fermeture-store.org), rubrique « Nos publications ».
- **Solar shading – How to integrate solar shading in sustainable building**, édité par Rehva (Federation of european heating, ventilation and air-conditioning associations) et disponible sur [www.rehva.eu](http://www.rehva.eu).

## SITE INTERNET

- [www.es-so.com](http://www.es-so.com), site de l'association européenne des fabricants de tous types de protections solaires Esso (European solar shading organization).

Deuxièmement, les données d'entrées dans le moteur RT 2012 sont beaucoup plus nombreuses qu'avant : 10 pour des parois vitrées nues, 10 également pour des parois vitrées avec protections mobiles et 80 si ces protections mobiles sont des stores à lames orientables. Dans ce dernier cas, le moteur de calcul tient compte de l'orientation fixe des lames (0° ou lames ouvertes, 45°, 90° ou lames fermées), ainsi que des possibilités de suivi de la course du soleil par pas de 15°. Étant donné le nombre et la précision des données requises, le risque de fournir des données imprécises ou erronées au moteur de calcul de la RT 2012 est important et peut déboucher sur des différences de performance significatives. Le moteur de calcul Th-BCE de la RT 2012 s'appuie, pour le calcul des baies et de leurs protections, sur les règles de calcul Th-U (déperditions), Th-S (apports solaires), Th-L (transmission lumineuse). Ces règles sont construites à partir :

- d'un certain nombre de normes européennes, dont la NF EN 13363-2 *Dispositifs de protection solaire combinés à des vitrages – Calcul du facteur de transmission solaire et lumineux – Partie 2 : méthode de référence* (novembre 2005) ;
- et de normes françaises, dont la toute récente XP P50-777 *Performances thermiques des bâtiments – Parois vitrées associées ou non à des protections mobiles – Détermination du facteur de transmission solaire et lumineuse* (décembre 2011), qui porte avant tout sur les stores à lames orientables (ou stores vénitiens).

Des logiciels spécifiques aux surfaces vitrées équipées de protections solaires et permettant de calculer les données d'entrées >>>

# LES LOGICIELS DE CALCUL ET DE SIMULATION

**Sur le chapitre des protections solaires, le moteur de calcul de la RT 2012 impose de rentrer des données nombreuses et très détaillées. Nous avons recensé deux outils permettant le calcul des caractéristiques thermiques, énergétiques et lumineuses d'une paroi vitrée équipée de protection solaire, et conformes aux normes NF EN 13363-2 et XP P50-777 ayant présidé aux règles du moteur de calcul RT 2012.** Le logiciel *Physalis* de BBS-Slama (1) permet le calcul des trois coefficients clefs (facteur solaire, transmission lumineuse et thermique), en tenant compte de la présence d'une lame d'air ventilée et des protections solaires, notamment les protections mobiles et les stores à lames orientables. Il exporte directement ses données dans le logiciel de calcul thermique *Clima-Win* pour un calcul RT 2012. Mais il existe aussi dans *Clima-Win* un cœur de calcul *Physalis* simplifié, qui se limite en fait aux demandes de la RT. *Ulys* est un outil de calcul mis au point par le CSTB pour calculer les données dont la RT 2012 a besoin à propos des ouvrants, des vitrages, des remplissages opaques éventuels et des protections solaires. L'une des principales difficultés des logiciels de calcul de fenêtres et de protections

solaires est l'accès aux données des produits. Il existe des centaines de catégories de verre qui, combinées avec les types de joints entre verre, les types de profilés, les diverses sortes de protections solaires, la présence ou pas d'un coffre de volet roulant, font aboutir à des centaines de milliers de combinaisons possibles. *Ulys* laisse l'utilisateur trouver et saisir lui-même toutes ces données. Alors que *Physalis* utilise le format de données Edibatec et puise automatiquement (sans ressaisie) dans les bibliothèques de vitrages nourries par les différents fabricants et, bientôt, dans les bibliothèques de protections solaires en cours de constitution au SNFPISA (2). En amont de ces logiciels de calcul, des outils de simulation dynamique du comportement thermique et lumineux d'un bâtiment sont à la disposition des concepteurs pour les aider dans leur choix. *KoZiBu* (successeur de *CoDiBa*) permet de simuler l'efficacité d'une protection

(1) [www.bbs-slama.com/produits/physalis](http://www.bbs-slama.com/produits/physalis)

(2) Syndicat national de la fermeture, de la protection solaire et des professions associées.

(3) [www.jnlog.com/kozibu1\\_fr.htm](http://www.jnlog.com/kozibu1_fr.htm)

(4) [www.textinergie.org](http://www.textinergie.org)

solaire, notamment pour calculer avec une plus grande exactitude les charges de climatisation à absorber (3).

*Textinergie*, diffusé par le SNFPISA, a été développé pour la RT 2005 (4). Il permet d'évaluer l'efficacité d'une solution de store textile intérieur ou extérieur, voire de deux stores textiles intérieur et extérieur, en termes d'économies d'énergie sur le chauffage, la climatisation et l'éclairage en bureaux. Il repose sur un peu plus de 3000 calculs stockés dans une base de données et que l'on extrait pour approximer un résultat en fonction d'une configuration choisie par l'utilisateur : choix parmi les huit zones géographiques de la RT 2005, orientation (est, ouest, sud, nord-ouest), taux de surface vitrée de la baie, position du store, etc. Au prix d'un certain nombre d'hypothèses sur la place du bureau dans la façade, l'ambiance lumineuse et thermique, etc., *Textinergie* fournit au choix des résultats simplifiés ou détaillés. Cet outil étant conçu pour la RT 2005, les exigences supérieures de la RT 2012, notamment en termes d'isolation thermique, peuvent remettre en cause certaines configurations retenues dans le logiciel, aboutissant par exemple à montrer un store intérieur plus efficace qu'un store extérieur. ■

nécessaires au moteur Th-BCE existent et sont conformes à ces normes (voir encadré ci-dessus). Cependant, ces deux normes n'expriment pas tout puisqu'elles se focalisent sur l'aspect thermique, sans par exemple prendre en compte la lutte contre l'éblouissement. La norme NF EN 14501 *Fermetures et stores - Confort thermique et lumineux - Caractérisation des performances et classification* constitue, quant à elle, un guide d'aide au choix d'un produit pour les concepteurs (voir encadré ci-contre).

## Quatre familles de produits

Les protections solaires s'appliquent aussi bien aux baies verticales qu'aux verrières en toiture, et sont de natures très variées. Le plus souvent, les concepteurs du bâtiment imaginent et mettent en place librement des protections solaires qui deviennent partie intégrante de son architecture. L'un des exemples les plus fameux est la bibliothèque de l'Alcazar à Marseille, pour laquelle les

architectes Adrien Fainsilber et Didier Rogeon ont imaginé deux protections solaires fixes. La façade orientée au sud-ouest est protégée par un mur-rideau dont la paroi extérieure est constituée d'un sandwich verre/marbre/verre. En collant une couche de marbre blanc de quelques millimètres entre deux vitrages, la façade n'est plus transparente mais reste translucide : la lumière pénètre dans le bâtiment, la chaleur est efficacement refoulée. Par ailleurs, la verrière en toiture, qui apporte une lumière zénithale à l'atrium intérieur, est protégée par un alignement horizontal de profilés d'aluminium, dont la densité, la position et l'angle sont destinés à protéger du soleil d'été à partir de midi et durant l'après-midi.

Au-delà de ces solutions architecturales, limitées uniquement par l'imagination des architectes et le budget des maîtres d'ouvrage, on trouve des solutions industrialisées de brise-soleil proposées par quantité de spécialistes : Colt, Schüco, >>>

# UN GUIDE D'AIDE AU CHOIX DES PRODUITS

La conception d'un bâtiment passe par le choix de solutions, de produits industriels – en l'occurrence, les couples baies et protections solaires –, et enfin par le passage de l'ensemble à travers le tamis du calcul réglementaire RT 2012.

Si les normes NF EN 13363-2 et XP P50-777 explicitent la méthode de calcul des baies + protection, elles ne disent rien sur le choix des produits. La norme NF EN 14501 *Fermetures et stores – Confort thermique et lumineux – Caractérisation des performances et classification* fournit un guide de choix de produits de protection solaire en fonction de divers critères, et pas seulement l'aspect thermique. Elle classe les performances des protections solaires en 5 niveaux de 0 à 4, à partir de la valeur du facteur solaire total de la baie (fenêtre + protection solaire) fournie par les fabricants de protections solaires. Ces derniers établissent le calcul du facteur solaire en fonction d'une classe de vitrage définie et donc précisée dans leur documentation technique. C'est encore la norme NF EN 14501 qui fournit cette classification à 4 niveaux, de A (simple vitrage clair) à D (double vitrage isolant avec contrôle solaire), en



définissant la classe C (double vitrage isolant faiblement émissif) comme le vitrage par défaut si le fabricant de protections solaires ne précise pas avec quel vitrage ses essais ont été réalisés. Par exemple, avec un vitrage de référence de classe C (soit un facteur solaire du vitrage seul de 0,59), une protection solaire textile extérieure de couleur foncée atteint une classe 4, une protection textile extérieure de couleur claire se place en classe 3, tandis qu'une protection solaire textile intérieure demeure en classe 1 en regard du

facteur solaire total. À noter : cette norme n'emploie pas la même terminologie que la RT 2012, puisque le facteur solaire total est appelé  $g_{tot}$ , alors que la RT 2012 utilise la dénomination  $S_{ws}$  (voir premier tableau ci-dessous). De même, la norme EN 14501 définit 5 classes pour évaluer le taux d'éclairement direct reçu à l'intérieur du bâtiment, à partir du facteur de transmission solaire normale/normale  $\tau_{e, n-n}$ , fourni par les fabricants et mesuré pour un angle d'incidence  $\leq 8^\circ$  (voir second tableau ci-dessous). La norme EN 14501 présente également des classifications pour :

- le contrôle de l'éblouissement lorsque la protection solaire est en place ;
- la faculté de voir vers l'extérieur lorsque la protection est en place ou abaissée ;
- l'utilisation de la lumière naturelle ;
- l'intimité de nuit ;
- le contrôle de l'opacité, conçu comme la capacité de la fermeture à empêcher la vision de la lumière extérieure. Le résultat est exprimé en lux et traduit le niveau d'éclairement extérieur à partir duquel un observateur ne perçoit plus aucune lumière. ■

## Classes de facteur solaire total selon la norme NF EN 14501

Classe	Valeur du facteur solaire total vitrage et protection $g_{tot}$	Évaluation
4	$g_{tot} < 0,10$	Très bon effet
3	$0,10 \leq g_{tot} < 0,15$	Bon effet
2	$0,15 \leq g_{tot} < 0,35$	Effet modéré
1	$0,35 \leq g_{tot} < 0,50$	Peu d'effet
0	$g_{tot} \geq 0,50$	Très peu d'effet

## Classes de facteur de transmission solaire directe selon la norme NF EN 14501

Classe	Valeur du facteur transmission solaire total vitrage et protection $\tau_{e, n-n}$	Évaluation
4	$\tau_{e, n-n} < 0,05$	Très bon effet
3	$0,05 \leq \tau_{e, n-n} < 0,10$	Bon effet
2	$0,10 \leq \tau_{e, n-n} < 0,15$	Effet modéré
1	$0,15 \leq \tau_{e, n-n} < 0,20$	Peu d'effet
0	$\tau_{e, n-n} \geq 0,20$	Très peu d'effet



**1** Les brise-soleil horizontaux en projection au-dessus des baies s'appliquent aussi bien pour le tertiaire que le logement.

**2** Technal propose une solution de brise-soleil portant des panneaux photovoltaïques. Ils peuvent être motorisés.

**3** La protection solaire fixe par vitrages photovoltaïques est également disponible en façade. Schüco parvient même à monter des vitrages photovoltaïques dans des ouvrants à projection.

**4** Les stores mobiles extérieurs, considérés comme plus efficaces que les produits en intérieur, sont soumis aux éléments climatiques. S'ils sont motorisés, leur entretien et leur nettoyage peuvent s'avérer complexes et coûteux.

Technal, Reynaerts, Jansen, Wicona, etc. Ils prennent la forme de casquettes (partie saillante en partie haute d'un bâtiment), de débords de couverture, de décrochements de façade, etc. Ces brise-soleil, en métal, bois, verre ou textile, sont le plus souvent fixes, ou parfois mobiles et alors motorisés. Sur les façades, les brise-soleil sont disposés horizontalement ou verticalement. La plupart des procédés industriels, comme par exemple ceux de Colt, autorisent une adaptation de l'orientation des lames par pas de 15°, de manière à les adapter au site et au bâtiment. Un brise-soleil peut également posséder une double fonction : de nombreux fabricants proposent ainsi des brise-soleil portant des panneaux photovoltaïques. Le nec plus ultra étant le brise-soleil mobile, motorisé et portant des cellules photovoltaïques : il suit la course du soleil pour offrir la meilleure protection et maximiser l'exposition de ses éléments photovoltaïques.

Le troisième type de protections solaires vise les stores intérieurs ou extérieurs. Manœuvrables manuellement ou automatiquement, ils sont constitués de lamelles métalliques fixes ou orientables, ou de toiles. Certains fabricants allemands comme Warema proposent une gestion différente des lamelles selon leur position dans la hauteur du store.

De cette manière, les lamelles du bas peuvent occulter complètement le rayonnement, tandis que celles de la partie haute renvoient la lumière sur le plafond des pièces de façon à favoriser l'éclairage naturel. Posé à l'intérieur, le store est efficace contre l'éblouissement mais très peu contre la transmission de chaleur : une cheminée d'air chaud se forme entre la face intérieure du vitrage et le store, qui se comporte comme un excellent convecteur naturel. Plus coûteux mais efficace à la fois contre l'éblouissement et contre la transmission de chaleur, les stores extérieurs sont cependant exposés aux contraintes climatiques (vent, pluie, etc.), et doivent être conçus en conséquence. Des marques de qualité certifient notamment cet aspect (voir encadré ci-contre).

Enfin, la dernière catégorie est constituée par les stores incorporés entre deux vitrages, une solution utilisée de longue date en Europe du Nord. Il s'agit soit de stores à lamelles, soit de toiles métalliques perforées. Le store et sa motorisation sont intégrés au battant de la fenêtre et protégés contre les aléas climatiques. L'isolation thermique globale est accrue, le facteur solaire réduit. Les performances sont comparables à celles des stores extérieurs, avec des facteurs solaires de l'ordre de 0,10. Néanmoins, il faut savoir que les systèmes de vitrages isolants scellés avec incorporation d'occultations sont mis en observation depuis 2002 par la Commission Prévention Produits mis en œuvre [C2P] de l'AQC. Le dysfonctionnement de l'occultation nécessiterait en effet le remplacement de l'ensemble du vitrage et par là même, générerait des coûts de réparation >>>

**“Les systèmes de vitrages isolants scellés avec incorporation d'occultations sont mis en observation depuis 2002 par la C2P de l'AQC”**

# TROIS AUTRES SOLUTIONS DE PROTECTION SOLAIRE

## Au-delà des brise-soleil et des stores, au moins trois autres solutions de protection solaire existent.

La première est le film à contrôle solaire, collé à l'extérieur des vitrages pour obtenir une efficacité maximale. Avec un film pour vitrage, la lumière visible est transmise, 98 % des UV sont rejetés et les infrarouges sont considérablement réduits (la quantité d'énergie globale transmise à travers un film est de 30 % environ du rayonnement solaire reçu). Très simple à la mise en œuvre, il est particulièrement adapté à l'amélioration de la protection solaire d'un bâtiment existant mal conçu sur le sujet. Son efficacité contre la transmission de chaleur le rend aussi très approprié dans des bâtiments ayant une forte consommation de climatisation due à leur exposition. Solar Gard, qui appartient désormais à Saint-Gobain, Multifilm et 3M proposent une vaste palette de films, notamment des modèles efficaces contre l'éblouissement, au prix cependant d'une considérable réduction de la lumière transmise, donc d'une augmentation de l'usage de l'éclairage artificiel. Les concepteurs peuvent aussi



opter pour une solution mixte : un film efficace contre la transmission de chaleur associé à un store intérieur pour lutter contre l'éblouissement. La deuxième solution concerne le vitrage électrochromatique. Activé par une tension électrique de l'ordre de 1 volt sous 2 à 5 ampères, le verre électrochrome modifie sa teinte, donc sa transmission lumineuse et sa résistance thermique. Ces vitrages sont pour

l'instant peu disponibles et coûteux ; il n'existe en Europe que deux offres commerciales, celle de Quantum Glass – marque qui rassemble les vitrages dits intelligents ou actifs de Saint-Gobain Glass – et celle de l'allemand EControl. Pour l'offre Quantum Glass, le facteur solaire du vitrage se module de 0,40 à 0,06 dans la version standard et de 0,20 à 0,04 pour l'électrochrome à contrôle solaire, avec une transmission lumineuse active TL du vitrage variant entre 60 % à 3 % en standard et 40 à 2 % pour la version à contrôle solaire. La troisième solution consiste à remplir l'espace d'un double vitrage à l'aide de gel de silice. Un produit domine très largement en Europe, le Nanogel de Cabot Corporation, détenteur de l'Avis Technique (ATec) n° 6/08-1816 pour sa mise en œuvre dans des vitrages multi-parois en polycarbonate. Hors ATec, il est également employé pour remplir des doubles vitrages ou des profilés de verre. Efficace contre le bruit extérieur et la transmission de chaleur, il rend la paroi translucide et non transparente, mais améliore nettement la diffusion de la lumière extérieure. ■

## DEUX MARQUES DE QUALITÉ

Il existe en France deux marques de qualité dédiées aux protections solaires. La marque « NF Toiles » porte sur les toiles de protection solaire et certifie cinq caractéristiques techniques des produits :

- le comportement thermique des toiles, via le calcul du facteur solaire (5 classes de 0 à 4 sont retenues) ;
- le confort visuel, à travers la transmission lumineuse (5 classes pour la transmission lumineuse, 2 classes pour le contrôle de l'opacité) ;
- la résistance de la toile à la traction et à la déchirure amorcée (3 classes) ;
- la durabilité dans le temps sous



différentes conditions climatiques (3 classes) ;

- la capacité des toiles à résister à la pénétration de l'eau (3 classes).

La Marque « NF Fermetures » concerne les volets roulants, battants et coulissants mis en œuvre verticalement ou sur des fenêtres de toit. Elle évalue 8 caractéristiques :

- résistance au vent ;
- résistance au choc ;
- résistance à la corrosion ;
- endurance mécanique ;
- facilité de manœuvre ;
- tenue à l'ensoleillement ;
- pouvoir occultant ;
- résistance thermique. ■



5 Photos Warema



6



7

**5** Placés entre les deux parois d'une double façade vitrée et ventilée, les stores extérieurs sont soumis à moins de contraintes climatiques. Gérés de manière différente selon leur position dans la hauteur du store, ils contribuent à la régulation de la température, à la diffusion de la lumière naturelle et à la lutte contre l'éblouissement.

**6** Les stores incorporés aux ouvrants entre deux vitrages sont aussi efficaces du point de vue thermique, en termes de transmission lumineuse et de lutte contre l'éblouissement que les stores extérieurs. Cette solution tend à devenir le standard en bureaux neufs.

**7** Warema, grand spécialiste des protections solaires, propose des stores extérieurs motorisés, asservis à une GTB.

(1) Le communiqué n° 13 de la C2P est accessible en accédant à la publication semestrielle en cours, à partir de [www.qualiteconstruction.com/c2p/publication-semestrielle-en-cours.html](http://www.qualiteconstruction.com/c2p/publication-semestrielle-en-cours.html).

## “Plus un bâtiment est performant, particulièrement en tertiaire, plus ses équipements deviennent complexes et requièrent un personnel particulièrement bien formé pour assurer leur mise en service et leur maintenance”

sans commune mesure avec l'ampleur des désordres (1). Cette mesure ne s'applique pas en revanche aux systèmes de vitrages avec parclozes, qui permettent le démontage du vitrage et donc la réparation du seul désordre (moteur défectueux, store coincé...).

### Le pilotage automatisé des protections solaires

Dans les bâtiments performants, les façades intelligentes assurent la transmission lumineuse de la lumière naturelle, participent souvent à une ventilation naturelle pilotée, etc. Les protections solaires, chargées à certains moments de limiter les apports de lumière et de chaleur, doivent être conçues comme un élément de cet ensemble et s'insérer dans le système de pilotage automatisé des façades. Associée à des horloges, des capteurs de vent, de température, d'ensoleillement et d'éclairage intérieur, l'automatisation du pilotage des protections solaires et des façades garantit une efficacité optimale. À condition, bien sûr, que tout soit correctement mis en service et exploité. Cette automatisation s'appuie sur les protocoles habituels LonWorks, BACNet et KNX.

Les principaux acteurs s'associent pour proposer des offres techniques couvrant les différents besoins de pilotage. Par exemple, Somfy et Philips ont mis au point une offre commune pour piloter protections solaires mobiles et éclairage électrique, dans le but de minimiser les consommations d'énergie en favorisant l'éclairage naturel, avec un complément par variation des sources électriques. Le tout est subordonné à un arbitrage complexe sur la consommation d'énergie de la climatisation, qui permet de décider s'il vaut mieux occulter – donc allumer la lumière – pour réduire la pénétration de la chaleur, plutôt que monter la climatisation. De tels arbitrages sont systématiquement influencés par les technologies d'occlusion disponibles : avec des stores à lamelles dont l'inclinaison est gérée différemment selon leur emplacement dans la hauteur, le processus d'arbitrage, rendu plus efficace mais encore plus complexe, dispose d'une action supplémentaire.

Bref, plus un bâtiment est performant, particulièrement en tertiaire, plus ses équipements deviennent complexes et requièrent un personnel particulièrement bien formé pour assurer leur mise en service et leur maintenance. ■