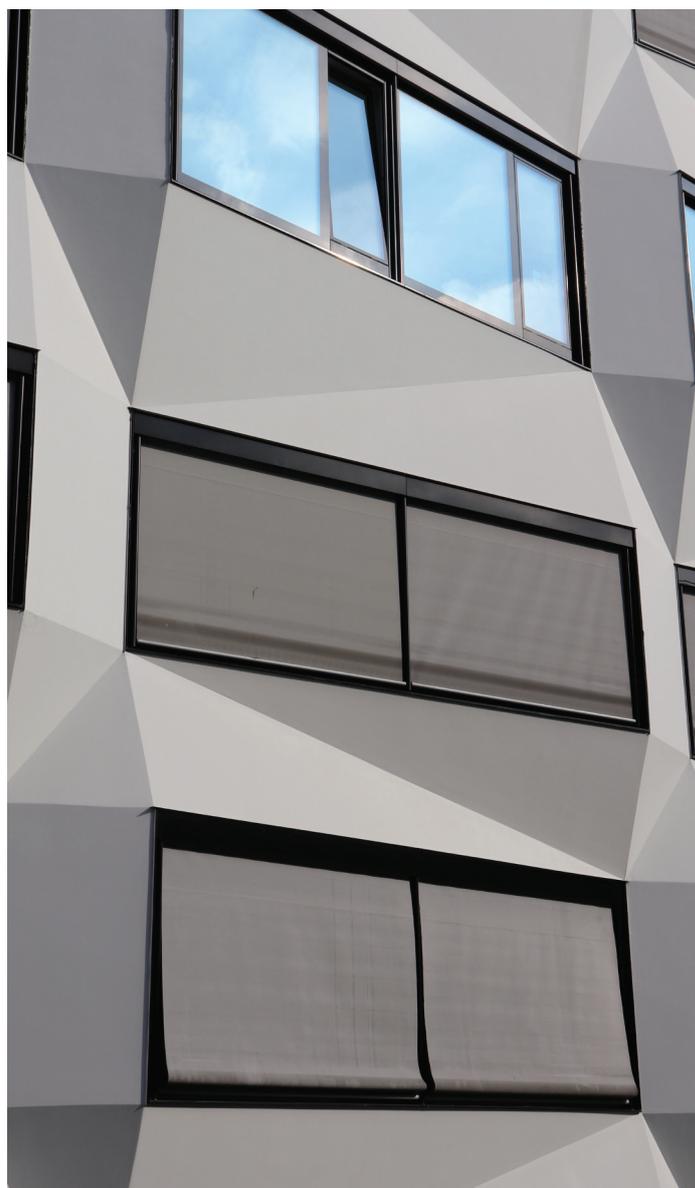


CE QUI RESTE DE LA CHALEUR DU SOLEIL HIVERNAL

Les grandes fenêtres apportent lumière et chaleur dans les logements et les bureaux. Le soleil n'est pourtant pas toujours apprécié, par exemple l'hiver, quand il est bas et que son éclat est désagréable. Dans ce cas, on baisse volontiers les stores à lamelles, à enroulement ou autres pour se protéger. Ils tiennent le soleil hivernal à distance mais réduisent également l'apport de chaleur dans le bâtiment. Une étude réalisée sur mandat de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a désormais quantifié ce dernier effet. Les chercheurs recommandent de faire plus attention à la protection solaire dans le calcul des besoins en chaleur de chauffage.

Les grandes fenêtres sont appréciées. Elles créent des pièces lumineuses et apportent en quelque sorte le jardin et l'environnement naturel dans le logement. Les grandes fenêtres présentent également des avantages énergétiques. Elles permettent, notamment en hiver et pendant la période transitoire, d'utiliser la chaleur du soleil. Il n'est donc pas surprenant que la part de surfaces vitrées ait tendance à augmenter dans les bâtiments. Jusque dans les années 1960, les vitrages re-



Le type et l'utilisation de la protection solaire ont une influence sur l'apport de chaleur à l'intérieur des bâtiments. Selon cet apport, les besoins en chaleur de chauffage augmentent ou baissent. Photo: B. Vogel

présentaient entre 15 et 20% de la surface en façade, cette part atteint de nos jours 40 à 60% dans les bâtiments de bureaux et d'habitation modernes et parfois même plus encore. Dans leurs conceptions de bâtiments, les architectes de maisons dites « passives » s'efforcent de maximiser les apports solaires.

L'apport de chaleur solaire est un facteur important de la planification d'un bâtiment. Il réduit les besoins en chaleur qui devront être couverts par le chauffage pour assurer une température confortable dans les pièces à tout moment. Selon la norme de planification en vigueur (norme SIA 380/1), les physiciens de construction et les planificateurs de technique de bâtiment ne tiennent pas compte uniquement de la taille des surfaces vitrées. Dans leurs calculs des besoins en chaleur de chauffage, ils considèrent également les obstacles qui réduisent le rayonnement solaire comme un bâtiment voisin ou des balcons en saillie. «Aujourd'hui, le calcul des besoins en chaleur pour le chauffage tient compte uniquement des éléments d'ombrage fixes et n'inclut pas des volets roulants, stores à lamelles, stores de protection (auvent) ou volets à battants qui réduisent également l'apport de chaleur solaire», affirme Martin Ménard, ingénieur en mécanique diplômé de l'ETH SIA et partenaire de la société de conseil en bâtiment Lemon Consult AG (Zurich).

La protection solaire augmente les besoins

Depuis 2016, une équipe de chercheurs de Lemon Consult ont mené un projet qui a servi à quantifier dans quelle me-



Martin Ménard, partenaire de la société de conseil en bâtiment Lemon Consult AG, a dirigé le projet de recherche sur l'ombrage dû aux dispositifs de protection solaire. Photo: B. Vogel

sure les systèmes de protection solaire réduisent l'apport de chaleur dans les bâtiments commerciaux et d'habitation pour finalement augmenter les besoins en énergie de chauffage. L'étude a été subventionnée par l'Office fédéral de l'énergie dans le cadre de son programme de recherche «Bâtiments et villes».

Mais comment est-il possible de déterminer l'influence des systèmes de protection solaire sur l'apport en chaleur? L'installation de dispositifs de mesure sophistiqués sur la face intérieure et extérieure d'une fenêtre visant à quantifier l'influence de la protection solaire sur l'apport de chaleur dans le bâtiment serait envisageable.

Les chercheurs de Lemon Consult ont choisi une autre méthode: le point de départ de leur étude est la méthode de calcul prescrite par la norme SIA 380/1 avec laquelle les planificateurs déterminent aujourd'hui par défaut les besoins en chaleur de chauffage des bâtiments. Les chercheurs ont



Les quatre types de protection solaire les plus répandus: volets battants, volets roulants, stores à lamelles, stores de protection (auvent). Photos : B. Vogel



Dans le bâtiment de bureau, 15,5 des 36 fenêtres sont protégées par des stores à lamelles (c'est-à-dire 43% de la surface vitrée). Les stores à lamelles réduisent l'apport de chaleur dans le bâtiment de bureaux de 43%. Pour le formuler autrement: le facteur d'ombre de la protection solaire est de 0.57. À partir de plusieurs centaines de telles valeurs individuelles, les scientifiques de Lemon Consult ont déduit la «protection solaire avec facteur d'ombre pondéré». Photos: Lemon Consult

alors souhaité savoir comment *corriger* les besoins en chaleur pour le chauffage ainsi calculés lorsque l'ombrage des dispositifs de protection solaire est pris en compte. Ou plus simplement: en fermant les volets roulants de quatre fenêtres sur une façade qui en comprend dix, on réduit l'apport de chaleur de 40 %, de 100 à 60 %. Par conséquent, l'apport en chaleur doit être corrigé d'un facteur d'ombre de 0,6 vers le bas. L'apport de chaleur peut ensuite être pris en compte dans le calcul des besoins en chaleur de chauffage. La prise en compte de l'ombrage provoqué par la protection solaire a pour conséquence que les besoins en chaleur pour le chauffage sont plus élevés qu'avec la méthode de calcul actuelle qui n'en tient pas compte.

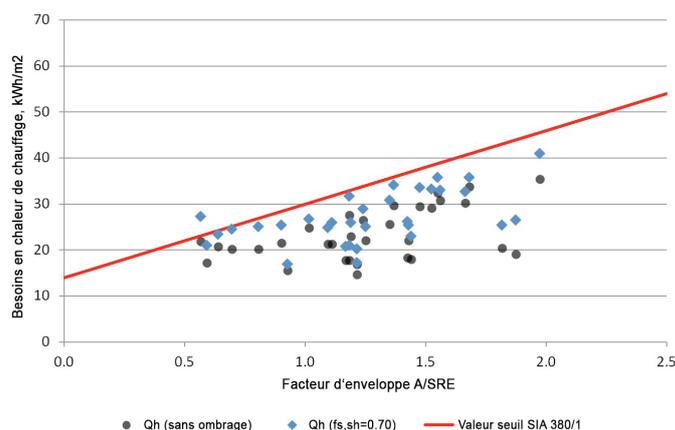
68 façades observées

Les chercheurs de Lemon Consult ont alors voulu connaître la valeur réelle du facteur d'ombre dû aux dispositifs de protection solaire. Ils ont sélectionné 36 immeubles d'habitation et 32 immeubles de bureaux et photographié leur façade pendant le semestre d'hiver (octobre 2016 à avril 2017) sur 49 journées à 9, 12 et 15 heures. Sur la base des photos, ils ont sélectionné la part de surfaces vitrées masquées par une protection solaire pour chacun de ces 147 moments. La valeur provisoire d'ombrage en résultant doit encore être corrigée dans la mesure où une protection solaire a) n'empêche pas complètement l'apport de chaleur mais partiellement et b) le nombre d'heures d'ensoleillement direct doit être évalué différemment que celui d'ensoleillement diffus. Après avoir effectué les corrections correspondantes, les chercheurs sont arrivés à la conclusion que les dispositifs de protection réduisent l'apport en chaleur solaire de 10 à 40% en moyenne.

Facteurs d'ombre en fonction du type de commande et de la part vitrée de la façade

Part vitrée de la façade	Total	Bureau	Immeuble d'habitation	Nombre de bureaux	Nombre d'immeubles d'habitation
	automatique				
< 20%				0	0
21 - 40%	0.58	0.58		5	0
41 - 60%	0.57	0.58	0.56	3	1
> 60%	0.62	0.62		2	0
manuelle					
< 20%	0.85	0.86	0.84	9	14
21 - 40%	0.81	0.80	0.82	9	11
41 - 60%	0.69	0.68	0.71	4	5
> 60%				0	0

Le tableau montre les facteurs d'ombre en fonction de la part vitrée de la façade, de la fonction du bâtiment (bureaux ou immeubles d'habitation) et du type de commande de la protection solaire (manuelle avec manivelle/moteur ou automatique). Tableau: Lemon Consult



Le graphique montre le besoin en chauffage pour les bâtiments d'habitation étudiés. Le point noir montre les besoins en chaleur de chauffage *sans* tenir compte de la protection solaire, le losange bleu montre ses besoins en tenant compte de la protection solaire. La valeur seuil normative pour les besoins en chaleur de chauffage (rouge) dépend du facteur d'enveloppe, c'est-à-dire du rapport entre le facteur d'enveloppe et la surface de référence énergétique. Graphique: Lemon Consult

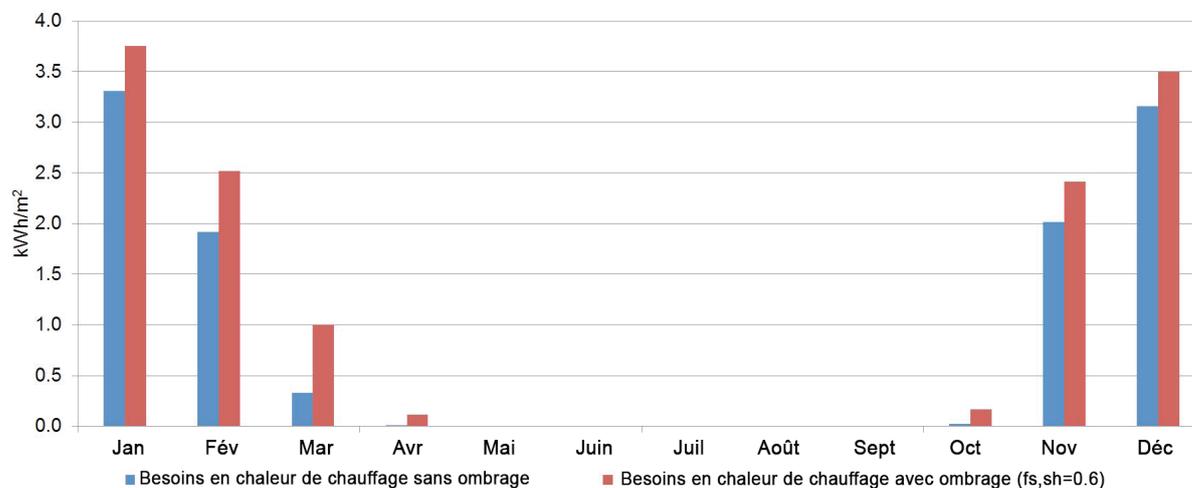
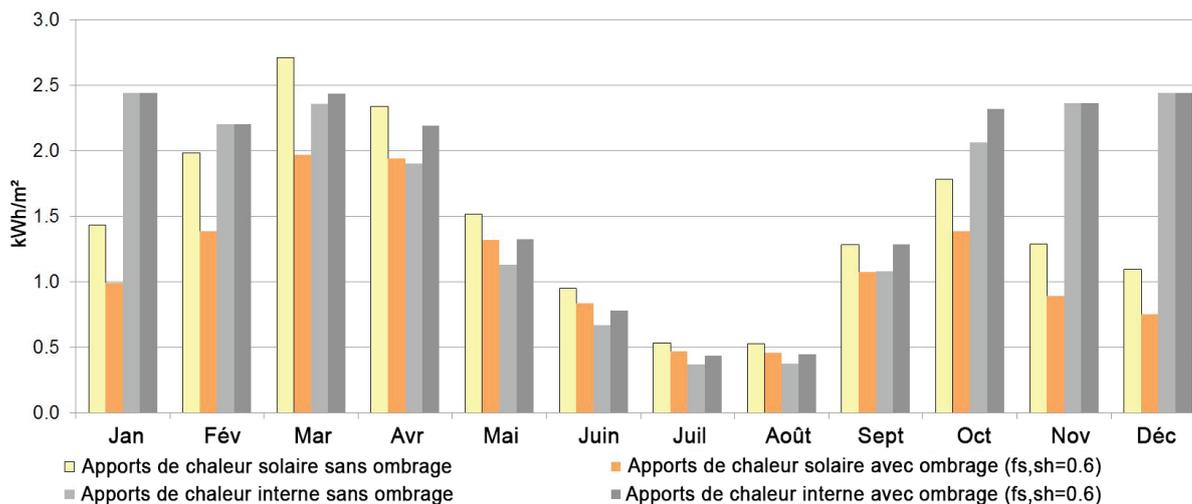
Cela correspondant à un 'facteur d'ombre pondéré' de 0.9 à 0.6. Le facteur d'ombre dépend entre autres de la part de vitrage de la façade et du mode de commande (manuelle/automatique) (cf. zone texte p.5 et photo p.3).

Avec le calcul du 'facteur d'ombre pondéré', les scientifiques ont posé la base pour répondre à la question centrale, à savoir dans quelle mesure la considération de la protection solaire augmente les besoins en énergie de chauffage. Ils ont appliqué le facteur d'ombre pour calculer à titre d'exemple les besoins en énergie de chauffage de 48 bâtiments d'habitation et de bureaux construits ou rénovés après 2008 et satisfaisant ainsi aux exigences actuelles relatives à la consommation d'énergie (standard MoPEC 2008 ou mieux). Ces calculs ont montré qu'en tenant compte de la réduction de l'apport de chaleur solaire en hiver en raison de la protection solaire,

les besoins en énergie de chauffage annuels augmentent de 6 à 18%. Martin Ménard trouve ces résultats surprenant: « Avant l'étude, nous nous attendions à une augmentation nettement supérieure d'un ordre de grandeur de 40 à 50%. Dans ce contexte, nous considérons l'augmentation effective comme relativement faible. » L'augmentation de 6 à 18% semble plutôt faible au premier abord mais l'augmentation relative est, elle, élevée du fait que les besoins en énergie de chauffage des bâtiments étudiés sont déjà eux-mêmes très faibles. En chiffres absolus, les besoins en énergie de chauffage annuels augmentent seulement de 1 à 4 kWh/m² si l'on tient compte de la protection solaire.

Une révision de la norme SIA 380/1 suggérée

Les experts en bâtiment ont toujours supposé que la différence de consommation énergétique (performance gap)



Les graphiques montrent l'apport solaire utile sur une année (en haut) pour un des bâtiments de bureau étudiés, et comment la réduction de l'apport thermique agit sur les besoins en chaleur de chauffage (en bas) chaque mois. Graphiques: Lemon Consult

constatée entre les valeurs de planification et d'exploitation dans de nombreux bâtiments serait due entre autres au fait que le calcul de la norme SIA 380/1 des besoins en énergie de chauffage surestime les gains de chaleur solaire car les systèmes de protection solaire ne sont pas pris en compte. «Les résultats de notre étude relativise toutefois cette supposition », affirme Martin Ménard. Le chercheur en bâtiment attire également l'attention sur le fait que la protection solaire peut effectivement avoir une influence considérable dans les objets sélectionnés. C'est le cas par exemple des maisons solaires passives avec de très faibles besoins en énergie de chauffage et des gains de chaleur solaire très élevés. Comme l'indiquent les calculs de Ménard et son équipe, une protection solaire automatique peut, dans une situation extrême, augmenter les besoins en chaleur de chauffage de plus de 100%. «C'est pourquoi on propose d'intégrer les facteurs d'ombre de la protection solaire dans le modèle de calcul SIA 380/1», écrivent les chercheurs dans la conclusion de leur étude.

- Vous trouverez le **rapport final** du projet sur: <https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=38540>.
- Rolf Moser (moser[at]enerconom.ch), directeur du programme de recherche de l'OFEN Bâtiments et villes, communique des **informations** concernant ce projet.
- Vous trouverez d'autres **articles spécialisés** concernant les projets de recherche, les projets pilotes et de démonstrations ainsi que les projets phares dans le domaine Bâtiments et villes sur www.bfe.admin.ch/CT/batiments.

UN SEUL FACTEUR D'OMBRE NE SUFFIT PAS

Lorsque les répercussions des stores à lamelles et autres dispositifs de protection solaire sont prises en compte dans le calcul des besoins en énergie de chauffage des bâtiments, le plus simple serait d'appliquer un facteur d'ombre unique pour tous les bâtiments. Toutefois, cela n'est pas réalisable dans la pratique. Tandis que les chercheurs de Lemon Consult observaient plus de 60 immeubles d'habitation et de bureaux pendant une période de chauffage, ils ont constaté que les dispositifs de protection solaire sont plus ou moins utilisés d'un immeuble à l'autre. Les fenêtres dans les immeubles équipés d'une protection solaire à commande manuelle sont moins assombries (facteur d'ombre supérieur) que dans les immeubles équipés d'une protection solaire à commande automatique (facteur d'ombre inférieur). Dans les bâtiments avec une protection solaire à commande manuelle, on constate également: les immeubles avec peu de vitrage sont moins assombries (facteur d'ombre élevé) que les façades avec une plus grande part de vitrage (facteur d'ombre faible) (cf. tableau p.3 au-dessus).

Pour prendre ces différences en considération, les scientifiques proposent de différencier le facteur d'ombre en fonction de la part de vitrages et du type de commande si le facteur d'ombre devait faire son entrée dans la norme SIA 380/1 et s'intégrer au calcul des besoins en chaleur pour le chauffage à l'avenir. Les chercheurs ont également constaté que le facteur d'ombre devrait être différencié en fonction du type de tenture. En effet, les volets à battants et les stores (auvents) sont moins souvent utilisés pour la protection contre le soleil d'hiver que les volets roulants et les stores à lamelles. Toutefois, les immeubles examinés n'ont pas suffi à déterminer des facteurs d'ombre pertinents.

Le fait que l'ancienneté du bâtiment, l'orientation des façades (nord, sud, etc.) et l'usage du bâtiment (bureaux/logements) n'aient aucune influence notable sur l'utilisation de la protection solaire est également intéressant. Ainsi. Il ne semble pas nécessaire de différencier les facteurs d'ombre pris en compte dans le calcul des besoins en énergie de chauffage en fonction de leur niveau d'influence. BV