

Photo © Saint-Gobain Glass

PAROIS VITRÉES

# PLUS DE PERFORMANCES ET D'INTELLIGENCE AU BÉNÉFICE DU CONFORT

TEXTE : ALAIN SARTRE PHOTOS ET ILLUSTRATIONS : AGC, AGC/KING KONG ARCHITECTURE, JEAN-MARC LAUBY/AGC, SAINT-GOBAIN GLASS, SCHÜCO, SUNPARTNER, WICONA

Les vitrages accèdent à des fonctionnalités étendues. Installés en toiture ou en façade, ils peuvent être utilisés pour produire de l'électricité et alimenter ainsi les nouveaux automatismes connectés qui optimisent l'enveloppe des bâtiments.

Les parois vitrées jouent un rôle essentiel dans le confort des bâtiments. Elles participent à l'aération et à l'étanchéité à l'air, à l'isolation acoustique et thermique, à l'éclairage et aux apports solaires gratuits... Leur performance énergétique est mesurée par le biais de trois paramètres : le coefficient de transmission thermique U, le facteur de transmission lumineuse TL et le facteur solaire S. Les caractéristiques intrinsèques des seuls vitrages, hors impact des menuiseries, sont spécifiées avec l'indice g ( $U_g$ ,  $TL_g$  et  $S_g$ ). Les modalités de calcul sont fixées par les *Règles Th-Bât - Fascicule parois vitrées*. Elles sont présentées de façon synthétique et pédagogique par le Pôle fenêtre de la Fédération française du bâtiment (FFB), dans le cadre d'un site Internet dédié (1).

### Trois critères de performance

Le coefficient U, exprimé en  $W/m^2.K$ , indique la capacité isolante d'une surface vitrée. Plus il est faible, plus les déperditions sont limitées. Deux configurations sont identifiées : le coefficient est noté  $U_w$  en l'absence d'occultation et  $U_{ws}$  en présence d'un store ou volet fermé. Si la protection est mobile, la performance dépend aussi du coefficient du coffre  $U_c$ .

De son côté, le facteur de transmission lumineuse TL traduit la capacité d'une paroi vitrée à laisser passer la lumière naturelle. C'est le rapport entre lumière transmise et lumière totale incidente. Cette valeur est donc comprise entre 0 et 1. Plus elle s'approche de 1, plus la transmission est forte. Elle est notée  $TL_w$  en l'absence d'occultation et  $TL_{ws}$  en présence d'une fermeture. Avec certaines protections solaires mobiles, une partie de la lumière peut être transmise de manière diffuse. Intérêt : éviter l'éblouissement des occupants tout en permettant un apport la lumière naturelle qui limite la consommation d'éclairage artificiel. Le calcul prend alors en compte, d'une part, la transmission directe « dir » et, d'autre part, la transmission diffuse « dif ».

Troisième paramètre : le facteur solaire S qui représente la part du rayonnement effectivement transmise à l'intérieur du bâtiment. Il s'agit donc du rapport entre l'énergie pénétrante et l'énergie globale incidente. Là encore, on distingue  $S_w$  (mesure sans occultation) de  $S_{ws}$  (avec protection fermée). Le facteur solaire est compris entre 0 et 1. Plus il est élevé, plus les apports de chaleur gratuite sont importants. Les calculs additionnent trois phénomènes physiques :

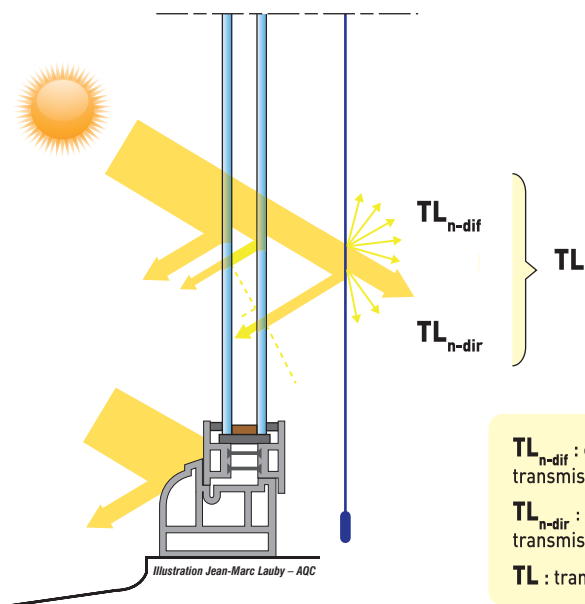
- la transmission directe du rayonnement, appelée « composante courtes longueurs d'onde » (notée 1) ;
- la réémission thermique du rayonnement vers l'intérieur liée à l'échauffement de la paroi vitrée, désignée comme la « composante grandes longueurs d'onde » (notée 2) ;
- une composante dite de ventilation liée à la présence d'un store intérieur, avec échauffement et activation d'une lame d'air intérieure (notée 3).

### Enjeux du confort

Les industriels travaillent activement à l'amélioration des performances des parois vitrées : développement des triple vitrages, perspectives offertes par les

ILLUSTRATION N° 1

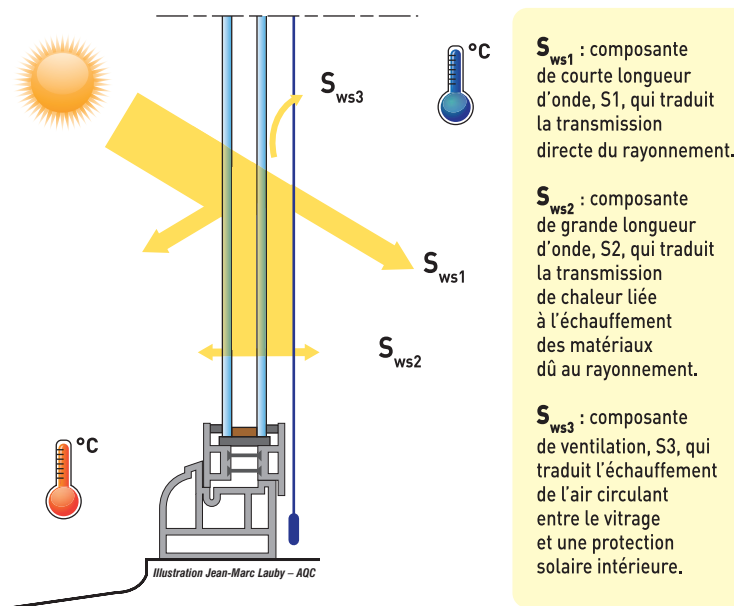
## Facteur de transmission lumineuse TL



$TL_{n-dif}$  : composante de transmission diffuse.  
 $TL_{n-dir}$  : composante de transmission directe.  
**TL** : transmission globale.

ILLUSTRATION N° 2

## Facteur solaire S



$S_{ws1}$  : composante de courte longueur d'onde, S1, qui traduit la transmission directe du rayonnement.

$S_{ws2}$  : composante de grande longueur d'onde, S2, qui traduit la transmission de chaleur liée à l'échauffement des matériaux dû au rayonnement.

$S_{ws3}$  : composante de ventilation, S3, qui traduit l'échauffement de l'air circulant entre le vitrage et une protection solaire intérieure.

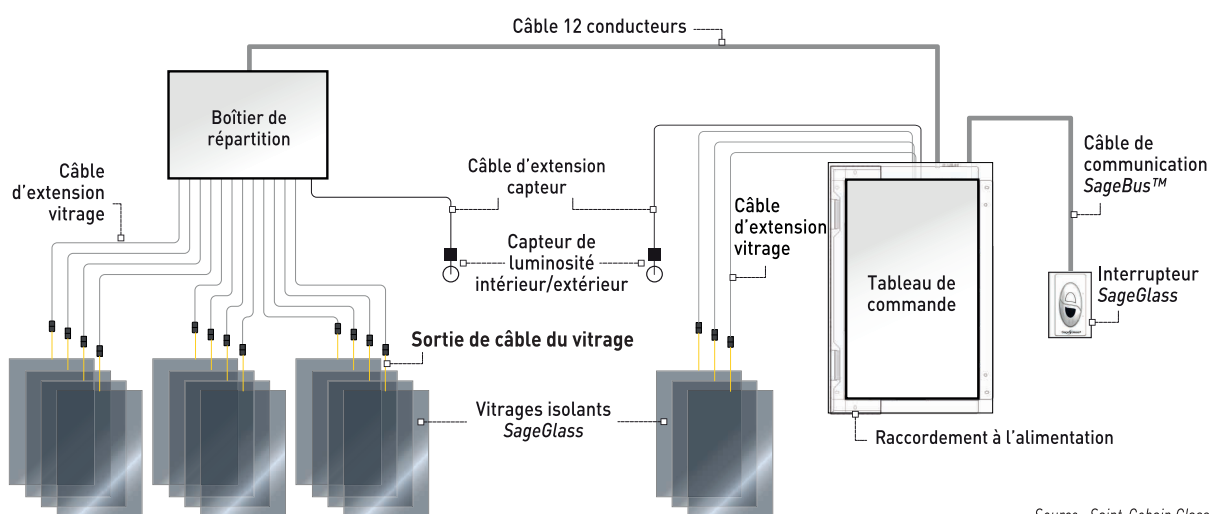
Source des illustrations : Règles Th-Bât - Fascicule parois vitrées.

doubles vitrages sous vide, ajout possible d'un caractère auto-nettoyant, optimisation des couches à faible émissivité et/ou à contrôle solaire...

Rappelons rapidement la fonction des traitements du verre. Appliquées en face 2 ou 3 d'un double vitrage, les couches à faible émissivité réduisent les déperditions en période froide (confort thermique d'hiver), tandis que les couches à contrôle solaire limitent l'impact de l'ensoleillement en période

(1) Voir [www.paroisvitreesrt2012.fr](http://www.paroisvitreesrt2012.fr).

## Principe de raccordement du vitrage isolant SageGlass



Source : Saint-Gobain Glass

chaude (confort d'été). Pour conjuguer ces deux enjeux, les couches à faible émissivité peuvent ainsi être appliquées sur un verre teinté ou complétées par une métallisation réfléchissante. Avec une préoccupation : cet équilibre doit préserver autant que possible la transmission lumineuse pour ne pas pénaliser l'éclairage naturel...

Exemple d'optimisation récente : les verres à faible émissivité *Eclaz*, de Saint-Gobain Glass (SGG), qui bénéficient d'un traitement laser. La micro-structure de la couche appliquée est ainsi transformée pour la rendre plus transparente. Complémentaires à la gamme existante *Planitherm*, ces vitrages à isolation thermique renforcée existent en deux versions :  $U_g$  de 1,1 ou 1,0  $W/m^2.K$ . Ils offrent une meilleure transmission lumineuse ( $TL_g$  de 83 ou 80 %) et un facteur solaire élevé ( $S_g$  de 71 ou 60 %). Le gain en apport gratuit est estimé à 6 %.

Autre exemple d'évolution : *Suncool Dynamic* de Pilkington, caractérisé par un contrôle solaire variable. Il s'agit de verres feuilletés qui intègrent un film thermochrome. La teinte devient plus sombre au fur et à mesure de l'ensoleillement et de l'élévation de température. « Cette régulation des apports solaires, en cours de journée et au fil des saisons, s'effectue automatiquement », souligne Philippe Grell, responsable marketing et technique du fabricant en France. Aujourd'hui commercialisé en 9,2 mm d'épaisseur, il sera bientôt disponible en 7,2 et 13,2 mm.

### Couche électrochrome

L'architecture moderne valorise les parois vitrées, notamment en tertiaire. Dans ce contexte, en présence de verrières, vérandas et autres façades entièrement vitrées, il faut être vigilant au confort d'été. Le contrôle de l'ensoleillement, surtout sur les parois exposées au sud, devient déterminant. Les surfaces vitrées doivent être protégées par des systèmes d'occultation extérieurs et/ou intérieurs. Ce besoin de contrôle des apports solaires peut aujourd'hui être assuré directement par les vitrages grâce à la technologie de l'électrochrome. SageGlass,



1 Les deux composantes du facteur de transmission lumineuse TL d'un double vitrage avec store intérieur abaissé.

2 Les trois composantes du facteur solaire S d'un double vitrage avec store intérieur abaissé.



3 Principe de raccordement et de gestion d'un ensemble de vitrages isolants dynamiques SageGlass, avec boîtier de répartition, tableau de commande, interrupteur et capteur de luminosité.

## “Ce besoin de contrôle des apports solaires peut aujourd'hui être assuré directement par les vitrages grâce à la technologie de l'électrochrome”

filiale du groupe SGG, fait figure de précurseur dans ce domaine. Son verre reçoit un empilement de cinq couches d'oxydes métalliques. Ce revêtement fin, de l'ordre du micron, est déposé par pulvérisation cathodique, process utilisé depuis des décennies pour fabriquer des millions de mètres carrés de verres à faible émissivité. « À l'issue de ce traitement breveté, ils peuvent entrer dans la composition des vitrages isolants type Climaplust ou Climatop pour équiper fenêtres, verrières ou murs-rideaux », indique Olivier Gareil, en charge de l'activité SageGlass en Europe et au Moyen-Orient.

Particularité de cette technologie : la couche de contrôle solaire dispose d'une alimentation électrique très basse tension (moins de 5V CC), ce qui permet d'accentuer et de moduler la teinte du verre. La polarité provoque un transfert d'ions et d'électrons au sein du revêtement. La transparence est retrouvée par inversion du courant. Le fonctionnement est double. D'abord, une régulation automatique pilotée par un capteur de luminosité : la couleur s'assombrit avec la progression de l'ensoleillement. Ensuite, les occupants disposent d'un interrupteur avec quatre réglages manuels distincts : un mode normal clair, une tonalité foncée maximale et deux états intermédiaires. Ce dispositif peut être doublé par une application mobile, voire par une commande vocale via l'enceinte connectée *Amazon Echo*, avec ou sans implication dans une GTB. >>>



4 Photo © Saint-Gobain Glass

## Facteur solaire de 40 à 5 %

Jusque-là, la gamme *SageGlass* – qualifiée par le fabricant de «dynamique» – était disponible sous deux formes : vitrage de couleur uniforme sur toute sa surface, ou découpé en deux voire trois zones à réglage séparé (version *LightZone*). Dans les mois à venir, l'offre va être étendue. Il sera possible d'équiper les bâtiments avec des vitrages électrochrome découpés en bandes horizontales. La protection solaire pourra donc être déclinée progressivement en fonction de la hauteur.

Exemple de produits aujourd'hui commercialisés : le *SageGlass Climaplus Classic*, disponible dans un format maximal de 1520 x 3050 mm. Ce double vitrage associe un verre feuilleté extérieur de 7,1 mm, un espace de 12 mm rempli de gaz krypton et un verre durci intérieur de 4 mm avec couche basse émissivité. Le feuilleté extérieur se compose lui-même d'un verre durci de 4 mm avec couche réfléchissante, d'un film résistant *Sentryglas* de 0,9 mm et d'un verre clair recuit de 2,2 mm avec couche électrochrome. Le coefficient  $U_g$  atteint ainsi 1,1 W/m<sup>2</sup>.k. Dans son état clair, la transmission lumineuse  $TL_g$  est de 60 % et le facteur solaire  $S_g$  de 40 %. Dans son état le plus foncé, les performances atteignent respectivement 1 % et 5 % (2).

La notice d'utilisation du produit précise que le basculement entre deux états n'est pas instantanée. La transition s'étale sur 5 à 12 minutes environ. Le temps de réaction est plus allongé en hiver, en l'absence de soleil et lorsque la température extérieure est



4 **Façade vitrée avec verre électrochrome SageGlass : le contrôle solaire par opacification est ici assuré par trois zones distinctes.**

(2) Performances du double vitrage électrochrome SageGlass Climaplus Classic aux deux états intermédiaires :  $TL_g$  de 17 et 5 %,  $S_g$  de 12 et 7 %.

basse. En mode manuel, il faut compter au moins une minute pour détecter un changement de teinte. La transformation peut occasionner une certaine disparité momentanée de couleur, particulièrement en période froide (en dessous de 15 °C). Autre constat : cette technologie n'offre pas une capacité d'occultation complète qui préserve l'intimité des occupants. Même dans son état le plus sombre, le verre conserve malgré tout un minimum de transparence. Il permet d'ailleurs une vision vers l'extérieur.

## Environ 700 références

Les vitrages isolants *SageGlass* sont compatibles avec la plupart des châssis du marché, notamment en aluminium extrudé. Il est toutefois demandé de prévoir un recouvrement périphérique de 15 mm sur le verre. Il faut également disposer d'un espace suffisant dans la feuillure des menuiseries pour accueillir les connecteurs électriques.

Quel est le coût de cette technologie ? Elle se positionne comme un investissement équivalent – voire inférieur – à celui d'un double vitrage isolant basse émissivité avec protection solaire. En termes de charge d'exploitation, 150 m<sup>2</sup> de parois vitrées consomment moins d'électricité qu'une simple ampoule de 60 W. L'électronique de commande, les revêtements et les fonctions électrochromes sont garantis cinq ans.

« Installée depuis plus de 15 ans aux États-Unis, notre technologie a démontré sa fiabilité dans des conditions d'exploitation très diverses », explique Olivier >>>



Photo © Schüco

1



Photo © Schüco

2



Photo © Schüco

3

## CONTRIBUER AU CHAUFFAGE ET À LA VENTILATION

Les vitrages feuilletés peuvent être assemblés avec une couche conductrice à vocation de chauffage. Ils sont utilisés seuls en application intérieure, ou intégrés dans un double vitrage isolant extérieur. «La puissance électrique peut être modulée pour répondre à différents besoins», explique Régis Bussy, chef de marché résidentiel au sein de SGG. Ainsi, chez ce fabricant, la gamme *Eglas* propose plusieurs niveaux de puissances: de 50 à 100 W/m<sup>2</sup> pour une fonction anti-condensation, de 150 à 250 W/m<sup>2</sup> pour un chauffage d'appoint, de 250 à 400 W/m<sup>2</sup> pour un chauffage principal.

Grâce à un traitement laser de la couche conductrice, cette nouvelle génération de produits fonctionne sans transformateur et s'installe plus facilement. Le débouché principal est le marché des vérandas, notamment dans le tertiaire.

Faut-il le rappeler, les ouvrants des baies vitrées sont utilisés pour aérer les bâtiments, mais aussi pour abaisser la température intérieure par ventilation nocturne en été. Cette fonction, d'habitude réalisée manuellement, peut être assurée par des automatismes motorisés.

Par exemple, Schüco commercialise *TipTronic SimplySmart*: un système de ferrures mécanisées adapté aux fenêtres oscillo-battantes, dont la technique d'entraînement autorise une amplitude d'ouverture courante de 250 mm et parfois jusqu'à 600 mm. Le fonctionnement peut être commandé par un interrupteur ou associé à des capteurs: sondes de température, de CO<sub>2</sub>, d'humidité et de vent, avec horloge de programmation et temporisation, dispositif de sécurité anti-pince doigts... «Nos composants d'automatisation peuvent participer à une installation domotique ou de GTB», précise Damien Martin, responsable technique des nouveaux produits pour la filiale française.

Par ailleurs, le fabricant développe différentes possibilités de motorisation et de contrôle destinées aux fenêtres, portes-fenêtres et portes d'entrée. En particulier, le système *e-slide* ouvre, ferme et verrouille automatiquement les châssis coulissants. ■

1 Façade vitrée avec châssis à ouverture motorisée et possibilité de commande automatisée. 2 Ouvrant motorisé: le système d'entraînement invisible est incorporé dans les profilés aluminium de la menuiserie. 3 Automate de contrôle d'ouvrants motorisés compatible avec un ensemble de capteurs: sondes de température, de CO<sub>2</sub>, d'humidité et de vent, programmeur, voire sécurité anti-pince doigts.



5 Photo © Saint-Gobain Glass

Gareil. Chaque année, les ventes sont multipliées par deux ou par trois, avec un succès particulier sur le marché de la réhabilitation. Environ 700 projets et bâtiments ont été équipés dans le monde entier. La principale référence en France est le siège de l'INPI à Courbevoie (92). Les façades vitrées de cet immeuble accueillent 1 400 m<sup>2</sup> de SageGlass Climaplus Classic en version LightZone. Ces double vitrages ont été mis en œuvre dans le cadre d'une rénovation : ils se sont substitués à des stores extérieurs automatiques existants dont le fonctionnement était défaillant, ce qui pénalisait gravement le confort d'usage des bureaux.

Autres références : la verrière de la bibliothèque universitaire de la Rochelle (17), l'immeuble Esprit Sagan qui accueille 22 logements haut de gamme dans le 6<sup>e</sup> arrondissement de Paris (75) et le café Kube aménagé dans le cadre de l'immeuble de bureaux et centre de congrès Metropolitan, dans le 17<sup>e</sup> arrondissement de Paris (75). Ici, le vitrage dynamique – d'une surface totale de 290 m<sup>2</sup> – participe à la fois aux façades et aux verrières de l'établissement.

## Ouverture de l'offre

Depuis fin 2017, le groupe AGC propose également un vitrage électrochromique. Appelé *Halio*, il a été conçu dans le cadre d'un partenariat avec la société américaine Kinestral. Sa fabrication relève des principes déjà évoqués : un revêtement multicouche est pulvérisé sur le verre. Le contrôle solaire, par basculement progressif vers une teinte plus sombre, est là encore



5 **Siège de l'INPI à Courbevoie (92) avec 1 400 m<sup>2</sup> de SageGlass Climaplus Classic en version LightZone.**



6 **Verre électrochromique Halio Black en cloison intérieure, conçu pour privatiser des espaces vitrés.**

électrique. Les options de pilotage sont également diverses : réglage manuel ou automatique avec capteur de luminosité, utilisation d'une application mobile ou d'une commande vocale, possibilité de prise en charge par une GTB...

Son fonctionnement nécessite une tension de 48 V. Estimation de la consommation : environ 14 W pendant les phases de transition et 1 W au repos. Le fabricant affiche une plus grande réactivité. « Le changement d'état s'effectue en moins de trois minutes », précise Katia Hansen, responsable du marketing pour l'Europe et le Moyen-Orient. Il suffit de 15 à 20 secondes pour détecter visuellement l'amorce des variations.

La technologie est utilisée dans le cadre de double vitrages isolants 10/15/4 composés avec des verres Planibel Clearvision à basse teneur en fer. La couche électrochromique est intégrée dans le parement extérieur feuilleté de 10 mm d'épaisseur. La couche à basse émissivité est placée en position 3 sur le verre intérieur de 4 mm. Performances : la transmission lumineuse TL<sub>g</sub> varie entre 66 et 3 %, tandis que le facteur solaire S<sub>g</sub> passe de 45 à 5 %. Il faut respecter des contraintes de dimensions, à savoir au moins 608 x 608 mm et au plus 1 508 x 3 058 mm.

À ce jour, il n'y a pas encore de réalisation référencée en France. En revanche, un premier projet est annoncé en Belgique, puisque le produit va être installé dans le cadre de la rénovation de la gare maritime de l'opération Tour & Taxis à Bruxelles. À noter : pour uniformiser les façades vitrées, les doubles vitrages



Photo © AGC 6

électrochrome *Halio* peuvent être complétés par les doubles vitrages *Halio Match*, uniquement isolants mais de même dimensionnement.

### Privatiser des espaces

Parallèlement, AGC commercialise la version *Halio Black*. La transmission lumineuse de ce vitrage feuilleté peut être abaissée jusqu'à 0,1 %. Cette capacité à atteindre un état très sombre, avec occultation quasi complète, est exploitée dans le cadre de cloisons intérieures pour «privatiser» des espaces vitrés. Ce type d'application est plus énergivore : la consommation d'électricité est multipliée par deux. La gestion de l'intimité peut également être assurée par une technologie à base de composite polymère à cristaux liquides. L'injection d'un courant électrique basse tension provoque dans ce cas un basculement instantané on/off entre un état transparent et un état translucide. Cette solution, qui préserve l'apport de lumière, est mise en œuvre sous deux formes : par application d'un film adhésif sur un vitrage existant, couplé avec un film de sécurité, ou par intégration dans un vitrage feuilleté.

Produit commercialisé en France : le vitrage feuilleté *Priva-Lite* de SGG, composé de deux verres extra-clair *Diamant* et d'un film à cristaux liquides inséré entre deux feuilles d'EVA (éthylène vinyle acétate) ou de PVB (polyvinyle de butyral). Susceptible de trouver des applications de contrôle solaire en façade ou verrière, ce vitrage de 12 mm d'épaisseur est malgré tout essentiellement destiné à des applications

de séparation et d'occultation commandée intérieure. Dimensions : au moins 200 x 300 mm, au plus 1000 x 3750 mm pour la version *Classic* et au plus 1820 x 3500 mm pour la version *XL*. La consommation électrique est évaluée à 5 W/m<sup>2</sup>.

Au-delà des vitrages dynamiques, l'intelligence des façades et cloisons s'exprime également par le biais des verres supports de LED (light-emitting diode). Là encore, ces produits avec diodes électroluminescentes nécessitent une alimentation électrique. Ils conjuguent transparence et grande souplesse, tant au niveau des supports verriers que du nombre et de la disposition des sources lumineuses.

### Jeux de lumières et couleurs

Contrôlées en groupes ou individuellement, les LED sont monochromes ou RGB (Red, Green, Blue). La variété des compositions transforme les surfaces vitrées en écrans géants, supports d'animations à but commercial ou simplement esthétique. Il est ainsi possible de diffuser des messages personnalisés. D'après les fabricants, les verres conservent toute leur capacité lumineuse durant 100 000 heures (environ 12 ans en continu).

Chez SGG, cette offre est appelée «LED in glass». Les vitrages sont fabriqués à partir de verre extra-clair *Diamant*, trempé ou feuilleté, avec possibilité de motifs sérigraphiés. D'une épaisseur de 6 à 12 mm, ils sont éclairés par la tranche via un profilé dans lequel sont insérées les barrettes de LED. Ils diffusent ainsi une lumière douce et sont plutôt préconisés >>>



Photo © Sunpartner 1



Photo © Sunpartner 2

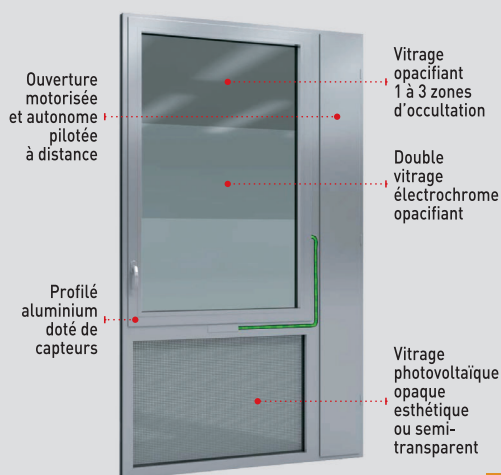


Photo © Wicona 3

## DU PHOTOVOLTAÏQUE PLUS TRANSPARENT ET/OU À VOCATION DÉCORATIVE

Créée en 2008, la société Sunpartner se positionne sur le marché des verres photovoltaïques. Elle s'est d'abord orientée vers l'électronique grand public (smartphones, montres et autres objets connectés).

Basée à Rousset (13), cette PME qui emploie 85 personnes s'est ouverte en 2015 au marché du bâtiment. «La fabrication est assurée depuis fin 2017 par une nouvelle usine», indique Laurent Petit, responsable marketing et commercial de cette activité. Son offre, appelé Wysips, couvre trois lignes de produits qui font appel à la technologie des verres PV à couche mince, en particulier à base de CIGS (cuivre, indium, gallium et sélénium). La surface de ces modules solaires est travaillée afin de faire varier la transparence et/ou produire un parement esthétique. La gamme Cameleon est destinée à des applications de bardage. D'une puissance comprise entre 70 et 120 W/m<sup>2</sup>, ces vitrages feuilletés comportent un verre extérieur trempé imprimé. Ils sont proposés sous trois formes : couleur unie, motifs standards déclinés en noir et blanc, ou bien décors colorés créés sur demande.

De son côté, la gamme Glass rassemble des verres feuilletés ou des doubles vitrages isolants dont la composition peut être adaptée au projet. Elle est disponible dans une puissance comprise entre 50 et 100 W/m<sup>2</sup>. La teinte du parement peut être éclaircie et rythmée par un traitement laser ponctuel constituant des séries de points ou de bandes horizontales, avec une transparence qui varie entre 10 et 70 %. Les vitrages Glass rentrent dans la conception des fenêtres

ou façades intelligentes Oline. Le verre PV est installé en allège, en imposte ou sous une forme de châssis fixe. Il peut ainsi alimenter différentes fonctions : teinte variable électrochrome, motorisation de stores ou d'ouvrants... Ces vitrages sont également exploités – dans le cadre d'une joint-venture – par le groupe Vinci pour développer Horizon, une fenêtre intelligente, autonome et connectée.

Les premières réalisations datent de 2017. Situées à Aix-en-Provence (13), elles intègrent des vitrages dynamiques. Opération Thecamp : 4 fenêtres Horizon et 20 modules PV installés en garde-corps. Siège de l'entreprise Phlox : 12 fenêtres Oline, soit 26 m<sup>2</sup> de vitrages électrochromes, alimentées par 8 m<sup>2</sup> de verre PV. Par ailleurs, la technologie Sunpartner a été adoptée par plusieurs fabricants de menuiseries aluminium, dont Aluk, Sepalucim et Wicona. Chez Sepalucim, le verre PV assure l'autonomie du store motorisé de la fenêtre 5900 Occult'air ORA.

«Conçue en collaboration avec Bandalux, elle est occultante à 100 %», souligne Aurélien Briscadieu, chargé de marketing. De son côté, Wicona s'intéresse à la fois aux vitrages Glass et aux verres électrochromes. Ces nouvelles fonctions nécessitent d'associer des compétences très diverses : menuiserie, électricité, automatisation, réseaux de communication... «La filière va devoir s'adapter à ce besoin d'intégration et gérer les multiples contraintes d'interfaces», souligne Patrick Lahbib, directeur innovation au sein de la filiale française. Avec la volonté de proposer des solutions le plus possible «plug and play». ■

1 Le parement photovoltaïque Wysips Cameleon de Sunpartner est disponible en plusieurs formats, allant jusqu'à 792 mm x 1 192 mm (format min. 300 x 300 mm). Le nuancier propose, en plus des créations sur-mesure, une large palette de textures, matières et couleurs : 18 designs sont disponibles dans l'offre standard (12 coloris unis et 6 motifs). 2 Vitrage isolant PV Wysips Glass semi-transparent, d'une puissance de 50 à 100 W/m<sup>2</sup>, installé en allège. 3 Exemple de paroi vitrée hauteur d'étage avec ouvrant motorisé, allège opaque ou semi-transparent qui intègre les technologies de vitrage dynamique et/ou PV.





Photo © AGC 7



Photo AGC King Kong architecture 8

pour créer des ambiances intérieures sur-mesure. Chez AGC, la gamme *Glassiled* est déclinée en plusieurs options. La version *Sign*, qui utilise des LED monochromes, est conçue pour inscrire une signalétique dans les façades : signature de marque, logo, combinaison de points lumineux, textes ou chiffres... Les diodes sont intégrées dans un verre feuilleté, avec couche conductrice invisible et film intermédiaire de PVB, qui participe à un double vitrage isolant avec contrôle solaire. La version *Motion* transforme les façades en média visuel puissant grâce à des LED monochromes ou RGB contrôlés de façon indépendante. L'animation peut être modifiée à la demande. Les LED et la couche conductrice sont incorporées dans l'espace séparatif d'un double vitrage isolant et à contrôle solaire. La troisième version, appelée *Smart*, est destinée au marché de la rénovation. De conception «plug and play», elle peut équiper des menuiseries existantes.

«La gamme a été récemment complétée par le modèle *Glassiled Uni*», annonce Valérie Vandermeulen, responsable marketing d'AGC en France. Il est plutôt conçu pour un usage intérieur. Selon les versions, et lorsque les LED sont disposées tous les 100 mm, la consommation varie entre 20 et 35 W/m<sup>2</sup>. La surface des vitrages ne peut dépasser 2 700 x 1 500 mm.

### Produire de l'électricité

Qu'ils soient dédiés au contrôle solaire, à une fonction d'opacification ou d'animation lumineuse, les vitrages dits «actifs» consomment de l'électricité. Lorsque l'ensoleillement est favorable, ces dépenses d'énergie peuvent être compensées, voire plus. Il est en effet possible de capter le rayonnement solaire et produire de l'électricité, en intégrant des modules photovoltaïques (PV) dans les surfaces vitrées.



7 **Façade d'un bâtiment de l'aéroport de Bruxelles avec vitrage isolant *Glassiled Sign* à LED monochromes blancs ou colorés.**

8 **Centre eurorégional des cultures urbaines à Lille (59) : la façade rideau VEC (verre extérieur collé) avec profilés Wicona comprend 235 m<sup>2</sup> de triple vitrage *Glassiled Motion* à LED blancs monochromes incorporés.**

**“Il est possible de capter le rayonnement solaire et produire de l'électricité, en intégrant des modules PV dans les surfaces vitrées”**

Les verres PV font aujourd'hui très majoritairement appel au silicium mono ou polycristallin. Ils équipent des verrières, murs-rideaux, garde-corps, auvents, brise-soleils, fenêtres, portes, allèges, impostes... Les cellules sont encapsulées dans des vitrages feuilletés semi-transparents, avec film intermédiaire EVA ou PVB.

Exemple de produits : la gamme *Sunplus* de Pilkington, développée en partenariat avec Solaria, qui incorpore du silicium monocristallin dans un verre feuilleté de 11 mm d'épaisseur. D'une surface de 1 540 x 1 020 mm, dans sa version *Vision*, il offre une puissance de 95 W avec une transmission lumineuse TL<sub>g</sub> de 50 % et un facteur solaire S<sub>g</sub> de 54 %. Il peut participer à des doubles vitrages isolants d'une épaisseur minimale de 31 mm. Parallèlement, le fabricant commercialise une version *Sprandrel* qui est destinée à équiper les allèges et autres surfaces vitrées sans exigence de transparence. La puissance du vitrage monte alors à 160 W, grâce à une plus forte densité de cellules, pour une surface de 1 060 x 822 mm.

Autre exemple de produits : la gamme *SunEwat XL* d'AGC, qui utilise du silicium mono ou polycristallin dont le rendement monte jusqu'à 20,6 %. D'une taille de 156 x 156 mm, les cellules sont positionnées avec un écartement de 4 à 50 mm. Elles peuvent constituer des modules d'une surface comprise entre 400 x 400 mm et 2 000 x 4 000 mm.

Par ailleurs, AGC a initié en 2018 un partenariat avec la société américaine Ubiquitous Energy pour élaborer des vitrages à la fois producteurs d'électricité et transparents. Ces verres innovants ouvrent de nouvelles perspectives de développement. Comme ceux de Sunpartner en France (voir encadré ci-contre), ils exploitent la technologie du PV à couche mince. ■