

# Jouer avec la lumière naturelle de manière intelligente

De meilleures performances pour votre bâtiment grâce à une utilisation idéale de la lumière naturelle

**dans le secteur des soins**  
**dans l'enseignement**  
**dans les espaces de bureaux ouverts**  
**dans les espaces publics**



# Table des matières

<b>I.</b>	<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>II.</b>	<b>L'importance de la lumière naturelle</b>	<b>4</b>
	Rayonnement solaire	4
	Lumière naturelle en fond lumineux : explication de l'évolution	5
	Horloge biologique	5
	Vitamine D	5
	TAS	5
<b>III.</b>	<b>Les atouts et les inconvénients des façades en verre</b>	<b>7</b>
	Atouts	7
	Les inconvénients des façades en verre	7
	Comment une façade en verre fonctionne-t-elle ?	8
	Confort visuel	9
	Économie d'énergie	10
	Remarque à propos de l'isolation	10
<b>IV.</b>	<b>Orientation de la façade</b>	<b>11</b>
	Éviter la surchauffe	12
<b>V.</b>	<b>Protection contre le soleil et la lumière</b>	<b>13</b>
	Types de rayonnement	13
	Protection extérieure contre le soleil et la lumière	14
	Protection intérieure contre le soleil et la lumière	16
	BREEAM	16
<b>VI.</b>	<b>Pour conclure</b>	<b>17</b>
<b>VII.</b>	<b>Ce que vous pouvez faire</b>	<b>18</b>
<b>VIII.</b>	<b>Sources consultées et citées</b>	<b>19</b>

# I. Introduction

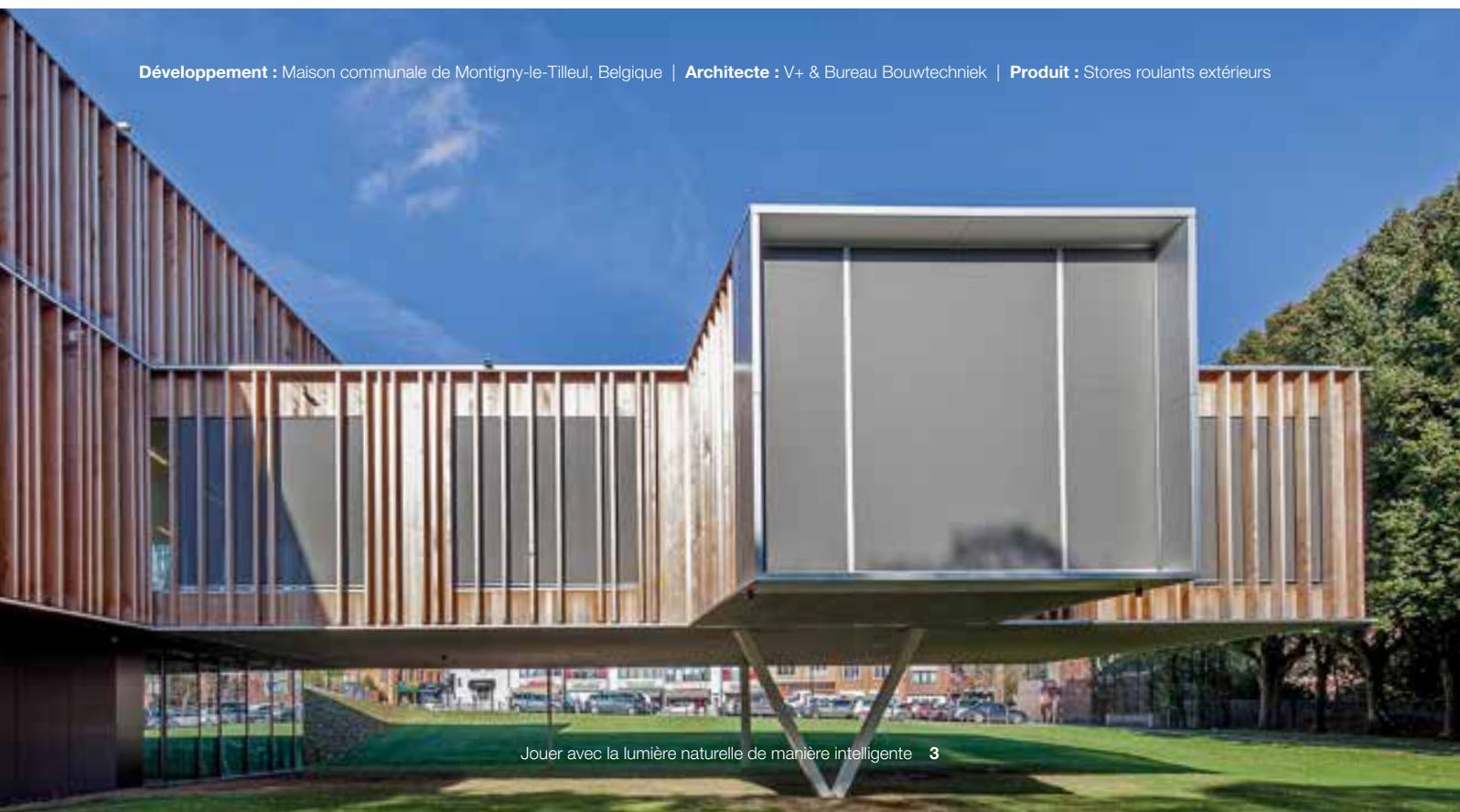
**Les protections contre le soleil et la lumière influencent de manière positive l'équilibre énergétique et la consommation d'énergie d'un bâtiment, tout en offrant un plus grand confort (de travail). Dans ce livre blanc, nous vous expliquons l'importance de la lumière naturelle pour notre bien-être, la manière dont les façades en verre fonctionnent et la façon dont une bonne protection contre le soleil et la lumière contribue au climat intérieur et à la durabilité d'un bâtiment. Conclusion : en intégrant une protection contre le soleil et la lumière dans le concept d'un bâtiment de manière précoce, l'architecte augmente la fonctionnalité d'un immeuble de bureaux sans trop miner l'esthétique du bâtiment.**

## Énorme potentiel d'économie

Les bâtiments consomment près de 40 pour cent de la quantité totale d'énergie primaire (chauffage, climatisation, préparation d'eau chaude sanitaire, ventilateurs, éclairage et humidification) en Europe. Dans de nombreux bureaux, la moitié de cette énergie sert à refroidir le bâtiment. Par conséquent, une grande partie de la réglementation européenne en matière de construction concerne, outre la sécurité structurelle, la durabilité et l'efficacité énergétique d'un bâtiment. Le potentiel d'économie est énorme : nombre de bâtiments consomment 250 kWh/m<sup>2</sup>a alors que les techniques actuelles leur permettent d'atteindre des résultats autour de 100 kWh/m<sup>2</sup>a. Entre-temps, la législation a mis la barre deux fois plus haut et se base sur une consommation de 50 kWh/m<sup>2</sup>a. Encore mieux : les maisons passives et les maisons actives consomment 15 kWh/m<sup>2</sup>a et l'Union européenne vise, dès 2020, une consommation d'énergie (quasi) nulle pour tous les nouveaux bâtiments. Au même titre que le vitrage, les châssis, les murs, les toits et les sols, la protection contre le soleil ne constitue qu'un seul élément de l'enveloppe du bâtiment, mais elle influence grandement ses performances énergétiques.

Les termes de « protection contre le soleil » et « protection contre la lumière » sont vastes et englobent toutes les techniques permettant de limiter l'excès d'énergie solaire et de luminosité. Ces techniques comprennent tant l'ombre d'éléments naturels, comme les arbres, que des marquises fixes, des stores roulants et des protections contre le soleil extérieures et intérieures entièrement automatisées. Une protection optimale contre le soleil et la lumière demande toujours un travail sur mesure. L'intensité et la chaleur de la lumière varient selon les régions et les saisons, et elles changent continuellement au fil de la journée. Il convient, en outre, de tenir compte de nombreux facteurs spécifiques, comme la situation d'un bâtiment, l'orientation de la façade et le profil de l'utilisateur. Il est cependant possible de réguler la chaleur du soleil et la luminosité, grâce à une conception permettant de réduire la consommation d'énergie d'un bâtiment tout en augmentant le confort de ses utilisateurs.

**Développement :** Maison communale de Montigny-le-Tilleul, Belgique | **Architecte :** V+ & Bureau Bouwtechniek | **Produit :** Stores roulants extérieurs



## II. L'importance de la lumière naturelle

La lumière du soleil a une influence capitale sur la conception d'un bâtiment – les architectes ont, en effet, pour mission de mettre à profit la lumière naturelle dans sa forme la plus pure (voir Encadré 1 pour un exemple pratique). Pourquoi ? Parce que la lumière naturelle est bonne pour la santé et influence de manière positive notre bien-être. Les gens se portent mieux dans un environnement de travail offrant de la lumière naturelle et une vue vers l'extérieur. Une étude [2] indique que ces deux facteurs assurent une plus grande satisfaction dans le travail et améliorent, par ailleurs, nettement la santé. La lumière est essentielle à la synchronisation de notre horloge biologique. Elle est, de loin, la source de lumière la plus durable et la plus efficace.

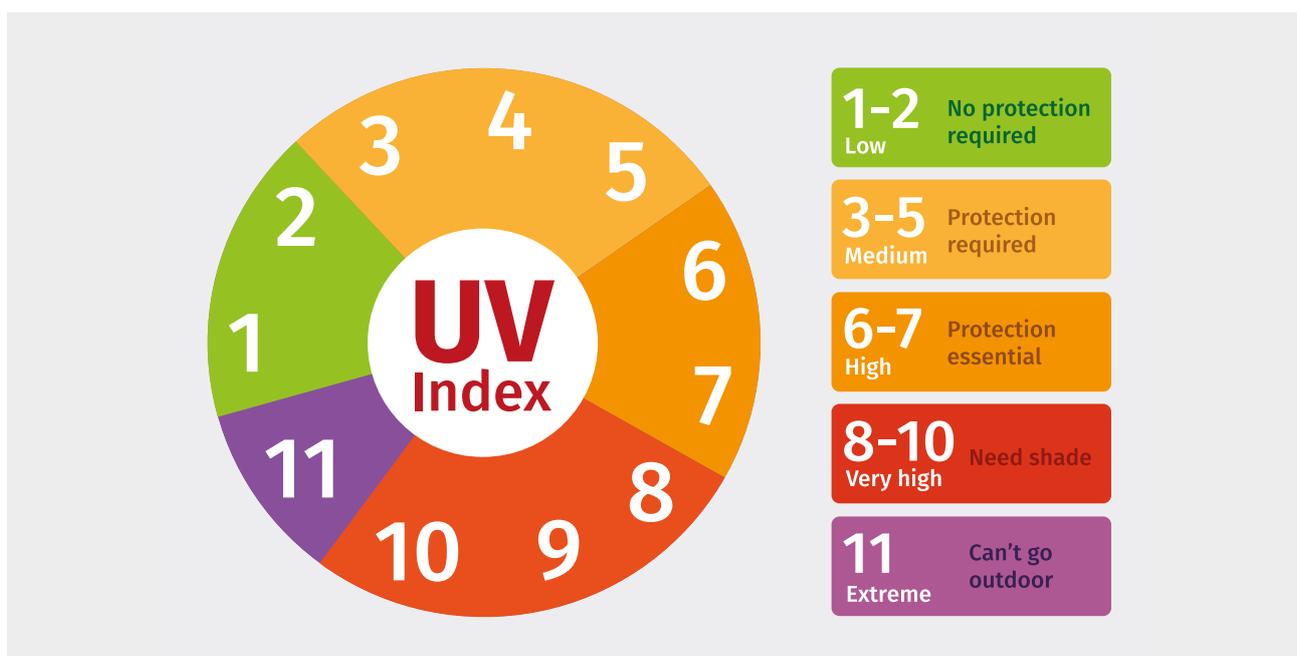
### Rayonnement solaire

Approfondissons tout d'abord le phénomène de la lumière naturelle. La lumière naturelle comprend plusieurs types de rayonnements, pouvant être répartis en trois groupes :

- rayonnement infrarouge : il s'agit d'un rayonnement invisible d'une longueur d'onde supérieure à celle de la lumière rouge,
- lumière visible : rayonnement qui rend le monde visible à nos yeux,
- rayonnement ultraviolet (UV) : il s'agit, tout comme le rayonnement infrarouge, d'un rayonnement invisible d'une longueur d'onde inférieure à celle de la lumière violette.

La majeure partie du rayonnement UV du soleil est retenue par l'atmosphère autour de la terre. La couche d'ozone joue un rôle important dans ce phénomène. L'atmosphère fonctionne donc comme un bouclier anti-UV, mais elle ne repousse pas tous les rayons UV.

- Les UVA pénètrent assez facilement pour atteindre la surface terrestre et sont les rayons UV les moins dangereux des trois. Toutefois, une exposition importante aux UVA peut provoquer des coups de soleil et des cancers de la peau.
- Les UVB sont en grande partie retenus par l'atmosphère, mais, sous un ciel sans nuage, ils la pénètrent plutôt facilement pour atteindre la surface terrestre. Les rayons UVB sont les principaux responsables de brûlures provoquées par le soleil et de cancers de la peau.
- Les UVC sont les rayons UV les plus puissants, mais ils n'atteignent pas la surface terrestre.



## **Lumière naturelle en fond lumineux : explication de l'évolution**

Dans le cadre d'une étude scientifique réalisée en 2008 [1], la satisfaction des utilisateurs dans un lieu de travail physique a été mesurée dans 779 lieux de travail de neuf bâtiments différents. L'étude a révélé que le manque de lumière naturelle et de vue vers l'extérieur constituait les principaux facteurs d'insatisfaction au travail.

La réduction de l'intensité de l'éclairage liée à un séjour à l'intérieur représente un facteur d'environ 100. Sachant que, depuis la révolution industrielle, l'homme se trouve principalement à l'intérieur, il est invraisemblable qu'au cours des dix générations écoulées depuis cette période, notre corps se soit totalement adapté à ce changement. C'est pourquoi un manque de lumière naturelle au travail est perçu comme inconfortable. En outre, il est prouvé que le taux de myopie plus important chez les enfants du monde occidental est lié aux niveaux lumineux bien plus faibles auxquels nous sommes actuellement exposés.

Bref, notre corps ne s'est pas encore habitué à cette faible intensité de lumière. Par conséquent, nous avons besoin de la lumière naturelle.

### **Celle-ci améliore :**

- notre qualité de vie, notre bonheur et notre impression de bien-être,
- notre santé (et notre guérison),
- notre concentration et notre capacité à apprendre dans les établissements scolaires,
- notre productivité et la rentabilité des entreprises,
- notre sécurité (sociale),
- le nombre de visiteurs et le comportement d'achat dans le commerce de détail.

De nombreuses études indiquent que l'exposition à une faible quantité de rayons ultraviolets (UV) offre une foule d'avantages pour la santé. Une exposition trop importante aux rayons UVB peut, par contre, fortement endommager les tissus des yeux et de la peau.

## **Horloge biologique**

La lumière naturelle est très importante pour notre horloge biologique. Un photorécepteur est une cellule nerveuse spéciale, située dans la rétine, capable de transformer la lumière en impulsions nerveuses. Les deux photorécepteurs les plus connus sont les bâtonnets et les cônes, responsables de notre vue, mais il en existe un troisième type : les cellules ganglionnaires photosensibles, dont le rôle n'est pas encore tout à fait clair. Nous savons cependant que les cellules stimulent la production de mélatonine, une substance essentielle à un rythme de sommeil et d'éveil sain. Des études démontrent que même les aveugles y sont sensibles.

Une étude neurologique de 2013 [2] établit un lien fort entre la qualité du sommeil et l'exposition à la lumière naturelle. Les personnes qui travaillent dans un bureau et dont le poste de travail est près d'une fenêtre absorbent 173 pour cent de lumière de plus que les collaborateurs qui se trouvent loin de la fenêtre. En outre, le premier groupe dort en moyenne 46 minutes de plus par nuit. Les personnes qui travaillent dans un bureau moins exposé à la lumière naturelle enregistrent des performances moins bonnes en termes de vitalité, qualité du sommeil, efficacité du sommeil et perturbations du sommeil.

## **Vitamine D**

La lumière naturelle est importante pour la production de vitamine D, une vitamine présente dans la peau qui agit sur la régulation de la croissance cellulaire. Une carence en vitamine D entraîne des maladies qui ramollissent les os, comme le rachitisme chez les enfants et l'ostéomalacie chez les adultes. Cela accroît aussi le risque de cancer du sein, de la prostate et des ovaires, ainsi que le diabète et la sclérose en plaques.

## **TAS**

Le trouble affectif saisonnier (TAS) est une forme de dépression liée aux saisons. Il porte également l'appellation populaire de dépression de l'hiver ou tristesse hivernale. La luminothérapie permet de soulager ce trouble. La lumière naturelle permet, en effet, d'éviter le TAS et sert à le guérir. Environ 5 pour cent de la population souffrent du TAS et cette dépression touche plus souvent les femmes que les hommes. Le TAS est caractérisé par un intérêt moins prononcé pour la plupart des activités, un sommeil important, une plus forte irritabilité et un plus grand appétit. Ces symptômes disparaissent généralement en été. Bien que la cause exacte reste imprécise, nous savons que l'exposition à une lumière vive fait souvent office de traitement efficace. Elle est assurée par de nombreux produits lumineux, voire des lunettes spéciales. En outre, le fait de travailler près d'une fenêtre offre une exposition à la lumière suffisamment importante pour que la lumière naturelle serve de traitement au TAS.

Une étude de 2011 [3] s'est penchée sur le lien entre, d'une part, la vue sur l'extérieur et la lumière naturelle et, d'autre part, l'absentéisme. Ensemble, la vue sur l'extérieur et la lumière naturelle sont responsables de 6,5 pour cent statistiquement significatifs dans la variation vers moins d'absentéisme.

### **Encadré 1**

#### **Rénovation a.s.r. : lumière naturelle et vue vers l'extérieur**

La lumière naturelle et la vue vers l'extérieur ont été deux grands points d'attention lors de la rénovation du siège d'a.s.r. à Utrecht. Les défauts du bâtiment de 1974 étaient évidents : des sols profonds et des balustrades hautes empêchaient la plupart des postes de travail de bénéficier de lumière naturelle et d'une vue vers l'extérieur. Pendant les travaux de rénovation, de la lumière naturelle supplémentaire a été apportée en créant des vides dans les sols des bureaux. En plus d'offrir plus de lumière, ces vides assurent de l'espace et un contact entre les étages. Ils contribuent ainsi à la création d'un environnement de travail ouvert. Les balustrades en béton ont été remplacées par une façade en double vitrage du sol au plafond, qui sert de paroi creuse ventilée en été et de tampon de chaleur en hiver pour éviter un refroidissement excessif. La conception de la façade repose sur l'utilisation de stores vénitiens et d'écrans selon l'orientation pour contrôler les gênes lumineuses et la chaleur. Résultat : un immeuble de bureaux clair, transparent, spacieux et durable, proclamé meilleur immeuble de bureaux des Pays-Bas en 2014. En 2015, il a également été nommé aux Gulden Feniks.

### **Références**

1. Newsham GR, Aries M, Mancini S, et Faye G. (2008) « Individual Control of Electric Lighting in a Daylit Space. » *Lighting Research and Technology* 40, pp 25-41
2. Chueng I. (2013) « Impact of workplace daylight exposure on sleep, physical activity, and quality of life. » *American Academy of Sleep Medicine* 36
3. Elzeyadi I. (2011) *Daylighting-Bias and Biophilia : Quantifying the Impact of Daylighting on Occupant Health*. Disponible sur :  
[http://www.usgbc.org/sites/default/files/OR10\\_Daylighting%20Bias%20and%20Biophilia.pdf](http://www.usgbc.org/sites/default/files/OR10_Daylighting%20Bias%20and%20Biophilia.pdf)  
*Dernière consultation le 5 août 2014*

# III. Les atouts et les inconvénients des façades en verre

**Nous passons plus de 90 pour cent de notre vie dans des bâtiments. En toute logique, un climat intérieur sain dans ces bâtiments s'avère donc très important. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a calculé que, chaque année, au sein de l'UE, 100 000 personnes meurent des suites d'un mauvais climat intérieur en raison d'une ventilation insuffisante, d'un manque de lumière naturelle et d'un manque de confort provoqué par le froid et la chaleur (chiffres de 2012).**

Il est extrêmement important pour notre bien-être que la lumière naturelle entre dans le bâtiment par les façades. À cet égard, le verre joue un rôle capital. Mais outre leurs atouts, par exemple sur le plan énergétique et le bien-être, les façades en verre présentent des inconvénients, comme des reflets gênants et un risque de surchauffe. Présentons-en donc les atouts et les inconvénients.

## Atouts

Les atouts des façades en verre sont répartis en avantages non énergétiques et énergétiques.

### Avantages non énergétiques du verre (et des façades en verre) :

- lumière naturelle dans les bâtiments,
- meilleur environnement spatial,
- lien visuel avec le monde extérieur (naturel),
- utilisation du verre comme élément structurel de façade et composant esthétique.

Les effets de la lumière naturelle et de la vue vers l'extérieur au travail, pendant des achats ou lors d'un apprentissage sont chiffrés dans plusieurs études.

### Les principales conclusions sont les suivantes :

- amélioration jusqu'à 20 pour cent des résultats des tests cognitifs du personnel travaillant à la lumière naturelle et dans les zones de bureaux avec vue vers l'extérieur,
- réduction de l'absentéisme dans les nouveaux bureaux LEED Gold et Platinum avec jusqu'à 39 heures de travail supplémentaires par année et par travailleur,
- amélioration moyenne jusqu'à 6 pour cent des chiffres de vente mensuels dans le commerce de détail pour les bâtiments avec de la lumière naturelle,
- amélioration de 21 pour cent des résultats des tests au cours d'une année scolaire pour les élèves de l'enseignement primaire, lorsqu'ils passent la majeure partie de leur temps à l'école à la lumière naturelle,
- réduction de 2,6 jours des séjours à l'hôpital pour les patients occupant des chambres ensoleillées,
- importante réduction de la consommation de médicaments antidouleur par les patients séjournant dans des chambres ensoleillées après leur opération.

### Avantages énergétiques du verre (et des façades en verre) :

- économie d'énergie en utilisant la chaleur du soleil (en hiver),
- économie d'énergie pour l'éclairage artificiel.

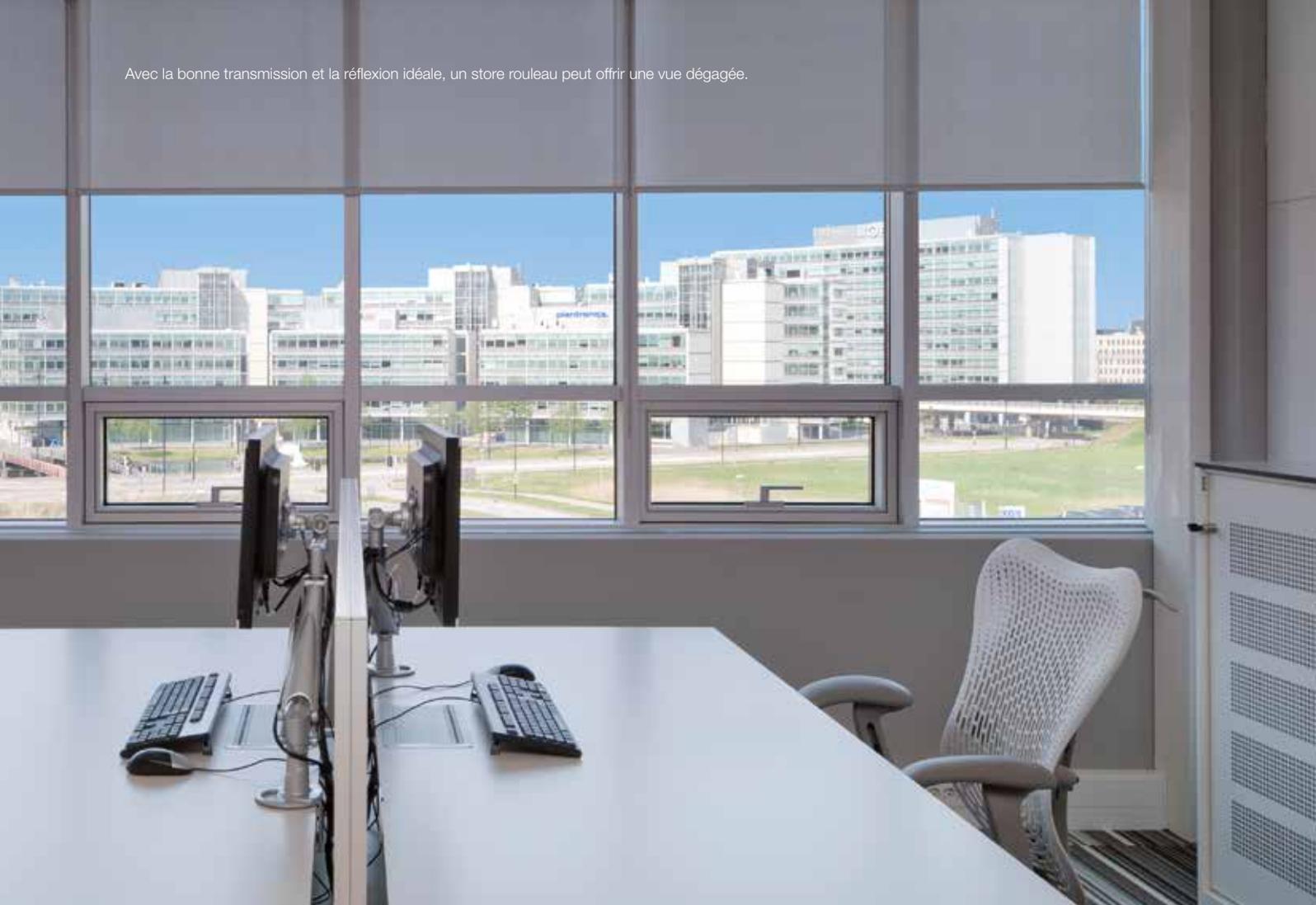
## Les inconvénients des façades en verre

Les façades en verre présentent toutefois des inconvénients, tant pour les utilisateurs d'un bâtiment qu'en matière de performances énergétiques du bâtiment en question.

### Trop de lumière naturelle entraîne :

- des reflets gênants qui compliquent le travail (derrière un écran d'ordinateur) ou le rendent impossible,
- une chauffe du bâtiment (en été) provoquant :
  - o une réduction du confort d'utilisation et de la productivité,
  - o un besoin d'énergie pour rafraîchir le bâtiment.

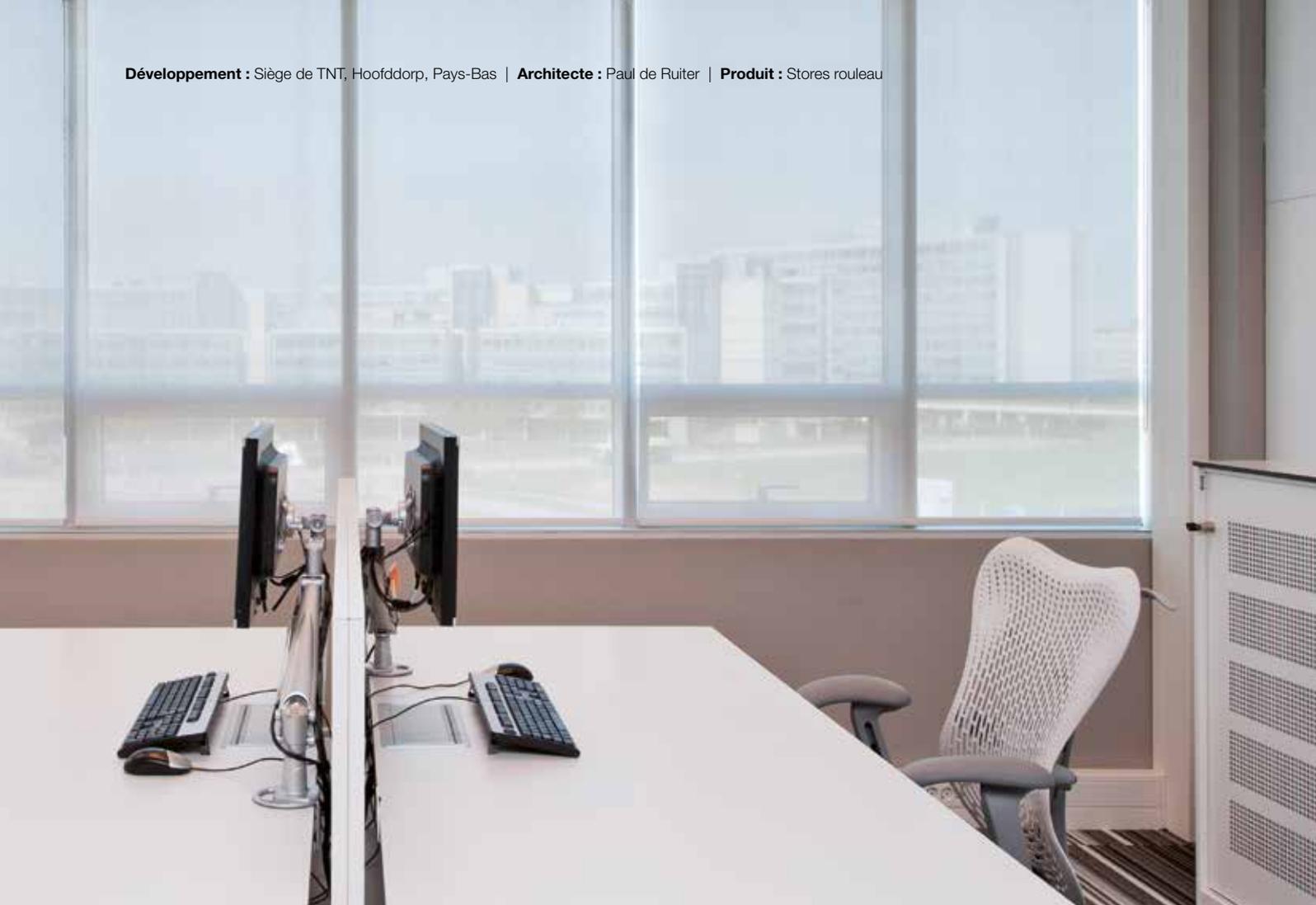
Avec la bonne transmission et la réflexion idéale, un store rouleau peut offrir une vue dégagée.



### Comment une façade en verre fonctionne-t-elle ?

Une façade comprend, selon sa conception, 40 à 60 pour cent de verre. Dans tous les bâtiments, une exposition à la lumière naturelle est nécessaire pour créer un climat agréable, mais, dans une enveloppe de bâtiment bien isolée, le verre est le maillon faible sur le plan énergétique. À ce propos, la fiche d'information sur le triple vitrage, publiée dans le cadre de l'Accord de printemps, une initiative d'Aedes, de Bouwend Nederland, de la NEPROM, de la NVB et du ministre néerlandais de l'Intérieur afin de réduire de 50 pour cent la consommation d'énergie des nouvelles constructions en 2015, indique que : « Même avec du verre HR++, une fenêtre perd huit fois plus de chaleur qu'une partie de façade aussi grande présentant une valeur  $R_c$  de  $5 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Pour arriver à des constructions neuves neutres en énergie, la perte d'énergie doit être limitée via l'enveloppe du bâtiment. Les parties transparentes ne peuvent donc pas rester en place. La qualité du verre s'est fortement améliorée au cours des dernières décennies. Ces dernières années, le triple vitrage a été de plus en plus souvent utilisé dans la construction. Les pertes d'énergie ont ainsi été davantage limitées. »

Un bâtiment perd relativement beaucoup de chaleur via le verre. Cependant, les parties transparentes permettent de faire entrer de la chaleur et de la lumière (gratuites) du soleil dans le bâtiment. La quantité d'énergie que ces apports représentent dépend principalement de l'orientation du verre exposé au soleil. Un architecte doit donc trouver l'équilibre idéal entre, d'une part, la conservation de la chaleur en isolant le mieux possible (en hiver) et, d'autre part, l'évacuation de la chaleur (en été) pour éviter toute surchauffe du bâtiment. Dans un premier temps, une protection contre le soleil permet d'y arriver. Ensuite, l'utilisation de revêtements sur le verre y contribue également : un revêtement low-E pour renvoyer la chaleur vers l'intérieur et des revêtements solaires pour réfléchir la chaleur du soleil. Les revêtements de verre influencent fortement la pénétration solaire (valeur ZTA ou g) et la pénétration lumineuse (valeur LTA ou TI) et ils varient selon le type de verre. Dans les bureaux, la valeur TI doit, de préférence, être la plus élevée possible et la valeur g la plus faible possible. La demande de froid dans les bureaux est, en effet, dominante : il faut consommer plus d'énergie pour rafraîchir un bâtiment que pour le chauffer. Le rapport entre ZTA et LTA s'appelle la sélectivité. Il convient d'atteindre une valeur supérieure à 2 : la valeur TI est alors deux fois plus importante que la valeur g. Ce type de verre est doté d'une sélectivité élevée.



Outre les revêtements solaires, des sérigraphies sont appliquées sur le verre comme protection contre la chaleur du soleil. Tout comme le verre, ces écrans influencent fortement la conception de la façade et n'offrent aucune flexibilité. De plus, contrairement aux attentes, des études ont démontré que l'effet des façades dotées de sérigraphie était négligeable en matière de réduction de la réflexion, des reflets et de l'aveuglement. Conclusion de l'accord du printemps : « L'utilisation d'une protection contre le soleil réglable permet à l'utilisateur final de garantir une quantité de lumière naturelle confortable à tout moment. L'utilisation de (triple) vitrage dans une enveloppe de bâtiment bien isolée doit donc être équilibrée avec le concept énergétique total. Une bonne protection contre le soleil y est donc inextricablement liée. »

### **Confort visuel**

Nous en avons déjà parlé comme l'un des inconvénients des façades en verre : la réflexion de la lumière. Nous abordons ici plus en détail ce que nous appelons le « confort visuel ». La réflexion de la lumière entraîne un aveuglement et des conditions désagréables, voire impraticables, surtout lorsqu'on travaille derrière un écran. Les yeux sont des organes particuliers dotés d'une grande portée dynamique qui s'adapte rapidement aux circonstances. Sur une plage, il est possible de lire un livre sous un éclairage de 60 000 lux, par exemple, alors qu'il peut s'avérer gênant pour la plupart des gens de travailler derrière un ordinateur dans un bureau sous 3 000 lux diffusés verticalement par rapport aux yeux (voir encadré 2). Sur une façade extérieure aux Pays-Bas, une exposition directe au soleil représente 70 à 80 000 lux. Selon le verre utilisé et sa distance jusqu'à la façade (plus le verre est placé profondément dans un bâtiment, moins l'intensité sera grande), l'intensité lumineuse à 2 à 3 mètres de la face intérieure d'une façade reste de 10 à 20 000 lux. Idéalement, 2 000 lux sont nécessaires pour travailler confortablement derrière un écran. Une protection solaire intérieure ou extérieure permet d'atteindre un tel confort visuel.

## Économie d'énergie

Comme indiqué plus haut, l'éclairage artificiel est moins utilisé lorsque la lumière naturelle est pleinement exploitée. L'économie d'éclairage artificiel peut réduire un surplus de production de chaleur et offrir de belles économies d'énergie, à condition d'utiliser un éclairage contrôlé par la lumière naturelle. Environ 30 à 40 pour cent de la consommation d'énergie des bureaux proviennent de l'éclairage. En y associant les bons systèmes autonomes pour la protection contre le soleil, il est possible d'économiser jusqu'à 50 pour cent de l'énergie consacrée à l'éclairage artificiel.

Outre des économies en matière d'énergie pour l'éclairage artificiel, il est possible d'économiser sur l'énergie nécessaire pour refroidir un bâtiment. À cet effet, le vitrage solaire ne suffit pas. Des protections contre le soleil et la lumière sont indispensables pour obtenir un confort optimal et économiser sur l'énergie consommée pour le contrôle du climat d'un bâtiment. Étant donné que l'énergie rayonnante passant par le verre est dynamique, un résultat optimal doit également reposer sur un réglage dynamique.

## Remarque à propos de l'isolation

Enfin, les informations susmentionnées indiquent que les façades dotées de vitrage solaire contribuent à une bonne isolation du bâtiment. Ces dernières années, les normes en matière d'isolation des façades, des toits et des sols se sont renforcées et un meilleur affinage permet de rendre les bâtiments de plus en plus hermétiques. L'inconvénient d'une meilleure isolation réside dans le fait que les bâtiments ne parviennent pas à évacuer leur chaleur en été. Des installations de traitement du climat et de l'air efficaces sont indispensables pour avoir un bâtiment sain. L'utilisation d'un vitrage solaire ne suffit pas. Les protections contre le soleil et la lumière sont toutes deux étroitement liées à des conditions (de travail) saines dans un bâtiment.

### **Encadré 2**

#### **Lux et lumen**

À l'époque de l'ampoule à incandescence, nous parlions de la puissance en watts d'une source lumineuse. Aujourd'hui, l'architecture lumineuse utilise la couleur de la lumière (kelvin), le flux lumineux (lumen), l'intensité lumineuse (candela), le pouvoir éclairant (lux), la luminosité ( $\text{cd}/\text{m}^2$ ) et l'indice de rendu de couleur (CRI = Color Rendering Index). L'unité lumen est utilisée pour représenter le flux lumineux total d'un faisceau lumineux. En réalité, les lumens expriment les watts pondérés par la sensibilité (photopique) de l'œil. Les lux mesurent le pouvoir éclairant (ainsi que l'illuminance :  $\text{lm}/\text{m}^2$ ) et tiennent compte de la surface sur laquelle la lumière est diffusée. Une source lumineuse de 1 000 lumens, diffusée sur 1 mètre carré, éclaire ce mètre carré avec 1 000 lux. Les mêmes 1 000 lumens, diffusés sur 10 mètres carrés, éclairent cette surface avec seulement 100 lux. La luminance décrit la luminosité telle que nous la percevons avec nos yeux et est mesurée en  $\text{cd}/\text{m}^2$  (candela par  $\text{m}^2$ ).

### **Encadré 3**

#### **Jamais trop de lumière naturelle**

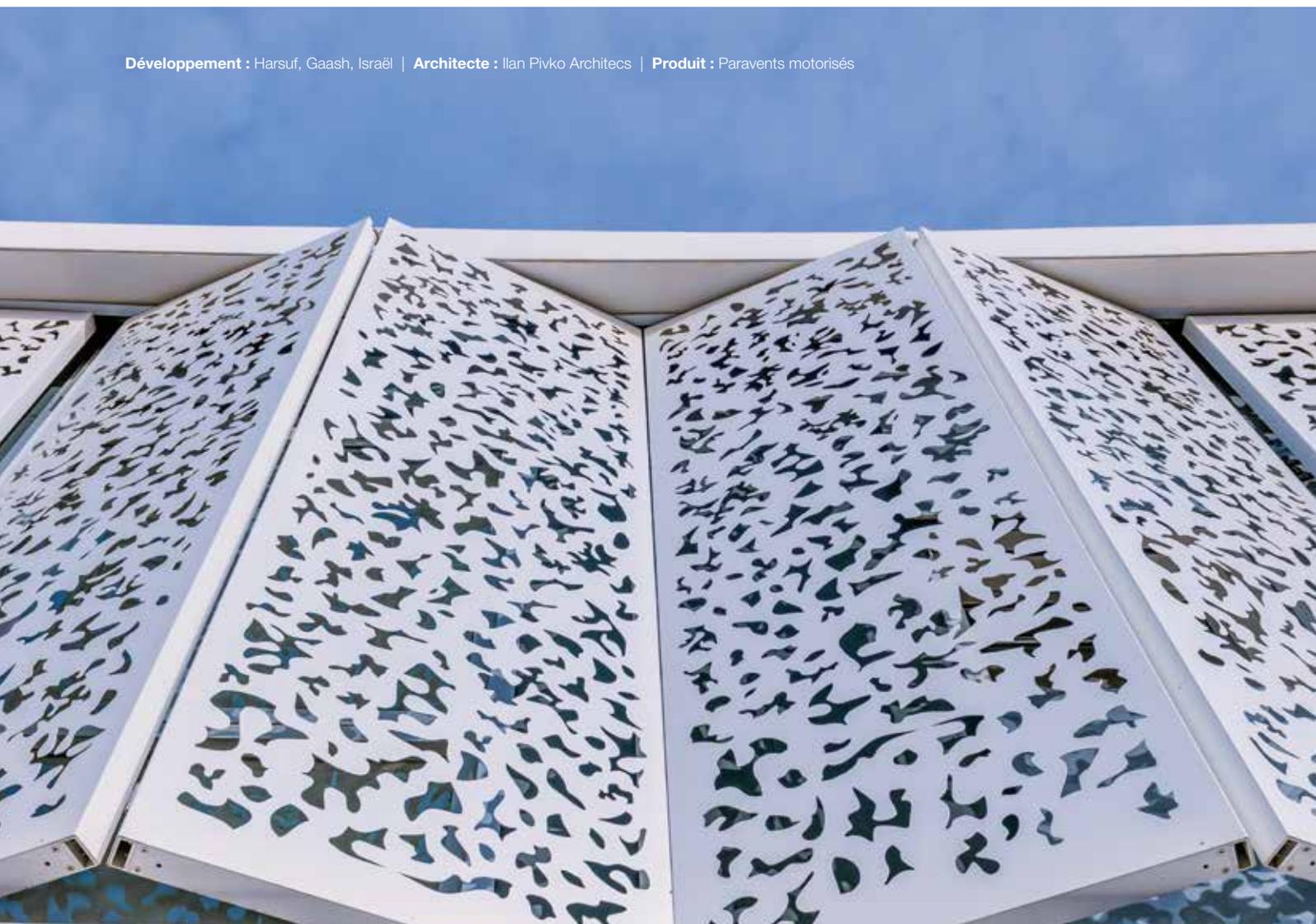
Une exposition trop importante aux rayons UVB est mauvaise pour la santé. Elle ne constitue toutefois pas une inquiétude à l'intérieur des bâtiments. Les fenêtres constituent en moyenne 20 à 50 pour cent de la surface totale de la façade d'un bâtiment et elles repoussent une grande partie des rayons UVB. En outre, le vitrage ne laisse passer quasi aucun rayonnement UVB dangereux pour la santé. La protection contre les UVB est souvent indiquée à l'aide d'un « indice de protection solaire », mentionné sur les bouteilles de crème solaire (Sun Protection Factor : SPF). Le verre flotté clair d'une épaisseur de 6 millimètres offre une protection équivalente à celle d'une crème solaire dotée d'un SPF 30. Les revêtements solaires assurent une protection encore plus importante. Le verre laminé réduit le rayonnement UV à quasi zéro. Par conséquent, les rayons UV dans les bâtiments sont limités entre 0,01 et 0,2 pour cent de leurs niveaux à l'extérieur. L'intérieur des bâtiments offre donc un indice de protection situé entre 500 et 10 000.

## IV. Orientation de la façade

L'orientation de la façade influence largement le choix de la quantité de verre, le type de vitrage et la protection solaire. Les façades orientées vers le nord présentent le niveau d'exposition au soleil le plus faible. Le soleil ne tape directement sur la façade que tôt le matin et tard le soir en été. La situation des façades orientées vers l'est et l'ouest est comparable. Les façades orientées vers l'est sont principalement exposées avant midi, tandis que les façades ouest le sont dans l'après-midi. Elles sont ainsi sujettes à la partie directe et donc plus intense du rayonnement solaire. Le reste de la journée, dans l'après-midi pour les façades est et le matin pour les façades ouest, il s'agit principalement de rayonnement atmosphérique diffus.

Les façades orientées vers le sud sont baignées de soleil presque toute la journée. Par conséquent, il est essentiel de maximiser la surface du verre des façades sud afin d'optimiser la quantité de chaleur naturelle en hiver (notamment pour les habitations). Dans le même temps, il convient de protéger ces façades du soleil en été pour éviter toute surchauffe. La position du soleil est, en effet, plus basse en hiver qu'en été. La quantité de rayonnement direct sur les façades sud est donc plus importante en hiver qu'en été. Bien qu'il soit important de profiter de la chaleur du soleil pendant cette période de l'année, il faut évidemment éviter que les utilisateurs ne soient gênés par des reflets.

Développement : Harsuf, Gaash, Israël | Architecte : Ilan Pivko Architects | Produit : Paravents motorisés



## Éviter la surchauffe

Toute la chaleur du soleil qui passe (gratuitement) à travers le vitrage n'est pas utilisable. Un surplus de chaleur peut survenir en été. Il convient de tenir compte de ce point lors de la construction de bureaux, mais surtout lors de la conception de bâtiments destinés à accueillir des personnes sensibles, comme des personnes âgées et malades. Les grandes surfaces de verre orientées vers l'est et l'ouest présentent un réel risque de surchauffe. Les risques de surchauffe peuvent être limités en utilisant des écrans coupe-vent (à commande automatique), des pare-soleil et des stores pour une protection solaire extérieure. Un vitrage exposé sud peut repousser le soleil d'été grâce à l'installation d'une protection solaire permanente à l'aide d'un encorbellement profond. Les façades nord ne demandent généralement aucune protection solaire. Une protection contre la lumière s'avère toutefois essentielle pour assurer des conditions de travail optimales, selon la situation sur place. En effet, certains bâtiments réfléchissent, par exemple, de la lumière autour d'eux.

Aucune des solutions mentionnées n'est réalisée de manière standard. En effet, un réglage thermique et un confort visuel optimaux dépendent de trop nombreux facteurs. Un encorbellement profond sur une façade sud peut, par exemple, présenter l'inconvénient de repousser trop de lumière naturelle. La quantité de lumière idéale dans une pièce dépend de la hauteur du vitrage : plus la luminosité naturelle sera importante, plus la lumière pénétrera dans la pièce. Un encorbellement déplace cette hauteur vers l'extérieur et fait ainsi glisser la zone de lumière naturelle vers l'extérieur. En d'autres termes : un encorbellement fixe contrôle la charge thermique, mais empêche de profiter pleinement de la capacité de la lumière naturelle. En outre, un encorbellement ne permet pas d'éliminer les reflets gênants.

### **Encadré 4**

#### **Étude sur les effets des protections solaires**

Une grande étude [1] de l'ESSO (European Solar-Shading Organization) a, une nouvelle fois, prouvé l'effet positif des protections solaires sur l'énergie nécessaire pour chauffer et refroidir. L'ESSO a étudié les performances de refroidissement et de chauffage d'immeubles de bureaux sous quatre climats européens différents (Bruxelles, Rome, Stockholm et Budapest) lors de l'utilisation d'une protection contre le soleil en combinaison avec six types de vitrage. Des résultats positifs ont été enregistrés dans tous les cas. Les économies maximales en matière d'énergie pour le refroidissement ont systématiquement été décelées pour les orientations sud et sud-ouest. Sur la base de la même quantité d'énergie nécessaire pour chauffer et refroidir une pièce, ESSO estime le potentiel d'économie d'énergie de systèmes de protection solaire dynamiques à 30 et 14 pour cent pour, respectivement, le refroidissement et le chauffage.

Une protection solaire extérieure constitue la solution la plus efficace pour contrôler la chaleur du soleil et faire baisser les températures intérieures. Une protection solaire est une forme efficace d'isolation contre la chaleur et un bon moyen de gérer la lumière naturelle, d'éviter tout aveuglement et d'assurer un confort visuel aux utilisateurs d'un bâtiment. Dans sa conclusion, ESSO indique qu'un système intégré de protection solaire extérieure et intérieure représente une solution combinée optimale pour la gestion du refroidissement, du chauffage et du confort visuel.

### **Référence**

1. HIGH PERFORMANCE DYNAMIC SHADING SOLUTIONS FOR ENERGY EFFICIENCY AND COMFORT IN BUILDINGS, EXECUTIVE SUMMARY  
Michael Hutchins, Sonnergy Limited, octobre 2015  
A summary of the findings of the Final Report of the research project  
« Cost Efficient Solar Shading Solutions in High Performance Buildings »  
Supported and funded in full by the European Solar Shading Organisation

# V. Protection contre le soleil et la lumière

La fonction primaire d'une protection contre le soleil et la lumière est d'assurer le confort thermique, un facteur important pour garantir la bonne qualité d'un intérieur ainsi qu'une impression de bien-être pour les utilisateurs d'un bâtiment. Au fil de la construction de nouveaux bâtiments présentant d'importantes surfaces de verre, la conception de stratégies permettant d'améliorer la lumière naturelle, de réduire l'aveuglement et de réguler la chaleur s'avère essentielle à la gestion du confort thermique et de l'économie d'énergie. Nous avons prêté une grande attention à ces deux derniers facteurs dans le chapitre précédent.

## Types de rayonnement

Une protection solaire se doit de repousser le rayonnement du spectre solaire, soit une longueur d'onde de 280 nm à 2 500 nm.

### Ce rayonnement est divisé en :

- o rayons UV,
- o rayonnement visible (entre 380 et 780 nm),
- o et rayonnement infrarouge à ondes courtes.

### Pour une protection solaire adéquate, il convient de tenir compte :

- du rayonnement direct, le rayonnement solaire qui n'est ni absorbé par l'atmosphère, ni réfléchi et qui tape directement sur une façade,
- du rayonnement diffus, soit la partie du rayonnement solaire répandue par l'atmosphère et émise dans tous les sens,
- du rayonnement réfléchi, à savoir la réflexion du rayonnement direct et diffus sur la terre et l'environnement.



## Protection extérieure contre le soleil et la lumière

Les designers n'apprécient, en général, pas les protections solaires extérieures, car elles porteraient préjudice à la conception de la façade. Cela a du sens lorsque la conception ne tient pas compte des incidences négatives de la chaleur du soleil et de la lumière naturelle et qu'une protection solaire doit « ensuite être fixée à la façade ».

Une protection solaire extérieure demande, en outre, un certain entretien et n'est pas toujours utilisable, par exemple, en cas de vent trop fort, comme (souvent) pour les bâtiments de grande hauteur. Ainsi, il est vrai qu'une protection solaire fonctionne mieux sur une base physique. Il est donc tout à fait possible de placer un store extérieur dans le creux de façades deuxième peau : la protection solaire est mieux accessible et plus facile d'entretien. Lorsqu'une protection solaire est intégrée dans la construction, voire déterminante pour celle-ci, elle peut s'avérer très élégante (et pratique).

### Les protections extérieures contre le soleil et la lumière sont réparties en différentes catégories :

- Stores roulants extérieurs
  - o Stores rouleau standard
  - o Écran pare-vent ZIP
- Écrans
  - o Volets coulissants
  - o Écrans pliants
  - o Écrans non standard
- Systèmes de lamelles
  - o Panneaux laminés
  - o Panneaux extrudés
  - o Grilles non standard
- Stores extérieurs (voir encadré 5).

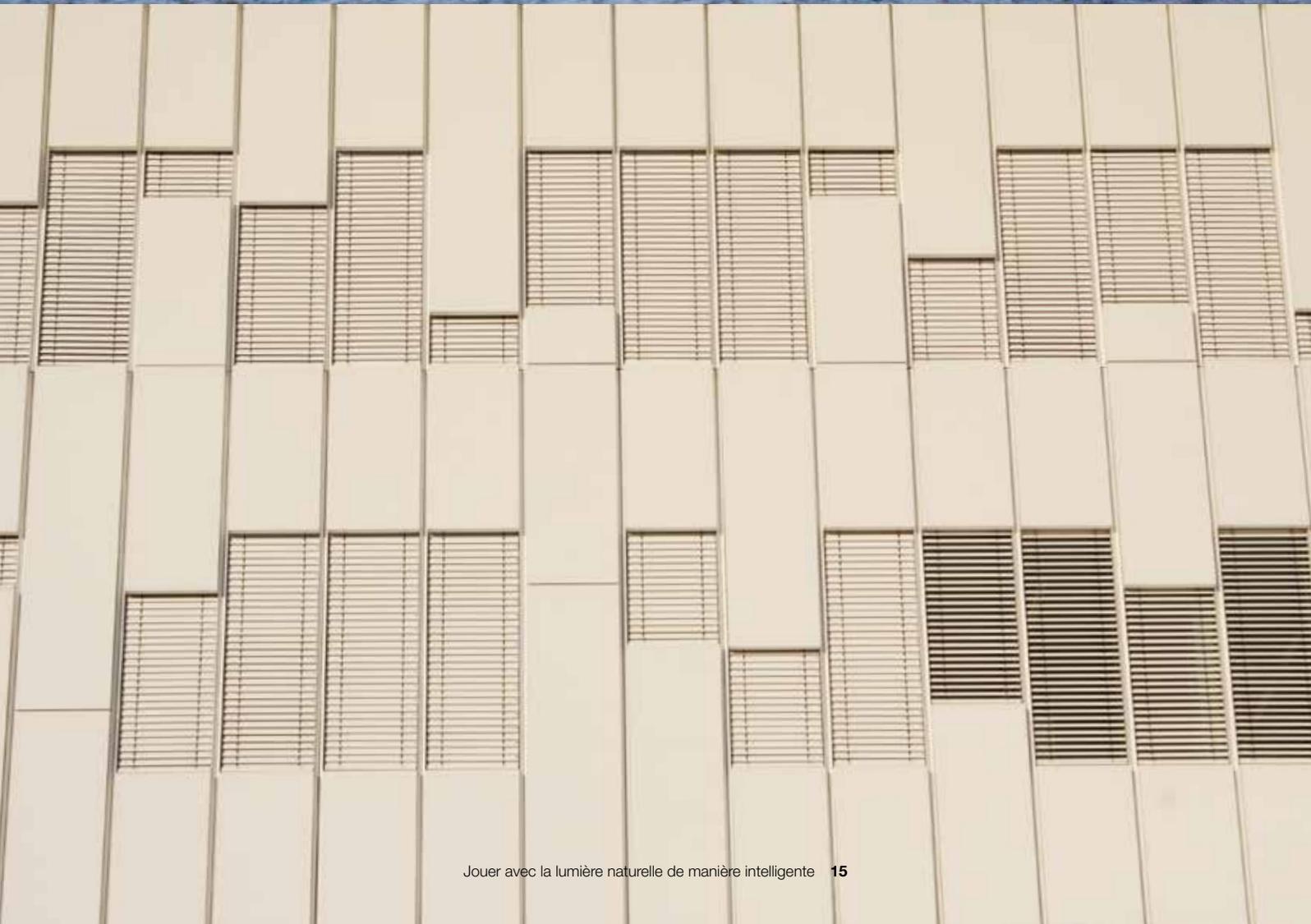
#### **Encadré 5**

##### **Stores vénitiens extérieurs**

Les stores extérieurs, offrant une protection solaire extérieure en aluminium grâce à des lamelles horizontales, permettent de réguler de manière simple et très précise l'apport de lumière et de chaleur solaires. Ils contribuent à un climat intérieur confortable. Étant donné que l'utilisateur peut lui-même repousser la chaleur, la température intérieure reste modérée. Une quantité moins importante d'énergie est donc nécessaire pour rafraîchir l'espace, par exemple, d'un immeuble de bureaux. Les stores extérieurs sont produits de manière durable : les lamelles comprennent 70 à 80 pour cent d'aluminium recyclé. Elles sont disponibles en teintes grises et brunes, en couleurs bois, en double ton et en couleurs gelées. Ce type de protection solaire extérieure a récemment été utilisé dans le bureau de la compagnie pétrolière Statoil à Fornebu en Norvège, lauréat des WAN Awards dans la catégorie « Commercial ».



**Développement :** Statoil, Fornebu, Norvège | **Architecte :** a-lab (Arkitekturlaboratoriet AS) | **Produit :** Stores vénitiens extérieurs



## Protection intérieure contre le soleil et la lumière

Il existe une foule d'options en matière de protection intérieure contre le soleil et la lumière pour ceux qui ne voudraient pas de protection extérieure. Des solutions sont disponibles dans de nombreuses matières et qualités avec un fonctionnement suffisant tant sur le plan énergétique que technique, sans nuire à la conception de la façade. Les avantages d'une protection intérieure contre le soleil et la lumière sont : son prix bas, la flexibilité de son design, sa couleur, sa matière et son utilisation, son impact réduit sur la conception, sa facilité d'entretien et son fonctionnement indépendant du temps et du vent.

Une étude sur les effets des stores rouleau, solution souvent utilisée comme protection intérieure contre le soleil et la lumière, a révélé qu'un store efficace permettait de réduire de 50 à 60 pour cent l'arrivée de chaleur. En outre, une grande partie de la collection de tissus des stores rouleau limite l'arrivée de lumière jusqu'à moins de 5 pour cent. La chaleur et l'aveuglement sont ainsi évités. Dans le même temps, ces stores offrent l'avantage de conserver un contact visuel avec l'environnement extérieur, même lorsqu'ils sont complètement déroulés.

### Les protections intérieures contre le soleil et la lumière sont réparties en différentes catégories :

- Stores rouleau
- Stores vénitiens
- Plissé & Duette

## BREEAM

Les protections contre le soleil et la lumière font partie de certificats de durabilité comme LEED ou BREEAM. Aux Pays-Bas, BREEAM établit des normes pour lutter contre les gênes lumineuses, sur la base de la norme EN 14501 Fermetures et stores – Confort thermique et lumineux – Caractérisation des performances et classification. Cette norme divise les protections solaires intérieures en plusieurs classes selon leurs performances. À cet effet, une distinction est établie en termes de lumière directe et diffuse qu'un store rouleau laisse passer. Les classes sont définies selon leur influence sur le confort thermique et visuel (0 = influence très faible, 4 = effet positif marqué). BREEAM commence par les classes 3 ou 4, où moins de 5 pour cent de lumière directe et moins de 2 pour cent de lumière diffuse correspondent au résultat le plus confortable. L'utilisation de stores rouleau de couleur plus sombre ou dotés d'une couche métallique réfléchissante permet de parfaitement respecter cette norme. Des stores vénitiens bien choisis peuvent également satisfaire à la norme BREEAM.

### **Encadré 6**

#### **Screen Nature Ultimetal**

La protection solaire intérieure Screen Nature Ultimetal (SNU) est un tissu en fibre de verre sans PVC doté d'un certificat Greenguard. Ce nouveau tissu allie un très grand confort visuel et thermique à des caractéristiques environnementales exceptionnelles et une très faible consommation d'énergie. Un bureau disposant de nombreux vitrages peut ainsi réduire de quelque 25 pour cent la quantité d'énergie nécessaire pour le refroidissement. L'excellente réflexion de la lumière et de la chaleur réduit de moitié la chaleur solaire entrante, afin qu'une petite capacité de refroidissement suffise en été. Fabriqué en fibre de verre avec une couche de revêtement réfléchissant en aluminium, ce tissu est également ininflammable, sans PVC, sans odeur, sans vapeurs toxiques et recyclable.

## VI. Pour conclure

Une protection solaire est essentielle pour améliorer l'efficacité énergétique et la gestion de la lumière naturelle dans les bâtiments existants et pour concevoir de nouveaux bâtiments durables et efficaces sur le plan énergétique. Étant donné que la protection solaire influence largement la réduction de la consommation d'énergie d'un bâtiment et l'amélioration du confort thermique et visuel de ses utilisateurs, il convient de noter que la technique de protection contre la lumière et la chaleur est encore appliquée de manière peu proactive.

Une protection solaire permet d'adapter les caractéristiques des fenêtres et des façades aux conditions météorologiques et aux besoins des utilisateurs, sans miner la qualité esthétique d'un bâtiment et de ses façades. Une bonne gestion de ce système permet aux propriétaires d'immeubles et à leurs gestionnaires de maximiser l'apport naturel de chaleur en hiver, de réduire la charge thermique d'un bâtiment en été et de renforcer le confort des utilisateurs. L'application d'une protection solaire demande cependant une certaine connaissance des produits et des matériaux, mais aussi du fonctionnement de la transmission solaire et de la réflexion de la lumière, ainsi que de l'influence de ces deux points sur la gestion du climat intérieur et des conditions (de travail) dans un bâtiment. Un architecte et ses conseillers doivent donc relever le défi de trouver un bon équilibre en fonction des caractéristiques d'un bâtiment, du lieu et de l'orientation de la façade.

### À propos de l'auteur

**Marco Groothoff est, depuis plus de 25 ans, rédacteur en chef du magazine Glas in Beeld et auteur free-lance.**

**Développement :** Hôtel Intercontinental, Dubaï | **Architecte :** Depa Interiors | **Produit :** Stores rouleau

## VII. Ce que vous pouvez faire

Après la lecture de ces informations, vous avez peut-être des questions. Souhaitez-vous, par exemple, en savoir plus sur les possibilités que peuvent offrir des protections solaires extérieures et intérieures ? À cet effet, vous pouvez contacter votre partenaire habituel en matière de protection solaire. Hunter Douglas est évidemment à votre disposition pour tout conseil.

### **Helioscreen Projects**

Dijkstraat 26  
B-9160 Lokeren

Téléphone : +32 (0)9 348 90 00  
[info@heliosscreenprojects.be](mailto:info@heliosscreenprojects.be)

## VIII. Sources consultées et citées

### **Solar shading for low energy buildings**

Février 2012 - Édition 1

How shutters and blinds reduce the energy needs of buildings and improve their thermal and visual comfort

### **The distinctive benefits of glazing**

Glass for Europe - David Strong

Novembre 2012

The social and economic contributions of glazed areas to sustainability in the built environment

### **Qualitative Benefits of Glass**

University of Michigan Taubman College of Architecture and Urban Planning

Janvier 2012

A Literature Review on the Qualitative Benefits of Glass on Building Occupants

### **Daylighting Resources-Health**

Lighting Research Center

### **Drievoudig glas en bijpassende kozijnen**

Lente-Akkoord – Henk Bouwmeester

Novembre 2014

Ervaringen en aandachtspunten

### **WTCB.be**

De verschillende functies van zonneweringen



**Hunter Douglas Europe BV**

Piekstraat 2

Postbus 5072

3008 AB ROTTERDAM

Pays-Bas

Téléphone : +31 10 486 99 11

[info@hde.nl](mailto:info@hde.nl)