

# Solaris #01

Série de cahiers thématiques Hochparterre sur l'architecture solaire  
Janvier 2018

La maison Solaris de Huggenbergerfries, architectes Page 2

Un chercheur, un planificateur et un fabricant ont rendu possible la maison Solaris Page 18

Hermann Czech un architecte du solaire? Un entretien Page 24

«Personne ne doit  
savoir que c'est une  
maison solaire»

Erika Fries, Huggenbergerfries architectes, interview page 16





La maison Solaris à Zurich-Wollishofen produit de l'électricité avec une façade inédite.

Editorial

## Une lueur d'espoir à l'horizon

Avec Solaris, c'est une révolution qui se pointe. Pour la première fois, les hautes exigences des architectes zurichois en matière de construction de logements rencontrent dans cette maison les hautes exigences du secteur solaire en matière d'énergie propre. L'essentiel: Solaris est une centrale énergétique qui produit elle-même son électricité. Mais ce qui est encore plus important: La maison en face du centre culturel Rote Fabrik serait une architecture d'exception même sans toit et façade photovoltaïque.

Ce cahier documente cette révolution. Avec une critique de l'architecture de Caspar Schärer et des photos de Beat Bühler. Un reportage présente trois des réalisateurs derrière la façade inédite et sa technique: un professeur en énergie solaire, un planificateur solaire et un fabricant de panneaux solaires; les photographies sont de Nelly Rodriguez. Hochparterre s'entretient avec les architectes Adrian Berger, Erika Fries et Lukas Huggenberger qui sont en même temps les maîtres d'ouvrage. Finalement, le pho-

tographe Stephan Rappo met de la couleur dans le cahier en nous montrant l'enveloppe de la maison qui scintille de façon similaire à la surface du lac tout proche.

Solaris, ce n'est pas seulement le nom de la maison mais c'est aussi celui de la série de cahiers lancée avec ce numéro par Hochparterre et Suisse Energie. Le Conseil fédéral a créé Suisse Energie pour promouvoir l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables. C'est ce que nous faisons en diffusant cette série de cahiers dans toute la Suisse. Elle va paraître deux fois par an avec une version allemande, française et italienne. Les cahiers se pencheront sur des constructions et des cerveaux qui créent ce dont nous nous préoccupons: établir une passerelle entre les mondes encore généralement séparés de l'énergie solaire et de l'architecture, de la théorie et de la technique. La dernière page sera toujours consacrée à un entretien avec un poids lourd de l'univers de l'architecture. C'est Hermann Czech qui donne le ton. Axel Simon

### Impressum

Maison d'édition Hochparterre AG Adresse Ausstellungsstrasse 25, CH-8005 Zurich, Téléphone 044 444 28 88, [www.hochparterre.ch](http://www.hochparterre.ch), [verlag@hochparterre.ch](mailto:verlag@hochparterre.ch), [redaktion@hochparterre.ch](mailto:redaktion@hochparterre.ch) Editeur et rédacteur en chef Köbi Gantenbein Directrice d'édition Susanne von Arx Concept et rédaction Axel Simon Photographie Beat Bühler, Stefan Rappo, Nelly Rodriguez, Art Direction Antje Reineck Concept de mise en page Barbara Schrag Mise en page Tamaki Yamazaki Production Sue Lüthi Traduction Annie Jeamart Lithographie Team media, Gurtellen Impression Somedia Production, Coire Editeur Hochparterre en collaboration avec Suisse Energie Commandes [shop.hochparterre.ch](http://shop.hochparterre.ch), Fr. 15.–, € 10.–



La situation délicate: Lac de Zurich,  
route de contournement et voie ferrée.

# Une véritable prouesse

**A Zurich-Wollishofen: une expérience sensorielle de l'espace et de beaux détails.  
L'intégration dans la ville passe par le solaire mais pas seulement.**

Texte: Caspar Schärer, photos: Beat Bühler



L'enveloppe scintillante en verre cherche la référence au lac tout proche. Le fait que c'est l'œuvre du photovoltaïque par derrière reste dans un premier temps caché.



Dans la cage d'escalier, on voit vaguement la technique dans la façade. Le plancher a été récupéré de la maison démolie.



A cet endroit, la banlieue des grands ensembles commence à se dissoudre en constructions individuelles.



Un parvis sous la maison crée une certaine distance avec la route du lac qui est très fréquentée.



Les deux appartements sous le toit offrent des espaces exceptionnels sous la charpente bétonnée de la maison.

L'architecture solaire est fortement dépendante de la technique. C'est ce qui la rendait peu attrayante pour de nombreux architectes. Entretemps, le facteur limitatif du photovoltaïque n'est plus aussi radical qu'il y a encore une vingtaine d'années. En même temps, la technique est devenue plus efficace et plus économique si bien qu'elle peut être utilisée de façon étendue pour des façades entières.

Pour les architectes, il y a donc des choses qui changent. Maintenant, de nouvelles options s'ouvrent dans leur domaine d'origine. Encore faut-il cependant les reconnaître et se les approprier. Pour le bureau d'architecture zurichois Huggenbergerfries, l'opportunité s'est présentée de sonder ces possibilités voir page 16. Pour la nouvelle construction de remplacement d'une maison plurifamiliale à Zürich-Wollishofen, ce bureau est intervenu lui-même en tant que maître d'ouvrage et a ainsi pu travailler plus librement qu'avec les donneurs d'ordre habituels. C'est avec un plaisir évident qu'Adrian Berger, Erika Fries et Lukas Huggenberger ont profité de cette marge de manœuvre. Ils ont planifié et ont construit une maison qui, pour utiliser une métaphore, est entièrement tournée vers le soleil et qui ne représente pas, malgré tout, l'architecture solaire «classique». Le caractère ensoleillé n'est qu'un aspect parmi tant d'autres.

#### Les difficultés comme moteur de développement

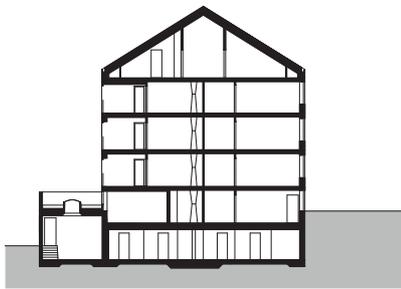
Le fait que cette construction soit réussie est paradoxalement lié, dans une grande mesure, au terrain peu commode. En effet, les difficultés sont souvent un excellent moyen pour développer une architecture de qualité. La situation n'est pas évidente: Le lac de Zurich est proche, les arrêts des transports publics aussi et il suffit de traverser la rue pour aller au centre culturel alternatif Rote Fabrik. D'autre part, une voie ferrée et une route principale très fréquentée délimitent le terrain chacune d'un côté. Cela fait pas mal de choses à prendre en considération: il faut

pouvoir voir le lac du plus grand nombre possible de logements, en même temps il faut respecter l'Ordonnance sur le bruit et aussi obtenir un ensoleillement maximal. Ce sont donc déjà trois forces vives qui contribuent à l'élaboration du volume de construction, sans tenir compte des architectes.

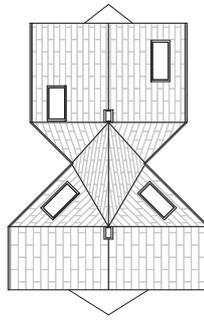
Et qu'en est-il sorti? Une maison aux formes singulières à première vue avec un toit incliné, plus étroit devant sur la rue que derrière sur les voies et même un peu resserrée au milieu. Ce corps de bâtiment à la conformation élaborée et complexe est entouré de haut en bas par une enveloppe scintillante en verre. Le rétrécissement du milieu – les architectes parlent d'une «taille de guêpe» – permet aux appartements de derrière d'avoir également une vue inestimable sur le lac, tout en créant des possibilités de ventilation protégées du bruit et des surfaces de façade qui «couvrent» d'autres orientations. Car finalement on veut profiter du soleil autant que possible. Il résulte de tout cela que le terrain n'est pas entièrement exploité et que l'extension des façades réalisées ne correspond pas non plus aux leçons d'un manuel d'économie. On a ici consciemment renoncé à un retour sur investissement maximal.

#### Une centrale énergétique compatible avec la ville

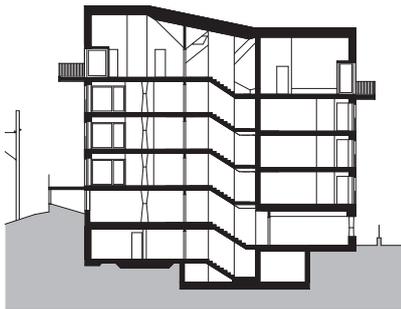
La façade qui enveloppe de manière homogène le corps de bâtiment très structuré l'enserme de tous les côtés, même le toit y contribue. Il y a de grandes surfaces fermées d'un seul tenant et des bandes de fenêtres superposées agencées de manière régulière. L'ensemble crée un effet de calme et d'équilibre. De manière générale, la construction paraît in situ moins extrême que la silhouette de son plan sur le papier. Les architectes ont donc pu répondre à de nombreuses exigences – notamment en matière de soleil et de bruit – avec un plan inhabituel qui aboutit à une maison «compatible avec la ville» Page 8 →



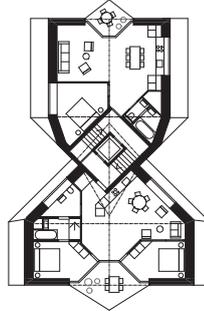
Section transversale



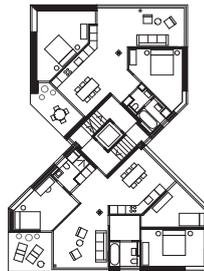
Vue de dessus du toit



Section longitudinale



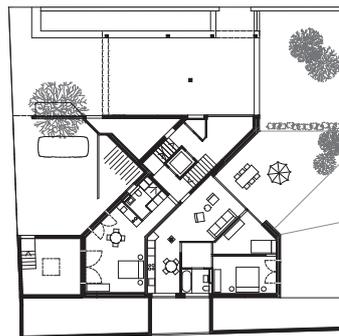
Etage sous le toit



1er-3ème étage



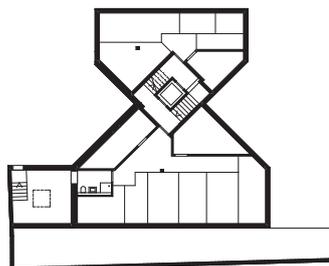
Vue sud



Rez-de-chaussée



Vue est



Sous-sol



## Maison d'habitation Solaris

Seestrasse 416, Zurich  
Maître d'ouvrage: hbf futur, Zurich

Architecture et direction des travaux:

**huggenbergerfries architectes**, Zurich

Partenaire de recherche: **Haute Ecole de Lucerne, CC Envelopes & Solar Energy**

Ingénierie photovoltaïque: **SunDesign, Stallikon**  
Intégration photovoltaïque: **Sun Technics Fabrisolar, Küsnacht**

Planification des façades: **Gasser Fassadentechnik, St-Gall**

Fabricant PV: **Ertex Solartechnik, Amstetten**  
Enveloppe du bâtiment: **Scherrer Metec, Zurich**

Ingénieur du bâtiment: **Synaxis, Zurich**

Coordination: **Pfenninger & Partner, Zurich**

Ingénieur électricien: **Ruckstuhl Elektrotech, Adliswil**

Ingénieur en chauffage: **Guyer Wärme und Wasser, Zurich**

Ingénieur en ventilation: **Meier-Kopp, Mönchaldorf**

Ingénieur en installations sanitaires: **Sada, Zurich**

Physique du bâtiment / Acoustique: **Kopitsis Bauphysik, Wohlen**

Géomètre: **Pöyry Schweiz, Zurich**

Coût total (CFC 1-9):

6,6 millions de francs suisses

Coût de la construction (CFC 2 / m<sup>3</sup>):

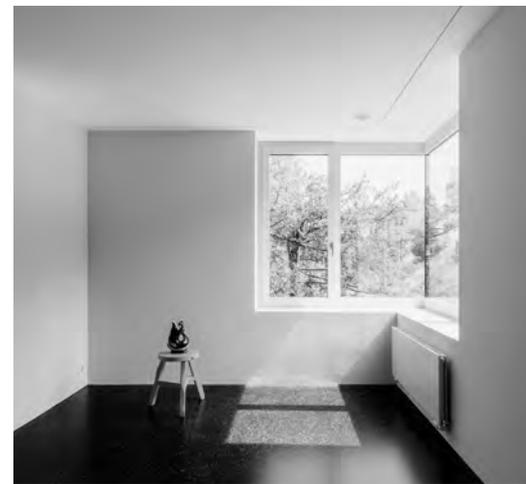
1250 francs suisses



Grâce à la rotation de 45 degrés sur le plan, les appartements de derrière ont une vue sur le lac comme allant de soi.



Un atelier de peinture pour enfants utilise les pièces hautes de plafond du studio du rez-de-chaussée.



La chape en asphalte foncé comme revêtement de sol, associée aux plafonds en béton, stocke la chaleur solaire.



Le séjour de bout en bout relie le côté lac et le côté versant. Deux vieux ifs ont dû céder leur place à la maison. Leurs planches revêtent désormais le pilier central de chaque appartement.



La voie ferrée derrière est tout aussi proche que la route devant. Le corps de bâtiment cintré rend la ventilation possible sans bruit.



L'une des parties de la maison est légèrement rehaussée par rapport à l'autre.  
Le mur du socle vers la voie ferrée doit encore grandir.

→ au moyen d'une façade ingénieusement équilibrée. La «centrale énergétique» proprement dite est intégrée dans la façade, des cellules photovoltaïques au nombre de 1300. Elles se cachent derrière une enveloppe en verre coulé profilé dont la surface scintille de manière raffinée et quelque peu vacillante – comme le lac tout proche. Les éléments carrés derrière le verre coulé sont visibles comme des schémas diffus et ce n'est que pour une certaine incidence de lumière qu'ils se dessinent plus clairement. Le fait que la technique passe à ce point à l'arrière-plan est dû à une couche de couleur qui est imprimée au dos des surfaces de verre mais qui laisse quand même passer la plus grande partie de la lumière voir page 18. Les façades nord et nord-est ont, elles aussi, été équipées d'éléments photovoltaïques bien qu'ils n'y produisent que peu d'effet. L'aspect architectural et la nécessité technique ne se retrouvent pas avec la même efficacité dans chaque partie mais plutôt dans leur ensemble.

### Passionnant sans extravagance

Un parvis taillé dans le rez-de-chaussée du corps de bâtiment crée une certaine distance avec la route du lac qui est très fréquentée et permet de souffler un peu avant d'entrer dans la maison. Les places de parking découvertes sont inutilisées car les architectes, en tant que maître d'ouvrage, n'ont choisi que des locataires sans voiture. Seule une petite voiture électrique y est garée. Elle peut être utilisée par tous les occupants de la maison et est évidemment rechargée en courant solaire provenant de la maison. Elle permet de voir et comprendre de manière directe ce qu'est la durabilité.

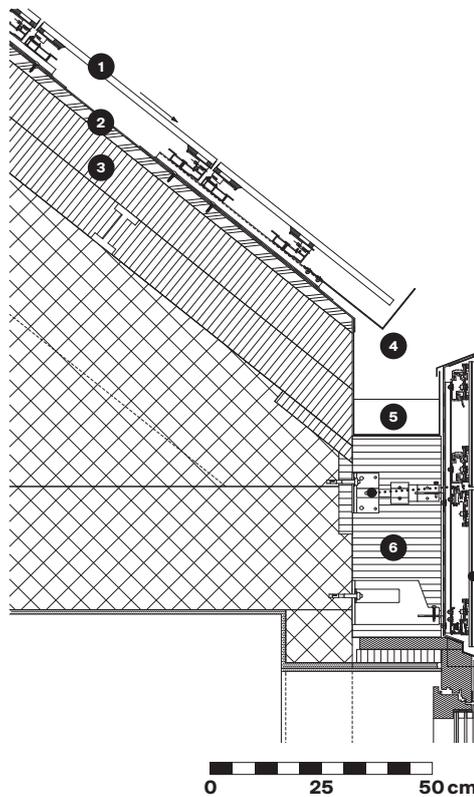
Monter par un escalier est un acte qu'on ne fait plus dans la plupart des maisons récentes. En effet, la cage d'escalier se trouve exactement au milieu du rétrécissement et fait donc partie de deux façades différentes. En montant, on marche sur des planches en pin d'Amérique

qui ont été récupérées de la maison démolie pour être réutilisées par les architectes. En chemin, on rencontre à plusieurs reprises une fenêtre par laquelle de la lumière pénètre, certes, mais qui ne permet pas d'avoir une vue sur l'extérieur. Une série d'éléments photovoltaïques se dessine vaguement mais ils pourraient aussi être considérés par l'observateur non initié comme une installation artistique. Ce n'est qu'en entrant dans les appartements que l'on a une belle vue, et ce toujours dans trois directions – ce qui est rendu possible par le rétrécissement de la façade avec ses parties coudées à 45 degrés. Le séjour et la salle à manger se rejoignent d'un côté à l'angle du bâtiment, de l'autre côté au niveau des façades inclinées. C'est ainsi que se forme un espace continu qui souligne la diagonale – avec vue sur le lac et le voisinage. Ce sont des appartements passionnants en termes d'espace sans être extravagants pour autant. La surface d'un appartement de 4 pièces et demie reste en dessous des cent mètres carrés, ce qui correspond au standard actuel de construction des coopératives de logement.

Cette certaine «normalité» fait que la maison de Zurich-Wollishofen s'inscrit parfaitement dans le contexte proche et élargi. Elle s'intègre dans le voisinage à un endroit où la dense banlieue des grands immeubles est interrompue pour faire place aux constructions individuelles. La forme et le matériau de la façade peuvent paraître inhabituels au premier coup d'œil sans toutefois être vraiment voyants. La maison est communicative mais pas bavarde. Et elle n'est pas du tout reconnaissable en tant qu'architecture solaire au sens strict du terme. Reste à savoir si cela est bien et judicieux. Pour moi, la réponse est claire comme le soleil: L'architecture durable – et l'architecture solaire en fait partie – doit se montrer mais en même temps elle doit aider à être dans la continuité de la construction des villes de manière naturelle. C'est ce qui est réussi ici de manière exemplaire. ●



La construction de la façade est une fabrication spéciale de la société Gasser de St-Gall: Les éléments en verre sont suspendus à des rails en aluminium et sont fixés avec des vis à six pans creux à travers les joints étroits.

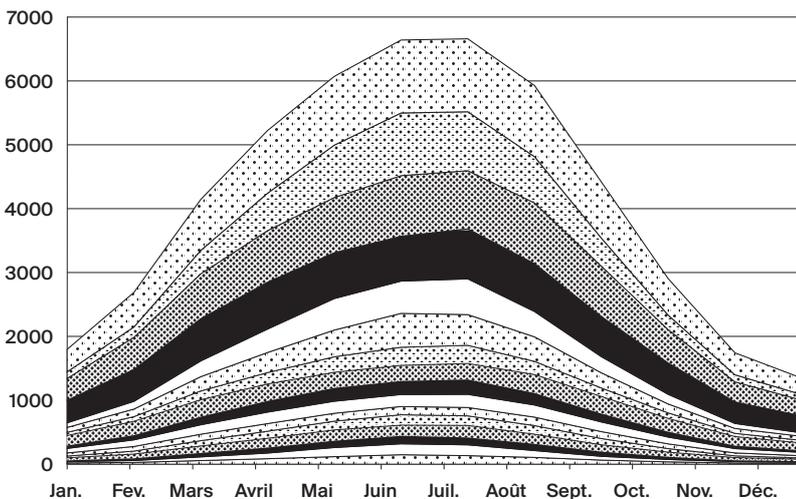


#### Coupe détaillée chéneau

- 1 Module PV toit, 15 mm (surface lisse) sur profilé support et profilé chapeau
- 2 Sous-toiture sur coffrage en bois, 25 mm
- 3 Laine de verre 200 mm
- 4 Arrêt de neige
- 5 Gouttière
- 6 Laine de verre 200 mm
- 7 Console à rupture de pont thermique
- 8 Façade en modules PV 15 mm (surface structurée)

0 25 50 cm

#### Rendements de courant kWh par mois



#### Simulation des rendements PV absolus sur l'année

- ▨ Toit sud
- ▨ Toit nord
- ▨ Façade ouest
- ▨ Façade sud
- ▨ Façade est
- ▨ Façade nord
- ▨ Façade nord-est
- ▨ Façade sud-ouest
- ▨ Toit sud-est petit
- ▨ Toit sud petit
- ▨ Toit sud-ouest petit
- ▨ Façade nord-ouest
- ▨ Façade sud-est
- ▨ Toit nord-ouest petit
- ▨ Toit nord-est petit
- ▨ Toit nord petit

Le diagramme montre la composition de l'énergie annuelle par les diverses surfaces de l'enveloppe du bâtiment.

La majeure partie de la production d'électricité est garantie par le toit principal et par les façades orientées au sud. Plus le soleil est bas pendant l'année, plus le pourcentage des façades par rapport aux surfaces de toit est élevé.

#### L'installation photovoltaïque

1300 cellules photovoltaïques sur la façade ou sur le toit de Solaris transforment la lumière du soleil en électricité. 350 optimiseurs de puissance, de petites boîtes noires (voir photo ci-dessus) derrière les modules photovoltaïques, regroupent les cellules en unités d'au maximum 80 pièces. Cette technique relativement récente a plusieurs avantages:

1. Les petites unités peuvent être réglées indépendamment les unes des autres en tenant compte d'un rayonnement solaire différencié ou d'ombre portée. Elles évitent ainsi que l'ensemble du système soit affaibli.
2. Elles offrent davantage de liberté dans le processus de planification. Lors d'une planification sans optimiseurs de puis-

sance, on ne peut plus rien changer aux formats des modules ou au nombre des cellules.

3. Etant donné que les optimiseurs de puissance peuvent être mis en circuit en série, un circuit électrique (de type string) par façade suffit. La suppression de gros faisceaux de câbles a été un avantage en particulier pour le corps de bâtiment cintré de Solaris.

4. Le rendement peut être enregistré individuellement pour chaque unité; on peut ainsi faire des comparaisons et mieux localiser d'éventuelles perturbations. Les inconvénients sont les coûts légèrement plus élevés et l'accessibilité nécessaire pour des révisions.

Dans la cave de la maison, quatre onduleurs, un pour chaque côté de la maison,

transforment le courant continu en courant alternatif. La maison est aménagée pour l'autoconsommation qui a lieu simultanément. Une batterie relativement petite qui est adaptée de manière optimale au rapport entre la production énergétique et le profil de consommation stocke 10 kWh d'électricité, le reste est injecté dans le réseau. Etant donné que l'installation photovoltaïque se trouve sur tous les côtés, elle a une puissance relativement constante pendant la journée et peu de pics de courant. En une année, l'installation produit environ 40 000 kWh, ce qui correspond, dans le bilan annuel, à 100 pour-cent de la propre consommation. 40 pour-cent de l'électricité produite sont utilisés pendant l'année simultanément dans la maison (part de consommation propre).



Lumière et couleur, forme et matérialité. Dans les pages qui suivent, le photographe zurichois Stephan Rappo présente la maison Solaris.











# «C'est tout simplement une bonne maison»

**Adrian Berger, Erika Fries et Lukas Huggenberger sont à la fois maîtres d'ouvrage, architectes et producteurs d'électricité. Un entretien sur la curiosité architecturale et les abîmes de la technique.**

Interview: Axel Simon, photos: Nelly Rodriguez

## **Comment l'idée vous est-elle venue de construire une maison solaire?**

**Erika Fries:** Tout est parti de l'idée d'une maison de verre.

**Lukas Huggenberger:** Cela venait de l'endroit, du côté éphémère et miroitant du lac.

**Adrian Berger:** Nous voulions que la lumière change la maison. Mais un jour nous avons alors remarqué: à partir de la lumière, nous pouvons aussi produire de l'énergie.

## **Au début, c'était donc de la curiosité architecturale.**

### **Et aussi la conscience de la responsabilité sociale?**

**Adrian Berger:** Nous nous étions aussi déjà posé la question de savoir si nous pouvions faire une façade qui n'est pas seulement esthétique.

**Lukas Huggenberger:** En tant qu'architecte, on se bat au quotidien avec les prescriptions du label Minergie. Mais une maison peut faire mieux qu'isoler et ventiler. La production d'énergie peut également être un thème créatif. Nous n'avons pas à céder la souveraineté en ce domaine aux spécialistes.

## **Avez-vous toujours été tous les trois d'accord là-dessus?**

**Adrian Berger:** En principe oui. Mais pendant longtemps il n'était pas clair où ce chemin nous mènerait. En tant que partenaire directeur du projet, parfois je ne savais plus si ça allait bien.

**Lukas Huggenberger:** Nous n'étions pas sûrs parce que, sur ce sujet, on a toujours de mauvaises images en tête. Avec le photovoltaïque, un architecte n'a pas de sentiments positifs. C'est pourquoi, je trouvais que notre structure de pensée était assez solide: C'est une maison de verre et pas une maison solaire. C'est ce qui nous a aidé.

**Erika Fries:** Pendant nos études, l'aspect constructif nous avait déjà marqués. Le fait qu'il y avait surtout de mauvais exemples de technique solaire nous a poussés: Cela doit aussi être possible autrement!

## **N'existait-il pas pour vous de modèles bâtis?**

### **Seulement des contre-exemples?**

**Adrian Berger:** Il n'y avait pas de modèles. Mais nous avons fait la planification parallèlement au projet Hofwiesenstrasse de Karl Viridén. Gasser Fassadentechnik a participé aux deux projets si bien que nous avons pu profiter l'un de l'autre. Surtout sur le plan technique.

**Lukas Huggenberger:** Les maisons de Brütten de René Schmid étaient aussi en construction. Nous nous sommes retrouvés dans une communauté qui travaillait sur le même thème. Et cela aide.

**Erika Fries:** Dans d'autres projets, nous avons aussi le côté expérimental et incertain. De par sa complexité, Solaris était encore un peu plus ambitieux.

## **Sur le plan technique ou esthétique?**

**Adrian Berger:** De toute évidence, sur le plan esthétique. Nous avons sans doute construit 40 à 50 échantillons avant d'avoir un module qui travaille avec la profondeur, qui contrôle les cellules et pour lequel la couleur est correcte. On perçoit les cellules plus qu'on ne les voit.

**Lukas Huggenberger:** N'est-ce pas aussi un défi technique? Le plus grand défi a été de conjuguer le caractère de haute technicité avec des valeurs esthétiques, ce qui, de nos jours, est la plupart du temps séparé de manière explicite.

## **Qu'avez-vous fait comme essais?**

**Erika Fries:** Nous avons commencé avec des dalles de verre, ce sont d'épaisses briques de verre coulé.

**Adrian Berger:** Très vite, nous avons vu que le verre flotté est trop dur pour développer de la profondeur. Nous avons essayé l'impression de lignes, de trames, d'aplats ou sur feuilles de couleur.

**Lukas Huggenberger:** Et avec quelques variantes d'adaptation dans la façade: de petits modules et des grands, une sorte de clé de voûte. Mais là, nous avons remarqué que c'était trop. Il faut que la façade produise de l'électricité et ait de la profondeur, cela suffit.

## **Les projets qui explorent les possibilités d'un certain matériau sont une constante de votre œuvre:**

**les carreaux de la maison d'habitation Zur Lindenstrasse, les briques de la clinique de psychiatrie gériatrique de Pfäfers, l'aluminium plié de la Limmattower.**

**Erika Fries:** Ce fut très similaire pour Solaris. Nous étions curieux de voir ce que l'on peut faire avec un matériau. Sur le plan esthétique et sur celui de l'atmosphère.

## **La maison montre-t-elle que c'est une maison solaire?**

**Erika Fries:** Personne ne doit le savoir. C'est tout simplement une bonne maison en ville. Lorsque l'on la regarde en détails, on a le droit de savoir ce qui se cache derrière. Mais ce n'est pas une construction pour faire de la publicité à l'architecture solaire.

## **Alors, pourquoi ce nom de Solaris?**

**Lukas Huggenberger:** Il existe bien des caractéristiques qui la distinguent en tant que maison solaire, par exemple l'enveloppe extérieure lisse. Mais, c'est vrai: On ne doit pas la voir.

**Adrian Berger:** Sur le chantier, nous avons une fois discuté des «fenêtres didactiques»: Est-ce que l'on a une vue sur les cellules solaires à partir des salles de bain et de la cage



Adrian Berger était le partenaire directeur pour la maison d'habitation Solaris.



Erika Fries enseigne à la TU de Darmstadt.



Lukas Huggenberger est membre du groupe d'experts SNBS.

#### **Huggenbergerfries Architectes**

Le bureau d'Adrian Berger, Lukas Huggenberger et Erika Fries à Zurich existe depuis l'an 2000. 20 collaborateurs font du travail de conception à toutes les échelles: de la planification urbanistique et de l'immeuble de grande hauteur au magasin de quartier et à la passerelle pour piétons. La maison Solaris est la seconde qu'ils ont conçue avec son rejeton hbf Futur en tant que maître d'ouvrage. [www.hbf.ch](http://www.hbf.ch)

d'escalier? Alors, nous nous sommes décidés pour. L'ambiance lumineuse dans la cage d'escalier est bien telle qu'elle est. Du reste, notre titre de travail était «Une centrale énergétique invisible».

**Lukas Huggenberger:** Nous avons tout simplement peur de l'influence esthétique de la technique. Lorsque nous avons remarqué qu'il n'y avait plus de risque pour l'architecture, alors nous avons montré la technique.

#### **Mais quel était donc le risque?**

**Lukas Huggenberger:** Dans les exemples que je connais, le module avec ses coins biseautés domine de trop. On ne voit plus que la technique et plus du tout la maison.

**Erika Fries:** La discussion sur la fenêtre a été très importante à mes yeux: Avec le verre devant, il n'y avait plus de côté technoïde mais au contraire un caractère ornemental. Ce n'est pas une installation photovoltaïque que l'on voit là mais au contraire quelque chose qui rend curieux.

#### **Avec Solaris, vous avez entraîné une construction avec technique solaire dans une architecture de haut niveau. Était-ce votre intention ou cela vous est-il arrivé par la force des choses?**

**Adrian Berger:** Cela est arrivé par la force des choses.

**Lukas Huggenberger:** Mais c'est aussi venu de l'intérêt à vouloir apporter une contribution. Également sur la transition énergétique. Nous sommes trois personnes politiques qui n'interviennent pas seulement dans les hautes sphères de l'architecture. Il s'agit d'un thème social qui nous intéresse.

#### **C'est un thème que la majeure partie de vos collègues cherche à esquisser. Ce n'était pas le cas des autres matériaux avec lesquels vous avez expérimenté jusqu'ici.**

**Lukas Huggenberger:** Pour la Zurlindenstrasse, c'était presque comparable. Lorsque nous y avons fait la façade en céramique, il y eut aussi des réserves mais plutôt de type technique. Ensuite, cela s'est rapidement instauré et aujourd'hui tout le monde le fait.

#### **Quelles ont été les réactions à Solaris?**

**Erika Fries:** Quelques-uns sont déjà venus visiter et beaucoup de visiteurs ont été enthousiastes. Mais souvent on ne m'en parle pas.

**Lukas Huggenberger:** C'est un fait: Les réticences sont fortes. Quelques sceptiques ont remarqué que l'on peut faire un pas. Pour eux, c'est maintenant tout de même une option. Chez les non-initiés, les réticences sont beaucoup plus faibles. Ils trouvent cela sexy, exclusif, dans le genre.

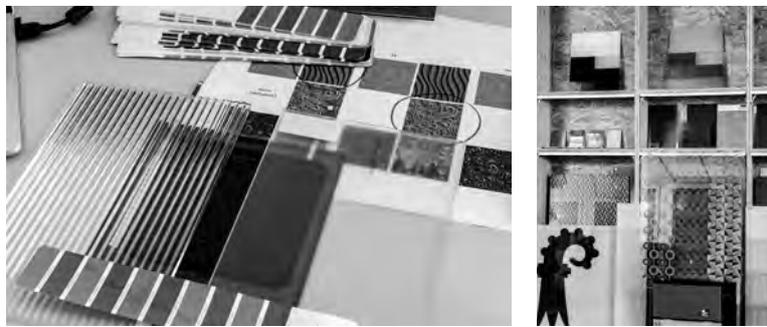
#### **Maintenant, vous n'êtes pas seulement architectes et bailleurs mais aussi producteurs d'électricité. Quelles sont vos expériences?**

**Lukas Huggenberger:** Le soutien fait défaut. On a l'impression que les grands producteurs d'électricité défendent leurs monopoles de toutes leurs forces. Pour le kilowatt-heure que nous injectons dans le réseau, nous ne percevons que 7 centimes. Lorsque nous achetons le courant équivalent, nous payons presque huit fois plus.

#### **Est-ce que vous êtes déjà en train de planifier la prochaine maison solaire ou est-ce que vous n'allez plus jamais le faire?**

**Adrian Berger:** J'aimerais la faire évoluer. Nous avons maintenant beaucoup de savoir-faire. Et envie de développer un grand lotissement de ce type.

**Erika Fries:** La preuve que cela est possible, désormais nous l'avons fournie. Allons-nous développer un secteur d'activité sur cette base, c'est ce que nous devons discuter lors du prochain séminaire de réflexion. ●



Du verre coulé très profilé et de la couleur: Combien de lumière passe encore à travers?  
A la haute Ecole de Lucerne, on a trouvé la formule.

# Scepticisme et persévérance

**C'est une importante équipe qui a travaillé sur Solaris. Ce projet fut un grand défi pour un chercheur, un planificateur et un fabricant.**

Texte: Axel Simon, photos: Nelly Rodriguez

Comment donner au photovoltaïque (PV) une autre apparence plus attrayante? C'est le genre de questions que se pose Stephen Wittkopf. En tant que professeur de la Haute Ecole de Lucerne, il travaille sur la lumière. Récemment, il a fait imprimer les armoiries de tous les cantons sur du verre; elles se trouvent désormais sur la tour d'escalier de l'Umweltarena de Spreitenbach et produisent de l'électricité - de manière invisible, c'est-à-dire qu'on ne voit pas les cellules solaires derrière le verre. «Nous ne voulons pas rester dans le monde scientifique», explique ce grand Allemand au front de penseur qui a fait des recherches précédemment pendant douze ans à Singapour. Avec ce genre d'actions populaires, il a voulu montrer au public ce qui est possible au niveau créatif avec le PV. «Produire beaucoup d'électricité en beauté» - telle est la devise des cartes postales de son centre de compétence.

## Lucerne: Fini le bricolage pour les chercheurs

L'immeuble de bureaux dans lequel travaille l'équipe de Wittkopf est loin d'être esthétique. Il est situé à Horw juste en face du vaisseau spatial rouge de la Haute Ecole près des voies. Des panneaux de verre et des cellules solaires s'empilent autour d'un canapé dans la salle de réunion qui se trouve au centre. Le professeur montre comment tout a commencé: Il pose différents échantillons de verre imprimés en couleur au-dessus d'une cellule solaire. «C'est ainsi que nous avons commencé, il y a cinq ans: en bricolant.» Ensuite, les chercheurs de Lucerne ont mesuré la production d'électricité - ou plutôt la perte de courant due à l'impression en couleur. «Nous nous sommes rendu compte: Le bénéfice pour l'architecture est supérieur à la perte d'efficacité.»

Il y a longtemps que le bricolage s'est développé en recherche professionnelle. Désormais, Wittkopf et sa demi-douzaine de collaborateurs font partie du projet national de recherche PNR 70 «Virage énergétique». Ils sont déjà

intervenues dans quelques projets phares en matière de BIPV (une abréviation pour initiés: Building Integrated Photovoltaics: photovoltaïque intégré au bâtiment). Et maintenant Huggenbergerfries. La façade de sa maison Solaris combine pour la première fois le PV non seulement avec une couleur imprimée mais en plus avec du verre coulé très profilé.

## De la nécessité du non-sens économique

Les arêtes aux différentes inclinaisons de la surface prismatique du verre réfractent la lumière en de beaux reflets. Et ce sont justement elles qui ont tout d'abord posé un problème aux chercheurs: Car ils ont mesuré une importante perte de lumière sur la face extérieure du verre. Les valeurs étaient certes meilleures lors d'essais en plein air - «sur le terrain», c'est ainsi que le chercheur les appelle - mais le fait de savoir si une telle façade a un sens ou pas reste controversé. «Nous enlevons 20 pour-cent d'efficacité et nous ajoutons 20 pour-cent de coûts», dit Wittkopf. Du point de vue physique et économique, c'est un non-sens - qui a également eu pour conséquence que Berne n'a alloué aucun fonds d'encouragement pour Solaris. Mais c'est précisément ce genre de projets dont on a besoin pour renforcer l'acceptation et la propagation de la technique solaire

Mais quelle est l'invention des Lucernois? Ce n'est pas l'impression des supports en verre des cellules solaires; elle existe déjà depuis un certain temps. Ils ont trouvé un moyen pour contrôler le degré de couverture et la quantité de couleur de chaque point pour que la couleur imprimée se mélange dans la perception avec l'arrière-plan qui est noir pour obtenir le coloris souhaité. Et pour que cette couleur laisse encore passer suffisamment de lumière vers la cellule car chaque coloris freine les rayons avec une intensité différente. «Il y a un compromis entre la configuration et l'efficacité», dit le professeur. →



A Lucerne, Prof. Dr. Stephen Wittkopf (52) resserre la vis de l'efficacité des verres imprimés.

→ «Et c'est lui que nous sommes aptes à contrôler de manière ciblée.» Il a aidé le fabricant des modules, l'entreprise autrichienne Ertex, à resserrer cette «vis de l'efficacité» car chaque imprimante est différente. Il a fallu beaucoup d'échantillons et de mesures pour trouver celui en Basse-Autriche qui a donné les mêmes résultats que l'appareil de Glas Trösch sur lequel les Lucernois avaient imprimé leurs armoiries. Finalement, après près d'une année, les conceptions des architectes, les algorithmes du chercheur et le savoir-faire artisanal du spécialiste du solaire sont devenues indissociables.

En prenant congé, Wittkopf a ajouté que ce qui est passionnant c'est qu'à présent ce n'est plus la politique qui est le moteur de l'innovation mais au contraire les architectes qui veulent exploiter à fond la technique solaire en tant qu'élément créatif. Et Solaris en est le plus bel exemple.

### **Stallikon: Le praticien calcule**

Kursaal de Berne. Pendant deux jours, des costumes sombres lancent des diagrammes Powerpoint sur le mur. Advanced Building Skin, tel est le nom de la conférence. Christian Roeske ne porte pas de costume sombre. Blond à la chevelure abondante et aux yeux bleus, le verbiage léger d'un Allemand du nord, il n'est pas l'un des chercheurs confrenciers mais au contraire un praticien en formation continue. Déjà pour son diplôme d'architecture à Lübeck, il s'est penché sur l'intégration du PV. «C'est là que j'y ai pris goût.» Il travaillait chez l'un des premiers planificateurs d'énergie solaire d'Allemagne, construisait des installations dans la verdure et lorgnait à maintes reprises avec envie les «beaux projets» en Suisse: «Ici, tout n'est pas réglementé de manière aussi catégorique et on peut tester des choses.» C'est ce qu'il fait aujourd'hui car il dirige le petit bureau de planification Sundesign à Stallikon près de Zurich avec son épouse suisse.

Lorsque Huggenbergerfries a fait appel à lui pour Solaris, Roeske faisait partie de l'équipe de Stephen Wittkopf à la Haute Ecole de Lucerne. Le souhait des architectes de voir le moins possible le PV sur la façade et le toit le préoccupait. «Lorsque nous avons commencé l'impression numérique à Lucerne, j'ai réalisé que ce serait la solution!». Il a fait de Solaris l'une des études de cas de sa recherche. «En premier lieu nous nous sommes posé la question: Cela vaut-il vraiment la peine de faire une façade de ce type?» Quelle est la quantité de CO<sub>2</sub> produite lors de la fabrication du PV? Et quels en sont les coûts? C'est ce que Roeske a calculé pour chaque orientation individuelle de la maison – pour une maison qui, grâce à sa «taille» n'a pas seulement quatre faces mais bien huit. Son résultat: Comme il s'y attendait, les faces nord ont affiché de mauvais résultats mais le bilan global était positif. Même pour les coûts: Comparé au pur courant solaire de l'EWZ, le courant de Solaris était meilleur marché.

### **Perte de courant due à la couleur**

Puis il s'est occupé de la question de la couleur. Après quelques essais avec des trames ou des bandes imprimées, un rouge homogène a été choisi, un peu plus ocre que pour le centre culturel Rote Fabrik d'en face. Toutefois, le chemin de la mise en œuvre a été long. La définition de l'impression a constitué le plus grand défi, se souvient Roeske. «Nous avons pensé que n'importe qui peut aujourd'hui imprimer en couleur. Mais au début

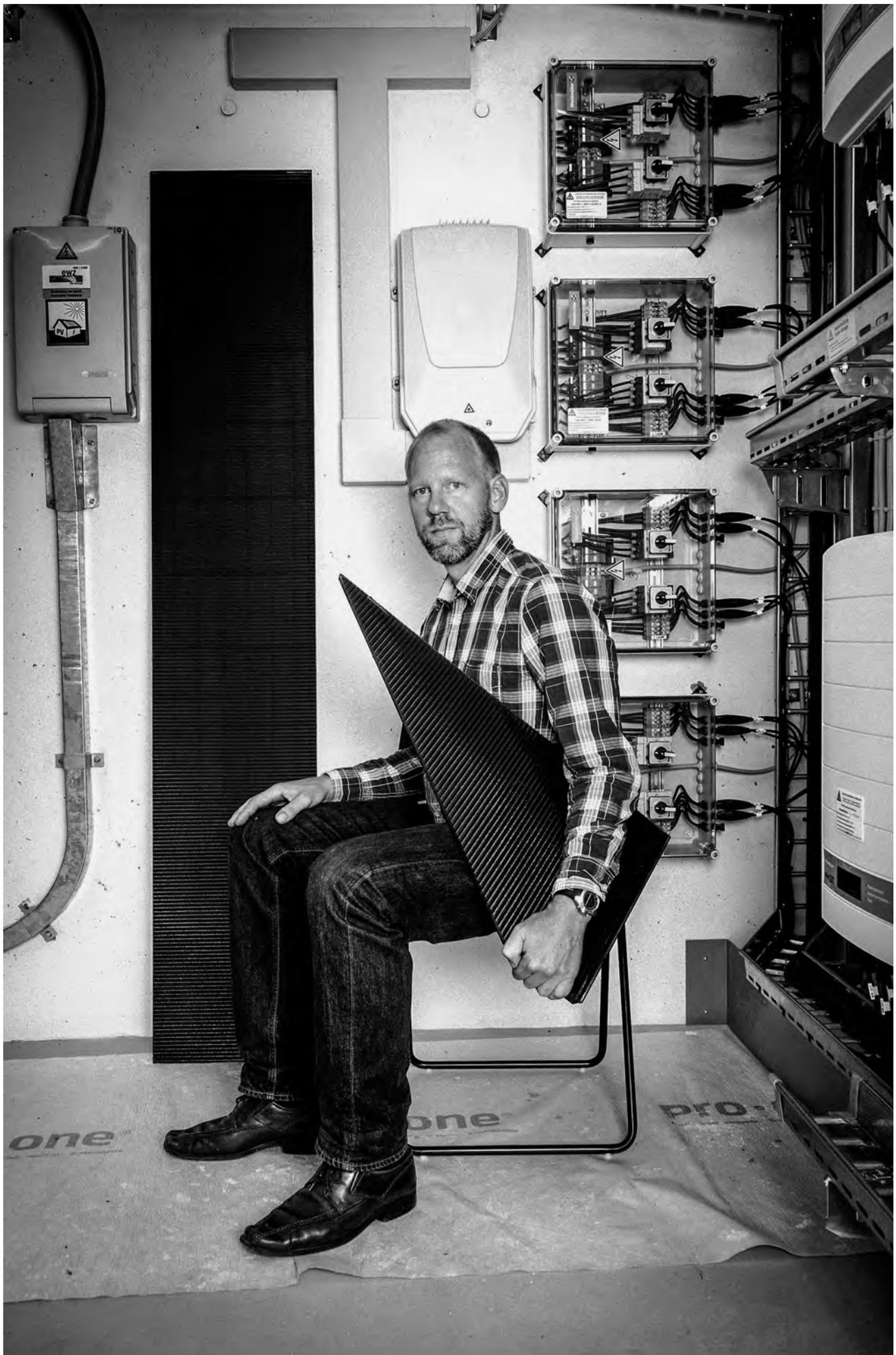
aucun des fabricants de PV ne maîtrisait cela, personne pouvait nous dire exactement combien de puissance la couleur nous faisait perdre.» C'est pourquoi, on a très tôt déterminé un partenaire fixe avec qui développer les éléments: Ertex.

Christian Roeske parle d'une «équipe formidable» lorsqu'il décrit la collaboration des planificateurs: Gasser a développé un système de rails qui maintient les éléments de manière invisible. Scherrer Metec a mené une concertation étroite avec les électriciens de Suntechnics pour le montage de l'enveloppe du bâtiment. Un mock-up a certes aidé à solutionner de nombreux détails tels que les branchements ou le câblage mais il restait quelques surprises. «Pour une forme à ce point complexe, il y avait des points de conflit qui ne sont devenus visibles que sur le chantier. Là, il fallait réagir rapidement». C'est ainsi que les interfaces lors du déroulement des travaux de construction ont été pour Roeske le plus grand constat du projet. Et l'union personnelle des architectes et du maître d'ouvrage la plus grande chance.

Car c'est moins la technique qui rend la maison complexe que les conceptions créatives des architectes. Par exemple, la configuration des joints. Les écarts entre les éléments de verre, étroits de seulement quatre millimètres, ont prolongé la durée du processus de construction: Dans un premier temps, on a produit et monté seulement les modules standard de 1,96 mètre de long et de 35 centimètres de hauteur. Ensuite, sur le chantier on a coupé des gabarits des formes spéciales et on les a envoyés à l'usine en Autriche. Des mois après l'emménagement des habitants, quelques trous laissaient apparaître la technique derrière la façade – le courant passait quand même. «Les architectes ont poussé tous les participants jusqu'au bout d'eux-mêmes», dit le planificateur d'énergie solaire. Parfois, tous ne faisaient que hocher de la tête. «Mais à la fin, force était de constater: C'est justement cela qui caractérise maintenant la maison.»

### **Amstetten A: Les artistes de la chauffe**

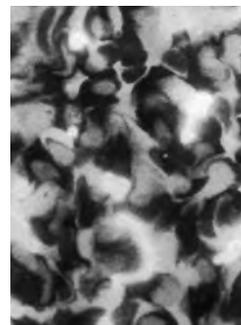
Une douzaine de cartons avec des cellules solaires de Taiwan jonche le sol. Des femmes brasent des plaquettes de silicium de seulement 0,18 mm d'épaisseur, les posent sur des plaques de verre que deux hommes enfournent dans un énorme cylindre de four rouge. Le hall dans lequel nous nous trouvons est situé dans une zone industrielle à une heure de train de Vienne. Que l'on se trouve ici à Amstetten, en Basse-Autriche, on le voit aux toits en forme de bulbe sur les clochers et à la bouteille d'Almdudler sur la table de la salle de réunion. Lorsque Dieter Moor explique quelque chose, il dessine sur du papier à carreaux. Sa chemise est, elle aussi, à carreaux – sans parler des nombreux modules PV qui s'empilent sur l'étagère. Un monde de lignes qui se croisent. Moor, gérant du marketing et de la commercialisation chez Ertex Solar, montre des photos de jardins d'hiver, de stations de télésièges ou de toits d'abris pour voiture cintrés à froid. Ertex entre toujours en jeu là où la compétence en matière de vitrage est de mise pour la construction solaire. Car sa société mère est l'entreprise de transformation du verre Erl avec son expérience de près de quatre-vingt ans dont le siège est situé à l'autre extrémité de cette petite localité. Claudia Schiffer est adossée contre le mur. Le procédé qui a permis d'imprimer sa photo sur le verre a également →



Le planificateur d'énergie solaire Christian Roeske (44) dans le local technique de Solaris. Au mur: 4 onduleurs et un module PV à l'échelle de Solaris.



Dieter Moor (49) à Amstetten, Basse-Autriche. Chez Ertex Solartechnik, il s'occupe des projets internationaux.



L'imprimante numérique chez Ertl Glas et la production de PV chez Ertex Solar. Sous le microscope, le coloris homogène des panneaux de Solaris se dissout en un éparpillement.

#### Le photovoltaïque (invisible)

Différents types de procédé pour modifier l'apparence des cellules solaires monocristallines ou polycristallines:

- Impression: Impression céramique numérique sur la face arrière du verre de support frontal (Exemple: Maison Solaris ou transformation Hofwiesenstrasse à Zurich de Karl Viridén); Cellules à peine visibles, perte d'efficacité de 20 à 50 pour-cent.

- Dépôt de vapeur: Dépôt de vapeur sur la face arrière du verre de support frontal (procédé développé par l'EPFL, exemple silo à Bâle de Insitu); Cellules à peine visibles, perte d'efficacité inférieure à 10 pour-cent.

- Feuille intermédiaire: La feuille frontale qui peut fondre entre les verres de support diffuse et filtre la lumière si bien que les modules paraissent être blancs; Cellules non visibles (procédé mis au point par l'université de Neuchâtel), perte d'efficacité de 45 pour-cent.

- Sablage: Sablage de la face frontale du verre de support (Exemple maisons à Brütten de René Schmid); Cellules non visibles, perte d'efficacité environ 5 pour-cent.

- Sérigraphie: Sérigraphie en couleur sur la face frontale du verre de support postérieur (Exemple maison Cadonau à Zürich); Les cellules restent visibles devant un arrière-plan de couleur, pas de perte d'efficacité.

→ été utilisé pour Solaris: l'impression numérique sur verre vitrocéramique. Moor branche un petit microscope sur le port USB de son ordinateur portable et le pose sur un module de Solaris. L'écran montre un éparpillement de points rouges, noirs et blancs comparable à l'aspect d'un plan de cuisine en granit. Moor parle «d'homogénéisation». Les architectes ne veulent pas voir les carrés de silicium dans leurs façades, «enlever les ronds à bière», comme les Autrichiens les décrivent en langage simple. L'heure est donc venue d'imprimer coûte que coûte. Surtout à des endroits où la construction peut encore avoir un certain coût. En 2016, Ertex a fait un tiers de son chiffre d'affaires en Suisse. «Nulle part ailleurs, on ne demande autant de variantes de couleurs», explique Moor. Mais le nombre de producteurs augmente encore plus que les projets de BIPV. «Pour 1000 offres par an, nous ne pouvons en réaliser que 100 à 150.» Parmi elles, il n'y a au maximum que trois expériences comme Solaris.

#### Les rainures se déforment dans le four

En plus de la phase complexe d'échantillonnage et d'expérimentation de l'impression, la découpe a été, elle aussi, plus difficile que d'ordinaire. Le panneau en verre extérieur, un verre coulé du fabricant bavarois Lamberts, a une structure de prisme asymétrique sur la face extérieure, ce qui a rendu la découpe difficile. Les panneaux ne peuvent être montés qu'avec une certaine orientation. C'est pourquoi, à Amstetten on a construit un gabarit en plastique pour la découpe et malgré cela, de temps en temps les choses se sont mal passées. La surface rainurée a également fait de la précontrainte thermique des panneaux en verre une opération délicate. Les rainures font que le verre se réchauffe de manière irrégulière; le refroidissement produit également des tensions non dé-

sirées dans le verre. «Si on enfourne ce genre de choses sans trop d'expérience, il en ressort une banane», c'est en ces termes que Moor décrit le problème.

Les experts de Ertl Glas ont une expérience considérable. Ils travaillent à dix minutes en voiture. Et à une autre échelle. Des camions spéciaux livrent des vitres de 6 m par 3,20 m. Dans le gigantesque atelier, rien que murures et vapeurs, partout du verre empilé, découpé et percé, de couleur ou réfléchissant. Des ouvriers, la cigarette au coin de la bouche, poussent des panneaux de verre sur les tables, les brisent le long d'entailles invisibles, jettent les restes dans une benne en faisant un grand arc. La machine d'impression qui est à l'origine du reflet rougeâtre de la façade de Solaris est moins spectaculaire que la plupart des autres machines ici. Un conteneur la protège de la poussière. Des panneaux de verre passent sur des roulettes, disparaissent sous un capot et réapparaissent par derrière avec une impression couleur qui brille encore. On utilise en même temps l'opération de précontrainte à chaud que chaque verre de sécurité doit effectuer pour durcir la couleur. Les particules de verre y fusionnent en même temps avec le support.

Des échantillons de verre de toute sorte s'empilent dans des armoires près de la porte du hall de fabrication, certains sont imprimés. Moor montre un verre avec des ronds à bière imprimés dessus en noir. On a besoin de ce type de fausses cellules solaires aux endroits où une installation solaire n'est pas productive mais où l'on ne veut pas interrompre la trame photovoltaïque visible. C'est tout de même curieux: Avant, on imprimait le verre pour voir les (fausses) cellules solaires. Aujourd'hui, on imprime le verre pour ne pas voir les (vraies) cellules solaires. La lutte pour l'esthétique avec cette technique paraît loin d'être terminée. ●



En 1983, Hermann Czech a construit la maison S. à Vienne avec un toit en appentis en porte-à-faux, incliné de 45°. Photo: Margherita Spiluttini / AZW

# «L'ennoblissement du point de vue du béotien»

**La solution de l'architecte viennois Hermann Czech en 1983 pour l'intégration de sa grande toiture photovoltaïque: l'hétérogénéité.**

**Au début des années quatre-vingt, vous avez construit une maison solaire. Pourquoi ce choix ?**

**Hermann Czech:** Le maître d'ouvrage est physicien et il voulait construire une maison hautement qualifiée en matière d'énergie. Elle a une isolation thermique expérimentale avec un épais crépi armé et des dispositifs pour utiliser l'énergie solaire de manière passive. La surface de la toiture était prévue pour le photovoltaïque mais en ce temps-là, cela n'en valait pas la peine.

**L'imposant toit solaire caractérise la maison. Mais, dans la construction et dans les pièces, on trouve de nombreuses réminiscences de l'histoire de l'architecture - Loos, Soane, les palais baroques - comme on s'y attend chez vous. Comment accorder tout cela ?**

Le maître d'ouvrage n'a pas mandaté un spécialiste mais au contraire un architecte avec une large vision. Le toit en appentis débordait derrière du toit plat au nord. En dessous, un bandeau vitré éclaire les salles de bain qui sont situées à ce niveau. L'ombrage de leurs fenêtres au sud résulte du toit en bois en porte-à-faux aux chevrons visibles. On a l'impression que l'on regarde par le grenier d'une ferme. Ne serait-ce que pour cela, l'apparence produite n'est pas technique mais plutôt conventionnelle, voire traditionnelle.

**La surface du toit est divisée au milieu. Aux extrémités, les deux parties sont légèrement coudées vers l'avant. Le toit paraît faire un geste comme s'il attrapait le soleil.**

Oui, de manière modeste cette géométrie est une réponse au parcours du soleil et c'est aussi ce qu'elle illustre.

**Le toit ne devait pas avoir une apparence technique ?**

La surface est tellement importante qu'elle devient de toute façon une partie de la maison. Une fois le photovoltaïque monté, la surface serait différente, certes, mais ce ne serait pas un composant technique «rapporté».

**Quel rôle la technique peut-elle jouer sur le plan architectural ?**

Un rôle marquant. Elle prend part à l'apparence générale. L'architecture a à faire avec de très nombreuses choses différentes. Si l'on veut satisfaire à chacune de ces choses, alors «l'objectivité» ne signifie pas l'homogénéité mais au contraire l'hétérogénéité. Autrefois, un interrupteur était lui-même aussi un corps étranger dans l'espace intérieur.

**Est-ce qu'au début des années quatre-vingt l'énergie solaire était un sujet que l'on traitait ?**

Oui, la spécialité avait déjà connu un développement considérable. J'ai dû tout d'abord en acquérir la connaissance. Le fait que j'ai utilisé la technique dans un contexte architectural sans effet technoïde, c'est ce qui était nouveau.

**L'architecture peut-elle contribuer au problème du climat ?**

J'ai écrit une fois que l'architecture ne solutionnerait pas nos problèmes environnementaux pas plus que la musique ne solutionnera nos problèmes de bruit. Mais, bien sûr, elle peut y contribuer.

**La voie royale actuelle des architectes est de cacher la technique photovoltaïque derrière des couches de couleur. Est-ce envisageable pour vous ?**

Une surface photovoltaïque est quelque chose d'uniforme et de structuré. Au premier abord, je ne vois pas de nécessité de la cacher avec une autre structure.

**Même sur la façade ?**

En principe, je n'aurais pas d'objections. Il y a de nombreuses années, en tant que professeur invité, j'ai conçu une exposition sur l'environnement dans le parc de l'hôtel de ville de Vienne avec une classe de design. Dans ce cadre, nous avons aussi suspendu des modules solaires à la façade néogothique de l'hôtel de ville. Je pourrais aussi m'imaginer cela de façon permanente.

**La plupart de vos collègues sont d'un autre avis.**

**Vous avez de manière générale beaucoup d'appréhension quant aux contacts. Votre explication ?**

L'architecture aspire à une unité artistique, à un tout. L'idée que la voie pour y arriver passe également par l'hétérogénéité exige une pensée conceptuelle très développée. Il s'agit, pour ainsi dire, de l'ennoblissement du point de vue du béotien. Axel Simon ●

L'architecte viennois Hermann Czech (81) est apprécié surtout par ses collègues en tant que théoricien et praticien. Avec Adolf Krischanitz, il a créé en Suisse l'architecture intérieure du Centre for Global Dialogue de la Swiss Re à Rüschiikon.



## Une lueur d'espoir à l'horizon

Avec Solaris, c'est une révolution qui se pointe. Dans cette maison, pour la première fois, les hautes exigences des architectes zurichois en matière de construction de logements et les hautes exigences du secteur solaire se rencontrent sur le thème de la transition énergétique. L'essentiel: Solaris est une centrale énergétique qui produit elle-même son électricité. Ce qui est encore plus important: La maison en face du centre culturel Rote Fabrik serait une architecture d'exception même sans toit et façade photovoltaïque.

